

Ю. Ю. ЛУРЬЕ

**СПРАВОЧНИК  
ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ  
ХИМИИ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ХИМИЯ

Ю. Ю. ЛУРЬЕ

СПРАВОЧНИК  
ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ  
ХИМИИ

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ,  
СТЕРЕОТИПНОЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ХИМИЯ»  
МОСКВА 1967

УДК 543 (083)  
Л 86

Справочник содержит основные таблицы, применяемые для вычисления результатов разнообразных химических анализов.

Книга предназначена для работников химико-аналитических лабораторий и может служить пособием для студентов высших и средних специальных учебных заведений при изучении курса аналитической химии.

2—5—5  
11—66—№ 20

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |     |
|--|-----|
| Предисловие ко второму изданию . . . . .   | 7   |
| Из предисловия к первому изданию . . . . .   | 7   |
| Предварительные замечания . . . . .  | 9   |
| Таблица 1. Атомные веса элементов . . . . .  | 14  |
| Таблица 2. Радиоактивные элементы . . . . .  | 18  |
| Таблица 3. Ионные радиусы . . . . .  | 19  |
| Таблица 4. Потенциалы ионизации атомов и ионов . . . . .   | 23  |
| Таблица 5. Структуры внешних электронных слоев, ионные потенциалы и аналитические группы катионов . . . . .      | 25  |
| Таблица 6. Атомные веса, молекулярные веса, веса атомных групп и их логарифмы . . . . .                          | 26  |
| Таблица 7. Аналитические и стехиометрические множители (факторы) . . . . .                                       | 64  |
| Таблица 8. Растворимости неорганических и некоторых органических соединений в воде . . . . .                     | 70  |
| Таблица 9. Растворимости некоторых неорганических соединений в органических растворителях при 18—20 °С . . . . . | 90  |
| Таблица 10. Произведения растворимости важнейших мало-растворимых веществ . . . . .                              | 93  |
| Таблица 11. Коэффициенты активности различных ионов . . . . .  | 104 |
| Таблица 12. Калибрование стеклянной посуды . . . . .   | 106 |
| Таблица 13. Вычисления результатов объемно-аналитических определений . . . . .                                   | 107 |
| А. Кислотно-основные титрования . . . . .  | 107 |
| Б. Методы окисления — восстановления . . . . .   | 109 |
| В. Методы осаждения и комплексообразования . . . . .   | 113 |
| Г. Методы титрования комплексоном III . . . . .  | 114 |
| Таблица 14. Маскирующие реактивы при титровании комплексоном III . . . . .                                       | 116 |
| Таблица 15. Вычисление результатов газовых и газометрических анализов . . . . .                                  | 120 |
| А. Приведение объема газа к нормальным условиям . . . . .  | 122 |

|   |     |
|---|-----|
| Б. Давление паров воды над водой и над поглотительными растворами . . . . .                                     | 139 |
| В. Плотности газов и паров ( $\rho$ ) . . . . .   | 140 |
| Г. Газометрическое (волюмометрическое) определение веществ, образующих газы . . . . .                           | 142 |
| Таблица 16. Формулы перехода от одних выражений концентраций растворов к другим . . . . .                       | 143 |
| Таблица 17. Плотности и концентрации растворов . . . . .  | 144 |
| А. Плотности и концентрации растворов азотной кислоты   | 144 |
| Б. Плотности и концентрации растворов серной кислоты  | 145 |
| В. Плотности и концентрации растворов соляной кислоты   | 147 |
| Г. Плотности и концентрации растворов фосфорной кислоты   | 148 |
| Д. Плотности и концентрации растворов хлорной кислоты   | 150 |
| Е. Плотности и концентрации растворов уксусной кислоты  | 152 |
| Ж. Плотности и концентрации растворов едкого кали . . .   | 152 |
| И. Плотности и концентрации растворов едкого натра . .  | 154 |
| К. Плотности и концентрации растворов аммиака . . . .   | 155 |
| Л. Плотности и концентрации растворов карбоната натрия  | 156 |
| М. Плотности и концентрации некоторых продажных реактивов . . . . .   | 157 |
| Таблица 18. Важнейшие кислотно-основные индикаторы . . .  | 158 |
| Таблица 19. Ионное произведение воды при температурах от 0 до 100 °С . . . . .                                  | 179 |
| Таблица 20. Колориметрическое определение рН растворов  | 180 |
| Таблица 21. Константы ионизации индикаторов . . . . .   | 181 |
| А. Одноцветные индикаторы . . . . .   | 181 |
| Б. Двухцветные индикаторы . . . . .   | 181 |
| Таблица 22. Некоторые смешанные индикаторы . . . . .  | 182 |
| Таблица 23. Универсальные индикаторы . . . . .  | 185 |
| Таблица 24. Важнейшие флуоресцентные индикаторы . . .   | 186 |
| Таблица 25. Некоторые хемилюминесцентные индикаторы . .   | 195 |
| Таблица 26. Важнейшие адсорбционные индикаторы . . . .  | 196 |
| Таблица 27. Наиболее распространенные индикаторы в комплексонометрии . . . . .                                  | 200 |
| Таблица 28. Пересчет водородного показателя (рН) на активность ионов водорода ( $a_{H^+}$ ) и обратно . . . . . | 222 |
| Таблица 29. Приготовление буферных растворов . . . . .  | 223 |
| А. Буферные растворы с рН 1,10—3,50 . . . . .   | 223 |
| Б. Буферные растворы с рН 1,10—4,96 . . . . .   | 224 |
| В. Буферные растворы с рН 2,20—3,80 . . . . .   | 225 |
| Г. Буферные растворы с рН 4,00—6,20 . . . . .   | 225 |
| Д. Буферные растворы с рН 4,96—6,69 . . . . .   | 226 |
| Е. Буферные растворы с рН 4,80—8,00 . . . . .   | 227 |
| Ж. Буферные растворы с рН 7,71—9,23 . . . . .   | 227 |
| И. Буферные растворы с рН 9,23—11,02 . . . . .  | 228 |
| К. Буферные растворы с рН 8,53—12,90 . . . . .  | 229 |
| Таблица 30. Уксусно-ацетатные буферные растворы . . . . .   | 230 |

|  |     |
|--|-----|
| Таблица 31. Универсальная буферная смесь . . . . .   | 230 |
| Таблица 32. Буферные растворы из индивидуальных веществ . . . . .  | 231 |
| Таблица 33. Определение электродных потенциалов . . . . .  | 231 |
| А. Значения величин $\theta$ при $n = 1$ и температурах от 0 до 50 °С . . . . .  | 233 |
| Б. Состав и потенциал некоторых электродов сравнения по отношению к нормальному водородному электроду . . . . .  | 234 |
| Таблица 34. Электрометрическое определение рН . . . . .  | 235 |
| А. Нормальный потенциал хингидронного электрода $E_0$ хин./гидр. при температурах от 0 до 50 °С . . . . .  | 236 |
| Б. Потенциалы каломельных электродов при температурах от 0 до 50 °С . . . . .  | 237 |
| В. Разность между нормальным потенциалом хингидронного электрода ( $E_0$ хин./гидр.) и потенциалами каломельных электродов сравнения ( $E_{КЭ}$ ) при температурах от 0 до 50 °С . . . . . | 238 |
| Таблица 35. рН осаждения гидроокисей металлов . . . . .  | 239 |
| Таблица 36. Константы ионизации важнейших кислот и оснований . . . . .   | 240 |
| Таблица 37. Константы нестойкости комплексных ионов . . . . .  | 246 |
| А. Комплексы с неорганическими аддендами . . . . .   | 246 |
| Б. Комплексы с органическими аддендами . . . . .   | 257 |
| Таблица 38. Подвижность некоторых ионов при 25 °С и бесконечном разбавлении . . . . .  | 261 |
| Таблица 39. Нормальные окислительные потенциалы ( $E_0$ ) по отношению к потенциалу нормального водородного электрода при 25 °С . . . . .  | 262 |
| Таблица 40. Важнейшие окислительно-восстановительные индикаторы . . . . .  | 278 |
| А. Индикаторы, мало зависящие от рН и ионной силы раствора . . . . .   | 278 |
| Б. Индикаторы, чувствительные к изменению рН и ионной силы раствора . . . . .  | 280 |
| Таблица 41. Свойства некоторых растворителей . . . . .   | 284 |
| Таблица 42. Экстракция органическими растворителями . . . . .  | 288 |
| А. Экстракция различных элементов в виде дитизонатов . . . . .   | 288 |
| Б. Экстракция различных элементов в виде диэтилдитиокарбаматов . . . . .   | 292 |
| В. Экстракция различных элементов в виде купферронатов . . . . .   | 294 |
| Г. Экстракция различных элементов в виде оксихинолятов . . . . .   | 295 |
| Д. Экстракция различных элементов из соляной, бромистоводородной, иодистоводородной и азотной кислот равным объемом диэтилового эфира . . . . .  | 297 |
| Таблица 43. Вещества, применяемые для высушивания . . . . .  | 298 |
| А. Высушивание газов . . . . .   | 298 |
| Б. Высушивание жидкостей . . . . .   | 298 |

|   |     |
|---|-----|
| Таблица 44. Приготовление гигростатов . . . . .   | 299 |
| Таблица 45. Важнейшие органические реактивы . . . . .   | 300 |
| А. В алфавитном порядке реактивов . . . . .   | 300 |
| Б. В алфавитном порядке определяемых элементов . . . . .  | 336 |
| Таблица 46. Ситовая шкала . . . . .   | 339 |
| Таблица 47. Значения потенциалов полярографических полу-<br>волн на ртутном капельном электроде . . . . . | 340 |
| Таблица 48. Условия амперометрического титрования некото-<br>рых ионов . . . . .                          | 344 |
| Таблица 49. Перенапряжение водорода и кислорода на различ-<br>ных электродах . . . . .                    | 352 |
| Таблица 50. Потенциалы разложения 1 н. растворов некоторых<br>соединений . . . . .                        | 354 |
| Таблица 51. Фотометрия пламени . . . . .  | 354 |
| Таблица 52. Английские меры и меры США в сравнении с метри-<br>ческими . . . . .                          | 355 |
| Таблица 53. Упрощенная таблица пятизначных мантисс логар-<br>ифмов . . . . .                              | 356 |
| А. Логарифмы . . . . .  | 356 |
| Б. Антилогарифмы . . . . .  | 360 |
| П р и л о ж е н и я. Примеры пользования некоторыми та-<br>блицами . . . . .                              | 364 |
| Таблица 7 . . . . .   | 364 |
| Таблица 13 . . . . .  | 366 |
| Таблица 15 . . . . .  | 371 |
| Таблица 17 . . . . .  | 374 |
| Таблица 19 . . . . .  | 375 |
| Таблица 20 . . . . .  | 377 |
| Таблица 39 . . . . .  | 379 |
| П р е д м е т н ы й у к а з а т е л ь . . . . .   | 383 |

## ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Во втором издании приведены атомные веса 1963 г. и соответственно уточнены все молекулярные веса, аналитические множители и эквивалентные веса. Однако в настоящее время атомные веса большинства элементов найдены с очень большой точностью, значительно превосходящей точность измерений, проводимых в рядовой аналитической работе. Поэтому при расчете результатов анализов значения молекулярных, эквивалентных весов и множителей пересчета следует округлять в соответствии с правилами 4—6, приведенными на стр. 9.

В «Справочник» введены следующие изменения и дополнения. По новым источникам дополнены и уточнены значения ионных радиусов (табл. 3) и потенциалов ионизации (табл. 4).

Значительно расширены таблицы индикаторов кислотно-основных, флуоресцентных, окислительно-восстановительных и т. д., а также органических реактивов, применяемых в анализе (табл. 45).

Учитывая растущее значение комплексонометрических титрований, мы дали таблицу эквивалентов для расчета результатов этих титрований и расширили таблицы маскирующих реактивов и индикаторов, применяемых в комплексонометрии.

Совершенно заново, по новым литературным данным составлены таблицы значений констант нестойкости комплексных ионов (табл. 37), произведений растворимости (табл. 10), констант ионизации кислот и оснований (табл. 36) и нормальных окислительных потенциалов (табл. 39).

## ИЗ ПРЕДИСЛОВИЯ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ

Настоящий справочник предназначен для работников химико-аналитических лабораторий и для студентов высших и средних специальных учебных заведений. Студенты могут им пользоваться при решении различных задач (расчетных и экспериментальных) по курсам общей химии, аналитической химии, химической технологии и т. п.

По сравнению с выпущенным Госхимиздатом в 1947 г. справочником «Расчетные и справочные таблицы для химиков» настоящий справочник несколько сокращен и в то же время значительно обновлен. Исключены некоторые таблицы, редко используемые, во многих других оставлены лишь важнейшие данные. Исключены также те пояснения к таблицам, которые имеются во всех учебниках количественного анализа. Составлено большое число новых таблиц.

Таблицы произведений растворимости, констант ионизации слабых кислот и оснований и окислительно-восстановительных потенциалов составлены по новым данным. При составлении этих таблиц были использованы: J. V j e r g u m, G. S c h w a r z e n b a c h, L. G. S i l l é n, «Stability constants of Metal-ion Complexes, with Solubility Products of Inorganic Substances», London, 1958; W. M. L a

t i m e r, «The Oxidation States of the Elements and their potentials in aqueous Solutions», N. Y., 1952; Н. В. Аксельруд, Я. А. Филалков, Укр. хим., журн., 16, 75, 283, 296 (1950) и другие статьи из советских и иностранных журналов.

Как известно, опубликованные различными авторами результаты определения указанных величин сильно разнятся. Выбор «наиболее вероятного» значения каждой константы поэтому чрезвычайно затруднителен. Не существует международного органа, который ежегодно опубликовывал бы такие «наиболее вероятные» значения указанных констант, как это делает, например, международная комиссия в отношении атомных весов. Сделанная мною выборка из многочисленных литературных данных поэтому неизбежно субъективна. Я буду очень благодарен, если мне будет сообщено, в каких случаях этот отбор был сделан неправильно, и учту такие замечания в последующих изданиях книги.

4. Таблицы плотностей и концентраций различных кислот и оснований составлены заново для температуры 20 °С.

5. Значения температур во всех таблицах приведены в градусах Цельсия (°С).

Таблицы 21, 31, 32, 33Б, 38, 44, 47—50, а также пояснения к табл. 32 и 33 составлены доцентом кафедры аналитической химии МГУ П. К. Агасяном.

Взамен обычной таблицы пятизначных логарифмов в конце книги приведена «упрощенная» таблица пятизначных логарифмов и антилогарифмов. Она занимает такой же объем, какой имеют таблицы четырехзначных логарифмов. Это достигнуто тем, что взамен действительных значений разностей между мантиссами даны средние их значения для каждой строки таблицы. Ошибки, возникающие при работе с этой таблицей, не превышают 0,00002. В других таблицах справочника приведены точные значения пятизначных мантисс логарифмов.

За ряд ценных указаний, сделанных при подготовке рукописи, выражаю благодарность члену-корреспонденту АН СССР И. П. Алимарину, профессору М. Л. Чепелеведкому и доценту МГУ П. К. Агасяну.

1962 г.

*Ю. Ю. Лурье*

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Численное выражение результатов проведенных взвешиваний и других измерений и последующие расчеты с этими числами требуют строгого соблюдения ряда правил.

**Правило 1.** *Все числовые величины, как полученные измерениями непосредственно, так и производные от них, должны содержать столько значащих цифр, чтобы лишь последний знак был сомнительным; предпоследний знак должен быть точным.*

Так, например, число 20,24 мл, выражающее показания обычной бюретки, содержит надлежащее число цифр, ибо цифра 4 получена приближительной, сделанной на глаз, оценкой расстояния между краем мениска и ближайшим делением шкалы. Следовательно, эта цифра сомнительна — другой наблюдатель мог бы прочесть показание бюретки как 20,23 или 20,25 мл. Если при отмеривании раствора бюретки нижняя граница мениска точно коснулась деления шкалы, показывающего 15 мл, то результат измерения должен быть выражен числом 15,00 мл, так как ошибка наблюдения не превышает 0,01—0,02 мл. Оба нуля в числе 15,00 мл будут значащими цифрами. Нули, стоящие в начале числа до первой отличной от нуля цифры, не считаются значащими цифрами. Так, в числе, выражающем массу золы фильтра 0,00004 г, только одна значащая цифра — 4.

Если масса определена в граммах и выражена числом 23,4 г, в котором последний знак недостоверен, то при желании представить эту массу в миллиграммах следует писать не 23400 мг, что дало бы неверное представление о точности взвешивания, а  $234 \cdot 10^2$  мг, или  $2,34 \cdot 10^4$  мг.

**Правило 2.** *При отбрасывании последней цифры, если эта цифра равна или больше 5, надо предыдущую цифру увеличить на 1.*

Так, при отбрасывании последней цифры в числе 16,236 получим 16,24.

**Правило 3.** *При сложении (и вычитании) нескольких чисел оставляют в результате вычисления столько цифр после запятой, сколько их имеется в слагаемом с наименьшим числом десятичных знаков.*

**Правило 4.** *При умножении или делении предельная относительная ошибка произведения или частного не может быть меньше, чем относительная ошибка в наименее точном из взятых чисел.*

Относительные ошибки обычно выражают в процентах — это отношение максимально возможной ошибки числа к самому числу, умноженное на 100.

Если надо, например, перемножить  $0,0123 \cdot 24,62 \cdot 1,07461$  и если принять, что максимальная абсолютная ошибка в каждом из этих

чисел не превышает единицы в последнем знаке, то соответствующие относительные ошибки будут равны:

$$\frac{1}{123} \cdot 100 = 0,8\%$$

$$\frac{1}{2462} \cdot 100 = 0,04\%$$

$$\frac{1}{107\,461} \cdot 100 = 0,001\%$$

Первое число имеет наибольшую относительную ошибку (0,8%). Следовательно, и в произведении максимальная относительная ошибка не меньше 0,8%. Если сохранить в произведении три первые значащие цифры 0,325, то уже последняя цифра будет недостоверной, так как 0,8% от 0,325 составляет около 0,003.

В тех случаях, когда соблюдено правило 1, т. е. когда все числа, вошедшие в расчет, содержат не более одного недостоверного знака, можно применять более простое (хотя и менее точное) правило 4,а.

**Правило 4,а.** При умножении и делении в результате вычисления следует сохранять столько значащих цифр, сколько их имеет то из вошедших в расчет чисел, в котором этих цифр меньше всего.

В приведенном выше примере первый из сомножителей имеет 3, второй 4 и третий 6 значащих цифр. Следовательно, в произведении мы должны оставить 3 значащие цифры, а остальные отбросить; результат будет 0,325.

**Правило 5.** Во всех промежуточных результатах следует сохранять одной цифрой больше, чем это требуют предыдущие правила. В окончательном результате эта «запасная цифра» отбрасывается.

**Правило 6.** Если некоторые данные имеют больше десятичных знаков (при сложении и вычитании) или больше значащих цифр (при умножении и делении), чем другие, то их следует предварительно округлить, сохраняя одну лишнюю цифру (см. правило 5).

**Правило 7.** При умножении и делении с помощью логарифмов достаточно столько знаков в мантиссах, сколько значащих цифр имеется в наименее точном из множителей.

Таким образом, для большинства вычислений можно ограничиться таблицей логарифмов, помещенной на стр. 356 этой книги.

Наряду с чрезмерной, и к тому же необоснованной, точностью вычислений (длинный ряд цифр после запятой, когда уже первая из них сомнительна, пользование многозначными таблицами логарифмов и т. п.) большое распространение имеет и другая ошибка — излишняя точность отдельных измерений, приводящая к нахождению цифр, которые все равно будут отброшены при последующих вычислениях (если эти вычисления проводить правильно).

Химики-аналитики, например, привыкли все взвешивания проводить на аналитических весах с точностью до 0,0001 г и подолгу просят на весах, определяя верную цифру в четвертом десятичном знаке. Между тем такая точность часто беспредельна. Приведем несколько примеров:

1. Определяют сурьму в красной меди, в которой содержание сурьмы не должно превышать 0,003%. Для анализа берут навеску меди 10 г. С какой точностью надо отвешивать медную стружку?

Получаемый результат должен содержать не более двух значащих цифр, так как уже при содержании 0,0031% Sb медь должна быть забракована. Большая точность не нужна, и по существу применяемых методов анализа она недостижима. Таким образом, максимальная абсолютная ошибка в конечном результате равна  $\pm 0,0001\%$ , что составляет  $\pm 3,3\%$  от предельно допустимого содержания Sb в металле. Расчет проводят по формуле

$$x = \frac{a \cdot 100}{g} \%$$

где  $a$  — найденное содержание сурьмы;  
 $g$  — навеска.

Если взять навеску меди с точностью до одной десятой грамма ( $\pm 0,1$  г), то по отношению ко всей навеске в 10 г это составит относительную ошибку  $\pm 1\%$ , что значительно меньше  $\pm 3,3\%$ . Иначе говоря, если вместо 10 г меди отвесить 9,9 г или 10,1 г, то при содержании Sb, равном 0,30 мг, это приведет в первом случае к результату 0,00303%, во втором — к результату 0,00297%, что в обоих случаях будет округлено до 0,0030%. Следовательно, взвешивание можно проводить на технических весах с точностью до 0,1 г.

2. Точность колориметрических методов анализа (если оптическую плотность растворов измеряют визуально, а не в фотоколориметре или спектрофотометре) обычно не превышает  $\pm 5\%$  относительных, а в ряде методов относительная ошибка достигает  $\pm 10\%$  и более. Согласно правилу 4, точность результата не может быть больше, чем точность наименее точного измерения, и поэтому, как бы точно ни проводилось взвешивание пробы для анализа, если этот анализ заканчивается колориметрическим определением, то точность результатов не будет выше указанных  $\pm 5\%$ . Следовательно, если, отвешивая для анализа 1 г пробы, проводят эту операцию с точностью  $\pm 0,01$  г, т. е. с предельной относительной ошибкой  $\pm 1\%$ , то такая точность более чем достаточна.

Визуальные колориметрические методы применяются лишь для определения компонентов, содержащихся в исследуемом веществе в очень малых количествах, когда допустима большая относительная ошибка в получаемом результате. Если определять железо в железной руде визуальным колориметрическим способом, то получится совершенно недопустимая ошибка в результате анализа.

**Примечание.** Не следует думать, что при определении малых количеств колориметрические методы анализа по точности уступают другим методам. Наоборот, если в предыдущем примере определять Sb не колориметрическим способом (как это обычно делается), а весовым, то пришлось бы взвешивать около 0,0003 г  $Sb_2O_4$ , что на обычных аналитических весах едва ли можно сделать с предельной ошибкой, меньшей  $\pm 30\%$  относительных. При этом еще не учитывается неизбежная значительная ошибка, возникающая вследствие присутствия в прокаленном осадке загрязнений, ошибка, которая не могла бы быть устранена даже в случае применения микровесов.

3. В вычислениях результатов объемно-аналитических определений наименее точная цифра — число миллилитров титрующего раствора,

израсходованного на титрование. Поскольку сотые доли миллилитра отмечаются приблизительно, можно принять, что максимальная ошибка отмеривания не менее  $\pm 0,02$  мл. Ошибка от натекания также равна  $\pm 0,02$  мл. Таким образом, общая ошибка может доходить до  $0,04$  мл \*. При общем расходе титрующего раствора  $20$  мл это составит  $0,2\%$  относительных. Отсюда следует, что, беря для анализа  $1$  г, вполне можно проводить отвешивание с точностью до  $1$  мг; это дает относительную ошибку в  $\pm 0,5$  мг, или  $0,05\%$ . Если на титрование расходуется меньше  $20$  мл титрующего раствора, то при взятии навески требуется еще меньшая точность.

С другой стороны, отвешивание исходного вещества для установки титра надо проводить обязательно с точностью до единицы в четвертом десятичном знаке, так как в этом случае берут навеску всего лишь около  $0,2$  г и на титрование расходуют около  $40$  мл титрующего раствора.

При желании повысить точность объемно-аналитических методов надо заменить обычные бюретки весовыми бюретками \*\*, применение которых совершенно устраняет ошибки от неточного отмеривания, натекания и различия в температуре. Тогда уже взятие навески пробы станет наименее точной операцией и ее следует проводить с той относительной ошибкой, которая определяется точностью, требующейся в конечном результате ( $\pm 0,01\%$  и менее).

Все сказанное выше не должно приводить к выводу, что брать навеску для анализа можно всегда с точностью  $\pm 1$  мг или с меньшей точностью. Наоборот, имеется ряд случаев анализа, когда необходимо использование всей той точности, какую могут дать аналитические весы, и когда даже точность микровесов оказывается недостаточной. Приведем два примера.

4. Красная медь электролитная должна содержать  $99,95\%$  Cu. Аналитическое определение Cu в этом случае проводят при помощи электролиза. С какой точностью надо проводить взвешивания?

Ошибка в конечном результате, выраженном в процентах, должна быть не более  $\pm 0,004\%$ . При отвешивании пробы красной меди, равно как и при взвешивании платинового электрода до и после отложения на нем Cu, нужно, очевидно, иметь не меньшую точность. Если взять для анализа  $1$  г пробы, то при максимальной точности взвешивания на аналитических весах  $\pm 0,2$  мг относительная ошибка будет равна  $\pm 0,02\%$ , что значительно больше допустимого. Поэтому в данном случае надо или применять еще более точные весы, чем обычные аналитические, или же (как это и делается) брать для анализа не менее  $5$  г анализируемого материала.

5. Предположим, что для определения Zn в медноцинковом сплаве, содержащем около  $20\%$  Zn, по причине ли малого количества имеющейся у аналитика стружки или учитывая некоторые преимущества в технике работы с малыми количествами вещества, берут навеску  $0,02$  г. Какие зазвешивают взвешиванием осадка в виде  $Zn_2P_2O_7$ . С какой точностью надо проводить взвешивания?

\* См. И. М. Кольтгоф, Е. Б. Сендэл, Количественный анализ, 3-е изд., Госхимиздат, 1948, стр. 459.

\*\* См., например, И. М. Кольтгоф, Е. Б. Сендэл, Количественный анализ, 3-е изд., Госхимиздат, 1948, стр. 561; И. М. Кольтгоф, В. А. Стенгер, Объемный анализ, т. II, Госхимиздат, 1952, стр. 25.

Результат анализа должен быть выражен с точностью до сотых долей процента (например, 19,84%), т. е. с допустимой ошибкой  $\pm 0,01\%$  абсолютных; по отношению к содержанию Zn в 20% это составляет  $\pm 0,05\%$  относительных. Эту же точность должны дать взвешивания навески металла и прокаленного осадка  $Zn_2P_2O_7$ . При навеске 20 мг величина  $\pm 0,05\%$  составляет  $\pm 0,01$  мг; тот же процент от массы прокаленного осадка ( $\sim 8$  мг) еще меньше, около  $\pm 0,004$  мг. Но микрохимические весы дают ошибку около  $\pm 0,01$  мг. Следовательно, в данном случае взвешивание даже на микрохимических весах не обеспечивает требуемой точности.

---

## Атомные веса элементов

Атомные веса различных элементов найдены с разной точностью, что выражено разным числом знаков после запятой. Если число, выражающее атомный вес, оканчивается одним или несколькими нулями, то нули эти в данном случае являются значащими цифрами, устанавливая ту точность, с которой атомный вес соответствующего элемента определен в настоящее время (см. правило 1, стр. 9).

При вычислении результатов химических анализов не следует выражать эти результаты с точностью, превышающей ту, с которой определен атомный вес. С этим ограничением надо особенно считаться при определении некоторых платиновых и редкоземельных элементов, а также рения.

В таблице приведены относительные атомные веса, данные Комиссией по атомным весам при Международном Союзе по чистой и прикладной химии (IUPAC) в 1963 г.

По постановлению этой Комиссии старая «кислородная химическая единица» атомных весов ( $1/16$  среднего атомного веса природной изотопной смеси атомов кислорода) заменена «углеродной физической единицей» ( $1/12$  массы атома изотопа углерода  $^{12}\text{C}$ ).

У всех элементов, кроме перечисленных ниже, число, выражающее атомный вес, дано с ошибкой, не превышающей  $\pm 0,5$  последней его цифры.

Атомные веса следующих шести элементов находятся в пределах ошибок: бора  $\pm 0,003$ ; водорода  $\pm 0,00001$ ; кислорода  $\pm 0,0001$ ; кремния  $\pm 0,001$ ; серы  $\pm 0,003$ ; углерода  $\pm 0,00005$ .

Причиной этих отклонений являются колебания в естественном изотопном составе указанных элементов.

Вследствие экспериментальных погрешностей в определении атомных весов нижеследующих пяти элементов они даны в пределах ошибок: брома  $\pm 0,002$ ; железа  $\pm 0,003$ ; серебра  $\pm 0,003$ ; хлора  $\pm 0,001$ ; хрома  $\pm 0,001$ .

Атомные веса радиоактивных элементов приведены только для тория и урана, для других радиоактивных элементов указывается в квадратных скобках массовое число изотопа с наиболее продолжительным периодом полураспада.

| Символ элемента | Порядковый номер | Название элемента | Атомный вес $a$ | $\lg a$ |
|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|---------|
| Ac              | 89               | Актиний           | [227]           | 35 603  |
| Ag              | 47               | Серебро           | 107,868         | 03 290  |
| Al              | 13               | Алюминий          | 26,9815         | 43 106  |
| Am              | 95               | Америций          | [243]           | 38 561  |
| Ar              | 18               | Аргон             | 39,948          | 60 150  |

Продолжение табл. 1

| Символ элемента | Порядковый номер | Название элемента | Атомный вес $\alpha$ | $\lg \alpha$ |
|-----------------|------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| As              | 33               | Мышьяк            | 74,9216              | 87 461       |
| At              | 85               | Астат             | [210]                | 32 222       |
| Au              | 79               | Золото            | 196,967              | 29 440       |
| B               | 5                | Бор               | 10,811               | 03 387       |
| Ba              | 56               | Барий             | 137,34               | 13 780       |
| Be              | 4                | Бериллий          | 9,0122               | 95 483       |
| Bi              | 83               | Висмут            | 208,980              | 32 010       |
| Bk              | 97               | Берклий           | [247]                | 39 620       |
| Br              | 35               | Бром              | 79,904               | 90 260       |
| C               | 6                | Углерод           | 12,01115             | 07 958       |
| Ca              | 20               | Кальций           | 40,08                | 60 293       |
| Cd              | 48               | Кадмий            | 112,40               | 05 077       |
| Ce              | 58               | Церий             | 140,12               | 14 650       |
| Cf              | 98               | Калифорний        | [249]                | 39 967       |
| Cl              | 17               | Хлор              | 35,453               | 54 965       |
| Cm              | 96               | Кюрий             | [247]                | 39 270       |
| Co              | 27               | Кобальт           | 58,9332              | 77 036       |
| Cr              | 24               | Хром              | 51,996               | 71 597       |
| Cs              | 55               | Цезий             | 132,905              | 12 354       |
| Cu              | 29               | Медь              | 63,546               | 80 305       |
| Dy              | 66               | Диспрозий         | 162,50               | 21 085       |
| Er              | 68               | Эрбий             | 167,26               | 22 340       |
| Es              | 99               | Эйнштейний        | [254]                | 40 483       |
| Eu              | 63               | Европий           | 151,96               | 18 173       |
| F               | 9                | Фтор              | 18,9984              | 27 872       |
| Fe              | 26               | Железо            | 55,847               | 74 700       |
| Fm              | 100              | Фермий            | [253]                | 40 312       |
| Fr              | 87               | Франций           | [223]                | 34 830       |
| Ga              | 31               | Галлий            | 69,72                | 84 336       |
| Gd              | 64               | Гадолиний         | 157,25               | 19 659       |
| Ge              | 32               | Германий          | 72,59                | 86 088       |
| H               | 1                | Водород           | 1,00797              | 00 345       |
| He              | 2                | Гелий             | 4,0026               | 60 235       |
| Hf              | 72               | Гафний            | 178,49               | 25 162       |
| Hg              | 80               | Ртуть             | 200,59               | 30 231       |

Продолжение табл. 1

| Символ элемента | Порядковый номер | Название элемента | Атомный вес $a$ | $\lg a$ |
|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|---------|
| Ho              | 67               | Гольмий           | 164,930         | 21 730  |
| In              | 49               | Индий             | 114,82          | 06 002  |
| Ir              | 77               | Иридий            | 192,2           | 28 375  |
| J               | 53               | Иод               | 126,9044        | 10 348  |
| K               | 19               | Калий             | 39,102          | 59 220  |
| Kr              | 36               | Криптон           | 83,80           | 92 324  |
| La              | 57               | Лантан            | 138,91          | 14 273  |
| Li              | 3                | Литий             | 6,939           | 84 130  |
| Lr              | 103              | Лоуренсий         | [257] (?)       | 40 993  |
| Lu              | 71               | Лютеций           | 174,97          | 24 297  |
| Md              | 101              | Менделевий        | [256]           | 40 824  |
| Mg              | 12               | Магний            | 24,312          | 38 582  |
| Mn              | 25               | Марганец          | 54,9380         | 73 987  |
| Mo              | 42               | Молибден          | 95,94           | 98 200  |
| N               | 7                | Азот              | 14,0067         | 14 634  |
| Na              | 11               | Натрий            | 22,9898         | 36 154  |
| Nb              | 41               | Ниобий            | 92,906          | 96 804  |
| Nd              | 60               | Неодим            | 144,24          | 15 909  |
| Ne              | 10               | Неон              | 20,183          | 30 499  |
| Ni              | 28               | Никель            | 58,71           | 76 871  |
| No              | 102              | Нобелий           | [256]           | 40 824  |
| Np              | 93               | Нептуний          | [237]           | 37 475  |
| O               | 8                | Кислород          | 15,9994         | 20 410  |
| Os              | 76               | Осмий             | 190,2           | 27 921  |
| P               | 15               | Фосфор            | 30,9738         | 49 099  |
| Pa              | 91               | Протактиний       | [231]           | 36 361  |
| Pb              | 82               | Свинец            | 207,19          | 31 637  |
| Pd              | 46               | Палладий          | 106,4           | 02 694  |
| Pm              | 61               | Прометий          | [145]           | 16 732  |
| Po              | 84               | Полоний           | [210]           | 32 222  |
| Pr              | 59               | Празеодим         | 140,907         | 14 893  |
| Pt              | 78               | Платина           | 195,09          | 29 024  |
| Pu              | 94               | Плутоний          | [242]           | 38 382  |
| Ra              | 88               | Радий             | [226]           | 35 411  |
| Rb              | 37               | Рубидий           | 85,47           | 93 181  |

Продолжение табл. 1

| Символ элемента | Порядковый номер | Название элемента | Атомный вес $a$ | $\lg a$ |
|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|---------|
| Re              | 75               | Рений             | 186,2           | 26 998  |
| Rh              | 45               | Родий             | 102,905         | 01 244  |
| Rn              | 86               | Радон             | [222]           | 34 635  |
| Ru              | 44               | Рутений           | 101,07          | 00 462  |
| S               | 16               | Сера              | 32,064          | 50 602  |
| Sb              | 51               | Сурьма            | 121,75          | 08 547  |
| Sc              | 21               | Скандий           | 44,956          | 65 279  |
| Se              | 34               | Селен             | 78,96           | 89 741  |
| Si              | 14               | Кремний           | 28,086          | 44 849  |
| Sm              | 62               | Самарий           | 150,35          | 17 711  |
| Sn              | 50               | Олово             | 118,69          | 07 441  |
| Sr              | 38               | Стронций          | 87,62           | 94 260  |
| Ta              | 73               | Тантал            | 180,948         | 25 755  |
| Tb              | 65               | Тербий            | 158,924         | 20 119  |
| Tc              | 43               | Технеций          | [99]            | 99 564  |
| Te              | 52               | Теллур            | 127,60          | 10 585  |
| Th              | 90               | Торий             | 232,038         | 36 556  |
| Ti              | 22               | Титан             | 47,90           | 68 034  |
| Tl              | 81               | Таллий            | 204,37          | 31 042  |
| Tu              | 69               | Тулий             | 168,934         | 22 772  |
| U               | 92               | Уран              | 238,03          | 37 663  |
| V               | 23               | Ванадий           | 50,942          | 70 708  |
| W               | 74               | Вольфрам          | 183,85          | 26 446  |
| Xe              | 54               | Ксенон            | 131,30          | 11 826  |
| Y               | 39               | Иттрий            | 88,905          | 94 893  |
| Yb              | 70               | Иттербий          | 173,04          | 23 815  |
| Zn              | 30               | Цинк              | 65,37           | 81 538  |
| Zr              | 40               | Цирконий          | 91,22           | 96 609  |

## Радиоактивные элементы

| Символ | Порядковый номер | Массовое число наиболее долго живущего изотопа | Период полураспада      | Излучение                  |
|--------|------------------|--|-------------------------|----------------------------|
| Ac     | 89               | 227  | 22 года                 | $\alpha, \beta^-$          |
| Am     | 95               | 243  | $7,8 \cdot 10^3$ лет    | $\alpha$                   |
| At     | 85               | 210  | 8,3 часа                | $\alpha, \text{эл. захв.}$ |
| Bk     | 97               | 247  | $10^4$ лет              | $\alpha$                   |
| Cf     | 98               | 249  | 360 лет                 | $\alpha$                   |
| Cm     | 96               | 247  | $4 \cdot 10^7$ лет      | $\alpha$                   |
| Es     | 99               | 254  | 480 дней                | $\alpha$                   |
| Fm     | 100              | 253  | 3 дня                   | эл. захв., $\alpha$        |
| Fr     | 87               | 223  | 22 минуты               | $\alpha, \beta^-$          |
| Lr     | 103              | 257 (?)  | 8 секунд                | $\alpha$                   |
| Md     | 101              | 256  | 1,5 часа                | эл. захв.                  |
| Np     | 93               | 237  | $2,1 \cdot 10^6$ лет    | $\alpha$                   |
| No     | 102              | 256  | $\sim 8$ секунд         | $\alpha$                   |
| Pa     | 91               | 231  | $3,2 \cdot 10^4$ лет    | $\alpha$                   |
| Pm     | 61               | 147  | 2,5 года                | $\beta^-$                  |
| Po     | 84               | 210  | 138,4 дней              | $\alpha$                   |
| Pu     | 94               | 242  | $3,8 \cdot 10^5$ лет    | $\alpha$                   |
| Ra     | 88               | 226  | 1622 года               | $\alpha$                   |
| Rn     | 86               | 222  | 3,83 дня                | $\alpha$                   |
| Tc     | 43               | 99   | $2,1 \cdot 10^5$ лет    | $\beta^-$                  |
| Th     | 90               | 232  | $1,4 \cdot 10^{10}$ лет | $\alpha$                   |
| U      | 92               | 238  | $4,5 \cdot 10^9$ лет    | $\alpha$                   |

## Ионные радиусы

Значения ионных радиусов даны в ангстремах (Å) при координационном числе, равном 6. Поправка при координационном числе, равном 4, составляет — 6%, при координационном числе 8 она равна +3%, а при координационном числе 12 составляет +12%.

| Элемент                        | Заряд иона | Величина радиуса, Å |           |                    |   |
|--------------------------------|------------|---------------------|-----------|--------------------|---|
|                                |            | по Гольдшмидту      | по Полинг | по Белову и Богвию | по другим источникам (Аренсу, Бацанову и др.) |
| Ag                             | +1         | 1,43                | 1,26      | 1,13               | —   |
| Al                             | +3         | 0,57                | 0,50      | 0,57               | —   |
| As                             | +5         | —                   | 0,47      | 0,47               | —   |
|                                | +3         | 0,69                | —         | 0,69               | —   |
|                                | -3         | —                   | 2,22      | 1,91               | —   |
| Ac                             | +3         | —                   | —         | 1,11               | —   |
| Am                             | +4         | —                   | —         | 0,85               | —   |
|                                | +4         | —                   | —         | —                  | 0,89  |
|                                | +3         | —                   | —         | 1,00               | 0,99  |
| Au                             | +3         | —                   | —         | 0,85               | —   |
|                                | +1         | —                   | 1,37      | 1,37               | —   |
| B                              | +3         | —                   | 0,20      | 0,21               | —   |
| BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>   | -1         | —                   | —         | —                  | 2,28  |
| Ba                             | +2         | 1,43                | 1,35      | 1,38               | —   |
| Be                             | +2         | 0,34                | 0,31      | 0,34               | —   |
| Bi                             | +5         | —                   | 0,74      | 0,74               | —   |
|                                | +3         | —                   | —         | 1,20               | 1,16  |
|                                | -3         | —                   | —         | 2,13               | —   |
| Br                             | +7         | —                   | 0,39      | 0,39               | —   |
|                                | -1         | 1,96                | 1,95      | 1,96               | —   |
| C                              | +4         | 0,2                 | 0,15      | 0,20               | —   |
|                                | -4         | —                   | 2,60      | 2,60               | —   |
| CN <sup>-</sup>                | -1         | —                   | —         | —                  | 1,92  |
| Ca                             | +2         | 1,06                | 0,99      | 1,04               | —   |
| Cd                             | +2         | 1,03                | 0,97      | 0,99               | 0,92  |
| Ce                             | +4         | 1,02                | 1,01      | 0,88               | 0,93; 0,87                                    |
|                                | +3         | 1,18                | —         | 1,02               | 1,00; 1,02                                    |
| Cl                             | +7         | —                   | 0,26      | 0,26               | —   |
|                                | -1         | 1,81                | 1,81      | 1,81               | —   |
| ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>  | -1         | —                   | —         | —                  | 2,36  |
| Co                             | +3         | 0,64                | —         | 0,64               | 0,72  |
|                                | +2         | 0,82                | 0,72      | 0,78               | 0,78; 0,80                                    |
| Cr                             | +6         | 0,35                | 0,52      | 0,52               | 0,65  |
|                                | +3         | —                   | —         | 0,64               | 0,55  |
|                                | +2         | 0,83                | —         | 0,83               | —   |
| CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | -2         | —                   | —         | —                  | 3,00  |
| Cs                             | +1         | 1,65                | 1,69      | 1,65               | —   |

| Элемент                        | Заряд иона | Величина радиуса, Å |            |                   |   |
|--------------------------------|------------|---------------------|------------|-------------------|---|
|                                |            | по Гольд-пмидту     | по Полявгу | по Белову и Вокию | по другим источникам (Аренсу, Бацанову и др.) |
| Cu                             | +2         | 0,70                | —          | 0,80              | 0,69; 0,82                                    |
| Dy                             | +1         | —                   | 0,96       | 0,98              | 0,95  |
|                                | +3         | 1,07                | —          | 0,88              | 0,91  |
| Er                             | +3         | 1,04                | —          | 0,85              | 0,87  |
| Eu                             | +3         | 1,13                | —          | 0,97              | 0,96  |
|                                | +2         | —                   | —          | —                 | 1,09; 1,24                                    |
| F                              | +7         | —                   | 0,07       | 0,07              | —   |
|                                | -1         | 1,33                | 1,36       | 1,33              | —   |
| Fe                             | +3         | 0,67                | —          | 0,67              | 0,73  |
|                                | +2         | 0,83                | 0,75       | 0,80              | 0,75  |
| Ga                             | +3         | 0,62                | 0,62       | 0,62              | —   |
| Gd                             | +3         | 1,11                | —          | 0,94              | 0,94  |
| Ge                             | +4         | 0,44                | 0,53       | 0,44              | —   |
|                                | +2         | —                   | —          | 0,65              | 0,98  |
|                                | -4         | —                   | 2,72       | —                 | —   |
| H                              | -1         | 1,54                | 2,08       | 1,36              | —   |
| Hf                             | +4         | —                   | —          | 0,82              | 0,86  |
| Hg                             | +2         | 1,12                | 1,10       | 1,12              | 1,05  |
| Ho                             | +3         | 1,05                | —          | 0,86              | 0,89  |
| In                             | +3         | 0,92                | 0,81       | 0,92              | —   |
|                                | +1         | —                   | —          | 1,30              | —   |
| Ir                             | +4         | 0,66                | 0,64       | 0,65              | 0,75  |
|                                | +3         | —                   | —          | —                 | 0,81  |
|                                | +2         | —                   | —          | —                 | 0,89  |
| J                              | +7         | —                   | 0,50       | 0,50              | —   |
|                                | +5         | 0,94                | —          | —                 | 0,98  |
|                                | +1         | —                   | —          | —                 | 1,30  |
| K                              | -1         | 2,20                | 2,16       | 2,20              | 2,19  |
|                                | +1         | 1,33                | 1,33       | 1,33              | —   |
| La                             | +4         | —                   | —          | 0,90              | —   |
|                                | +3         | 1,22                | 1,15       | 1,04              | —   |
| Li                             | +1         | 0,78                | 0,60       | 0,68              | —   |
| Lu                             | +3         | 0,99                | —          | 0,80              | 0,84  |
| Mg                             | +2         | 0,78                | 0,65       | 0,74              | —   |
| Mn                             | +7         | —                   | 0,46       | 0,46              | —   |
|                                | +4         | 0,52                | 0,50       | 0,52              | —   |
|                                | +3         | 0,70                | —          | 0,70              | 0,67  |
|                                | +2         | 0,91                | 0,80       | 0,91              | —   |
| Mo                             | +6         | —                   | 0,62       | 0,65              | —   |
|                                | +4         | 0,68                | 0,66       | 0,68              | —   |
| MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | -2         | —                   | —          | —                 | 3,45  |
| N                              | +5         | 0,15                | 0,11       | 0,15              | —   |
|                                | -3         | —                   | 1,71       | 1,48              | 1,30  |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>   | +1         | 1,43                | —          | —                 | 1,59  |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>   | -1         | —                   | —          | —                 | 1,89; 2,57                                    |
| Na                             | +1         | 0,98                | 0,95       | 0,98              | —   |

| Элемент                       | Заряд<br>иона | Величина радиуса, Å |             |                      |  |
|-------------------------------|---------------|---------------------|-------------|----------------------|--|
|                               |               | по Гольд-<br>шмидту | по Полингту | по Белову<br>и Боклю | по другим<br>источникам<br>(Аренсу,<br>Валаанову<br>и др.) |
| Nb                            | +5            | 0,69                | 0,70        | 0,66                 | —  |
|                               | +4            | 0,69                | 0,67        | 0,67                 | 0,74   |
| Nd                            | +3            | 1,15                | —           | 0,99                 | 0,99   |
| Ni                            | +3            | 0,35                | —           | —                    | —  |
|                               | +2            | 0,78                | 0,69        | 0,74                 | 0,68; 0,79   |
|                               | +6            | —                   | —           | —                    | 0,82   |
|                               | +5            | —                   | —           | —                    | 0,88   |
| Np                            | +4            | —                   | —           | 0,88                 | 0,92   |
|                               | +3            | —                   | —           | 1,02                 | 1,01   |
| O                             | +6            | —                   | 0,09        | 0,09                 | —  |
|                               | -2            | 1,32                | 1,40        | 1,36                 | 1,45   |
| OH <sup>-</sup>               | -1            | —                   | —           | —                    | 1,53; 1,33   |
| OH <sub>3</sub> <sup>+</sup>  | +1            | —                   | —           | —                    | 1,35   |
| Os                            | +4            | 0,67                | 0,65        | 0,65                 | 0,75   |
|                               | +3            | —                   | —           | —                    | 0,81   |
|                               | +2            | —                   | —           | —                    | 0,89   |
| P                             | +5            | 0,35                | 0,34        | 0,35                 | —  |
|                               | -3            | —                   | 2,12        | 1,86                 | —  |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | -3            | —                   | —           | —                    | 3,00   |
| Pa                            | +4            | —                   | —           | 0,91                 | 0,96   |
|                               | +3            | —                   | —           | 1,06                 | 1,05   |
| Pb                            | +4            | 0,84                | 0,84        | 0,76                 | —  |
|                               | +2            | 1,32                | 1,21        | 1,26                 | 1,17   |
| Pd                            | +4            | —                   | —           | 0,64                 | -0,73  |
|                               | +2            | —                   | —           | —                    | 0,72; 0,88   |
| Pm                            | +3            | —                   | —           | 0,98                 | 0,98   |
| Pr                            | +4            | 1,00                | 0,92        | —                    | 0,92   |
|                               | +3            | 1,16                | —           | 1,00                 | 1,00   |
| Pt                            | +4            | —                   | —           | 0,64                 | 0,76   |
|                               | +2            | —                   | —           | —                    | 0,90; 0,87   |
|                               | +6            | —                   | —           | —                    | 0,81   |
|                               | +5            | —                   | —           | —                    | 0,87   |
| Pu                            | +4            | —                   | —           | 0,86                 | 0,90   |
|                               | +3            | —                   | —           | 1,02                 | 1,00   |
| Ra                            | +2            | 1,52                | —           | 1,44                 | —  |
| Rb                            | +1            | 1,49                | 1,48        | 1,49                 | —  |
| Re                            | +6            | —                   | —           | 0,56                 | 0,55   |
|                               | +4            | —                   | —           | 0,72                 | 0,71   |
| Rh                            | +4            | —                   | —           | 0,65                 | 0,71   |
|                               | +3            | 0,68                | —           | 0,75                 | 0,78   |
| Ru                            | +4            | 0,65                | 0,63        | 0,62                 | 0,71   |
|                               | +3            | —                   | —           | —                    | 0,74   |
|                               | +2            | —                   | —           | —                    | 0,85   |
| S                             | +6            | 0,34                | 0,29        | 0,30                 | —  |
|                               | -2            | 1,74                | 1,84        | 1,86                 | 1,90   |
| SH <sup>-</sup>               | -1            | —                   | —           | —                    | 2,00   |

Продолжение табл. 3

| Элемент             | Заряд иона | Величина радиуса, Å |            |                   |   |
|---------------------|------------|---------------------|------------|-------------------|---|
|                     |            | по Гольд-шмидту     | по Полингу | по Белову и Вокию | по другим источникам (Аренсу, Вацанову и др.) |
| $\text{SO}_4^{2-}$  | -2         | —                   | —          | —                 | 2,95  |
| $\text{HSO}_4^-$    | -1         | —                   | —          | —                 | 2,06  |
| Sb                  | +5         | —                   | 0,62       | 0,62              | —   |
|                     | +3         | 0,90                | —          | 0,90              | —   |
| Sc                  | -3         | —                   | 2,45       | 2,08              | —   |
|                     | +3         | 0,83                | 0,81       | 0,83              | —   |
|                     | +6         | —                   | —          | 0,35              | —   |
|                     | +4         | —                   | —          | 0,69              | —   |
| Si                  | -2         | 1,91                | 1,98       | 1,98              | 2,02  |
|                     | +4         | 0,39                | 0,41       | 0,39              | —   |
| $\text{SiO}_4^{4-}$ | -4         | —                   | 2,71       | —                 | —   |
|                     | -4         | —                   | —          | —                 | 2,90  |
| Sm                  | +3         | 1,13                | —          | 0,97              | 0,97  |
|                     | +2         | —                   | —          | —                 | 1,11  |
| Sn                  | +4         | 0,74                | 0,71       | 0,67              | —   |
|                     | +2         | —                   | —          | 1,02              | —   |
| Sr                  | -4         | —                   | 2,94       | —                 | —   |
|                     | +2         | 1,27                | 1,13       | 1,20              | 1,10  |
| Ta                  | +5         | —                   | —          | 0,66              | 0,73  |
| Tb                  | +3         | 1,09                | —          | 0,89              | 0,92  |
| Te                  | +6         | —                   | 0,56       | 0,56              | 0,61  |
|                     | +4         | 0,89                | 0,81       | 0,89              | —   |
| Th                  | -2         | 2,11                | 2,21       | 2,22              | —   |
|                     | +4         | 1,10                | 1,02       | 0,95              | 0,99  |
| Ti                  | +3         | —                   | —          | 1,08              | 1,08  |
|                     | +4         | 0,64                | 0,68       | 0,64              | —   |
| Tl                  | +3         | 0,69                | —          | 0,69              | —   |
|                     | +2         | 0,80                | —          | 0,78              | 0,76  |
|                     | +3         | 1,05                | 0,95       | 1,05              | —   |
| Tu                  | +1         | 1,49                | 1,44       | 1,36              | —   |
|                     | +3         | 1,04                | —          | 0,85              | 0,86  |
| U                   | +6         | —                   | —          | —                 | 0,83  |
|                     | +5         | —                   | —          | —                 | 0,87  |
|                     | -4         | 1,05                | 0,97       | 0,95              | 0,93; 0,89                                    |
| V                   | +3         | —                   | —          | 1,04              | 1,03  |
|                     | +5         | 0,4                 | 0,59       | —                 | 0,59  |
| W                   | +4         | 0,61                | 0,59       | 0,61              | 0,64  |
|                     | +3         | 0,65                | —          | 0,67              | —   |
|                     | +2         | 0,72                | —          | 0,72              | —   |
|                     | +6         | —                   | —          | 0,65              | —   |
| Yb                  | +4         | 0,68                | 0,66       | 0,68              | —   |
|                     | +3         | 1,06                | 0,93       | 0,97              | —   |
| Yb                  | +3         | 1,00                | —          | 0,81              | 0,85  |
| Zn                  | +2         | 0,83                | 0,74       | 0,83              | 0,70  |
| Zr                  | +4         | 0,87                | 0,80       | 0,82              | —   |

Таблица 4

## Потенциалы ионизации атомов и ионов

Потенциалом ионизации называется минимальное напряжение (в вольтах) электрического поля, необходимое для отрыва одного электрона от атома или иона.

В таблице указаны последовательные потенциалы ионизации атомов и ионов, т. е. потенциалы, необходимые для отделения одного электрона от нейтрального невозбужденного атома ( $X - e \rightarrow X^+$ ) и потенциалы, необходимые для отрыва одного электрона от однозарядного (положительного) невозбужденного иона ( $X^+ - e \rightarrow X^{2+}$ ), и т. д.

Недостаточно надежные данные заключены в скобках.

| Элемент | $X - e \rightarrow X^+$ | $X^+ - e \rightarrow X^{2+}$ | $X^{2+} - e \rightarrow X^{3+}$ | $X^{3+} - e \rightarrow X^{4+}$ | $X^{4+} - e \rightarrow X^{5+}$ | $X^{5+} - e \rightarrow X^{6+}$ |
|---------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Ac      | 6,89                    | 11,5                         | —                               | —                               | —                               | —                               |
| Ag      | 7,57                    | 21,48                        | 6,10                            | (52)                            | (70)                            | (89)                            |
| Al      | 5,98                    | 18,82                        | 28,44                           | 119,96                          | 153,8                           | 190,4                           |
| As      | 9,81                    | 18,7                         | 28,3                            | 50,1                            | 62,9                            | 127,5                           |
| Au      | 9,22                    | 20,5                         | 30,5                            | (44)                            | (58)                            | (73)                            |
| B       | 8,30                    | 25,15                        | 37,92                           | 259,30                          | 340,13                          | —                               |
| Ba      | 5,81                    | 10,00                        | 37                              | (49)                            | (62)                            | (80)                            |
| Be      | 9,32                    | 18,21                        | 153,9                           | 217,7                           | —                               | —                               |
| Bi      | 7,29                    | 19,3                         | 25,6                            | 45,3                            | 56,0                            | 94,4                            |
| Br      | 11,84                   | 21,6                         | 35,9                            | 47,3                            | 59,7                            | 88,6                            |
| C       | 11,26                   | 24,38                        | 47,86                           | 64,48                           | 392,0                           | 489,8                           |
| Ca      | 6,11                    | 11,87                        | 51,21                           | 67,3                            | 84                              | 109                             |
| Cd      | 8,99                    | 16,90                        | 44,5                            | (55)                            | (73)                            | (94)                            |
| Ce      | 6,91                    | 12,3                         | 19,5                            | 36,7                            | (70)                            | (85)                            |
| Cl      | 13,01                   | 23,80                        | 39,9                            | 53,3                            | 67,8                            | 96,6                            |
| Co      | 7,86                    | 17,05                        | 33,5                            | (53)                            | (82)                            | (109)                           |
| Cr      | 6,76                    | 16,49                        | 31                              | (51)                            | 73                              | 90,6                            |
| Cs      | 3,89                    | 25,1                         | 34,6                            | (46)                            | (62)                            | (74)                            |
| Cu      | 7,72                    | 20,29                        | 36,83                           | (59)                            | (83)                            | (109)                           |
| Dy      | 6,82                    | —                            | —                               | —                               | —                               | —                               |
| Eu      | 5,67                    | 11,24                        | —                               | —                               | —                               | —                               |
| F       | 17,42                   | 34,98                        | 62,65                           | 87,23                           | 114,2                           | 157,1                           |
| Fe      | 7,90                    | 16,18                        | 30,64                           | (56)                            | (79)                            | 103                             |
| Ga      | 6,00                    | 20,51                        | 30,70                           | 64,2                            | (90)                            | (118)                           |
| Gd      | 6,16                    | 12                           | —                               | —                               | —                               | —                               |
| Ge      | 7,88                    | 15,93                        | 34,21                           | 45,7                            | 93,4                            | (123)                           |
| H       | 13,60                   | —                            | —                               | —                               | —                               | —                               |
| He      | 24,58                   | 54,40                        | —                               | —                               | —                               | —                               |
| Hf      | 5,5                     | 14,9                         | (21)                            | (31)                            | —                               | —                               |
| Hg      | 10,43                   | 18,75                        | 34,2                            | (46)                            | (61)                            | (77)                            |
| In      | 5,79                    | 18,86                        | 28,0                            | 58                              | (77)                            | (98)                            |
| J       | 10,44                   | 19,0                         | 33                              | (42)                            | 71                              | 83                              |
| K       | 4,34                    | 31,8                         | 45,9                            | 61,1                            | 82,6                            | 99,4                            |
| Kr      | 14,00                   | 24,56                        | 36,9                            | 52,5                            | 64,7                            | 78,5                            |
| La      | 5,61                    | 11,43                        | 19,17                           | (52)                            | (66)                            | (80)                            |

| Элемент | $X \rightarrow e \rightarrow X^+$ | $X^+ \rightarrow e \rightarrow X^{2+}$ | $X^{2+} \rightarrow e \rightarrow X^{3+}$ | $X^{3+} \rightarrow e \rightarrow X^{4+}$ | $X^{4+} \rightarrow e \rightarrow X^{5+}$ | $X^{5+} \rightarrow e \rightarrow X^{6+}$ |
|---------|-----------------------------------|--|---|---|---|---|
| Li      | 5,39                              | 75,62                                  | 122,4                                     | —   | —   | —   |
| Lu      | 6,15                              | 14,7                                   | (19)                                      | —   | —   | —   |
| Mg      | 7,64                              | 15,03                                  | 78,2                                      | 109,3                                     | 141,2                                     | 186,8                                     |
| Mn      | 7,43                              | 15,64                                  | 33,69                                     | (53)                                      | (76)                                      | 100                                       |
| Mo      | 7,13                              | 15,72                                  | 29,6                                      | 46,4                                      | 61,2                                      | 67  |
| N       | 14,54                             | 29,60                                  | 47,43                                     | 77,45                                     | 97,86                                     | 552                                       |
| Na      | 5,14                              | 47,29                                  | 71,8                                      | 98,88                                     | 138,6                                     | 172,4                                     |
| Nb      | 6,88                              | 13,90                                  | 28,1                                      | 38,3                                      | 50  | 110,4                                     |
| Nd      | 6,31                              | —                                      | —   | —   | —   | —   |
| Ne      | 21,56                             | 41,07                                  | 63,5                                      | 97,2                                      | 126,4                                     | 157,9                                     |
| Ni      | 7,63                              | 18,15                                  | 36,16                                     | 56  | 79  | 113                                       |
| O       | 13,61                             | 35,15                                  | 54,93                                     | 77,39                                     | 113,9                                     | 138,1                                     |
| Os      | 8,7                               | 17                                     | 25  | 40  | 54  | 68  |
| P       | 10,55                             | 19,65                                  | 30,16                                     | 51,35                                     | 65,01                                     | 220,4                                     |
| Pb      | 7,42                              | 15,03                                  | 31,93                                     | 39,0                                      | 69,7                                      | 84  |
| Pd      | 8,33                              | 19,42                                  | (33)                                      | (49)                                      | (66)                                      | (90)                                      |
| Po      | 8,2                               | 19,4                                   | 27,3                                      | (38)                                      | (61)                                      | (73)                                      |
| Pr      | 5,76                              | —                                      | —   | —   | —   | —   |
| Pt      | 8,96                              | 18,54                                  | (29)                                      | (41)                                      | (55)                                      | (75)                                      |
| Ra      | 5,28                              | 10,14                                  | (34)                                      | (46)                                      | (59)                                      | (76)                                      |
| Rb      | 4,18                              | 27,56                                  | 40  | 52,6                                      | 71,0                                      | 84,4                                      |
| Re      | 7,87                              | 16,6                                   | (26)                                      | (38)                                      | (51)                                      | (65)                                      |
| Rf      | 7,46                              | 15,92                                  | 32,8                                      | (46)                                      | (67)                                      | (85)                                      |
| Rr      | 10,75                             | 21,4                                   | 29,4                                      | (44)                                      | (55)                                      | (67)                                      |
| Ru      | 7,36                              | 16,60                                  | 30,3                                      | (47)                                      | (63)                                      | (81)                                      |
| S       | 10,36                             | 23,4                                   | 34,8                                      | 47,3                                      | 72,5                                      | 88,0                                      |
| Sb      | 8,64                              | 16,7                                   | 24,8                                      | 44,1                                      | 63,8                                      | 119                                       |
| Sc      | 6,56                              | 12,89                                  | 24,75                                     | 73,9                                      | 91,8                                      | 111                                       |
| Se      | 9,75                              | 21,5                                   | 32,0                                      | 42,9                                      | 68,3                                      | 82,1                                      |
| Si      | 8,15                              | 16,34                                  | 33,46                                     | 45,1                                      | 166,7                                     | 205,1                                     |
| Sm      | 5,6                               | 11,2                                   | —   | —   | —   | —   |
| Sn      | 7,33                              | 14,6                                   | 30,7                                      | 46,4                                      | 91  | (103)                                     |
| Sr      | 5,69                              | 11,03                                  | 43,6                                      | 57,1                                      | 71,6                                      | 90,8                                      |
| Ta      | 7,7                               | 16,2                                   | (22)                                      | (33)                                      | (45)                                      | —   |
| Tf      | 6,74                              | —                                      | —   | —   | —   | —   |
| Tc      | 7,23                              | 14,87                                  | 31,9                                      | (43)                                      | (59)                                      | (76)                                      |
| Te      | 9,01                              | 18,8                                   | 31  | 38  | 66  | 83  |
| Th      | —                                 | 11,5                                   | 20,0                                      | 28,7                                      | (65)                                      | (80)                                      |
| Ti      | 6,83                              | 13,57                                  | 28,14                                     | 43,24                                     | 99,8                                      | 119                                       |
| Tl      | 6,11                              | 20,42                                  | 29,8                                      | 50  | (64)                                      | (81)                                      |
| V       | 6,74                              | 14,2                                   | 29,7                                      | 48,0                                      | 65,2                                      | 128,9                                     |
| W       | 7,98                              | 17,7                                   | (24)                                      | (35)                                      | (48)                                      | (61)                                      |
| Xe      | 12,13                             | 21,2                                   | 32,1                                      | (45)                                      | (57)                                      | 89  |
| Y       | 6,38                              | 12,23                                  | 20,5                                      | 61,8                                      | 77,0                                      | 93,0                                      |
| Yb      | 6,2                               | 12,10                                  | —   | —   | —   | —   |
| Zr      | 9,39                              | 17,96                                  | 39,70                                     | (62)                                      | (86)                                      | (114)                                     |
| Zr      | 6,84                              | 12,92                                  | 24,8                                      | 33,97                                     | 82,3                                      | 99,4                                      |

## Структуры внешних электронных слоев, ионные потенциалы и аналитические группы катионов (по Н. И. Блок)

(Под символами катионов приведены значения ионных потенциалов  $Z/R$  — отношение заряда иона к его радиусу)

| Законченный 2- или 8-электронный внешний слой |                 |                              |                  |                  |                  |                          |                  |                  |                  |                          |                   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |  |
|---|-----------------|------------------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--|
| Cs <sup>+</sup>                               | Rb <sup>+</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | K <sup>+</sup>   | Na <sup>+</sup>  | Li <sup>+</sup>  | Ra <sup>2+</sup>         | Ba <sup>2+</sup> | Sr <sup>2+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | La <sup>3+</sup>         | Ce <sup>3+</sup>  | Mg <sup>2+</sup> | Y <sup>3+</sup>  | Sc <sup>3+</sup> | Zr <sup>4+</sup> | Hf <sup>4+</sup> | Al <sup>3+</sup> | Be <sup>2+</sup> | Ti <sup>4+</sup> |  |
| 0,6   | 0,7             | 0,7                          | 0,8              | 1,0              | 1,3              | 1,3                      | 1,4              | 1,6              | 1,9              | 2,5                      | 2,5               | 2,6              | 2,8              | 3,6              | 4,6              | 4,6              | 5,3              | 5,9              | 6,2              |  |
| I группа                                      |                 |                              |                  |                  |                  | II группа                |                  |                  |                  | 1-я подгруппа III группы |                   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |  |
| Незаконченный 18-электронный внешний слой     |                 |                              |                  |                  |                  |                          |                  |                  |                  |                          |                   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |  |
|   |                 |                              |                  |                  |                  | Mn <sup>2+</sup>         | Fe <sup>2+</sup> | Co <sup>2+</sup> | Ni <sup>2+</sup> | Fe <sup>3+</sup>         | Cr <sup>3+</sup>  | Cu <sup>2+</sup> | Ru <sup>3+</sup> | Rh <sup>3+</sup> | Os <sup>IV</sup> | Ir <sup>IV</sup> |                  |                  |                  |  |
|   |                 |                              |                  |                  |                  | 2,2                      | 2,4              | 2,4              | 2,6              | 4,5                      | 4,6               | 2,5              | ?                | 4,4              | 6,0              | 6,0              |                  |                  |                  |  |
|   |                 |                              |                  |                  |                  | 2-я подгруппа III группы |                  |                  |                  |                          | IV и V группы     |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |  |
| Законченный 18-электронный внешний слой       |                 |                              |                  |                  |                  |                          |                  |                  |                  |                          |                   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |  |
| Au <sup>+</sup>                               | Ag <sup>+</sup> | Cu <sup>+</sup>              | Hg <sup>2+</sup> | Cd <sup>2+</sup> | Zn <sup>2+</sup> | In <sup>3+</sup>         | Ga <sup>3+</sup> | Sn <sup>IV</sup> | Ge <sup>IV</sup> | Sb <sup>V</sup>          | As <sup>V</sup>   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |  |
| 0,7   | 0,9             | 1,0                          | 1,8              | 1,9              | 2,4              | 3,3                      | 4,9              | 5,4              | 7,5              | 8,1                      | 10,6              |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |  |
| IV группа                                     |                 |                              |                  |                  |                  |                          | V группа         |                  |                  |                          |                   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |  |
| Внешняя электронная структура 18+2            |                 |                              |                  |                  |                  |                          |                  |                  |                  |                          |                   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |  |
|   |                 |                              |                  |                  |                  | Tl <sup>+</sup>          | Pb <sup>2+</sup> | Sn <sup>2+</sup> | Bi <sup>3+</sup> | Sb <sup>III</sup>        | As <sup>III</sup> |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |  |
|   |                 |                              |                  |                  |                  | 0,6                      | 1,5              | 1,9              | 2,6              | 3,3                      | 4,4               |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |  |
|   |                 |                              |                  |                  |                  | IV группа                |                  |                  |                  | V группа                 |                   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |  |

## Атомные веса, молекулярные веса\*, веса атомных групп и их логарифмы

При составлении этой таблицы все сложения атомных весов проводились в соответствии с правилами 2 и 3 (стр. 9) и лишние десятичные знаки были отброшены.

Атомные веса всех элементов (кроме одиннадцати элементов, перечисленных ниже) выражены числами, в которых ошибки находятся в пределах 0,5 последнего знака. Когда находят какую-нибудь дробную часть атомного веса, ошибка по своей величине, очевидно, переходит в следующий десятичный знак, который становится теперь первым из недостоверных знаков. Общее число знаков после запятой, таким образом, возрастает на одну единицу. Если, например, атомный вес титана (Ti) равен 47,90, то половина этого атомного веса ( $1/2$  Ti) будет не 23,95, а 23,950;  $\text{Sn} = 118,69$ ,  $1/2 \text{ Sn} = 59,345$ .

Когда находят кратное атомного веса, ошибка возрастает, и если требуется увеличить атомный вес в 10 и более раз, то число надо округлить, уменьшив число знаков после запятой на один знак. Так, например, атомный вес азота (N) равен 14,0067, а  $10\text{N}$  равно не 140,067, а 140,07.

У одиннадцати элементов: Ag, B, Br, C, Cl, Cr, Fe, H, O, S и Si — атомные веса выражены числами, в которых последние знаки даны с большими ошибками (см. стр. 14); например, атомный вес серебра равен  $107,870 \pm 0,003$ , атомный вес железа равен  $55,847 \pm 0,003$  и т. д.

При умножении атомного веса железа только на 2 ошибка будет в пределах  $\pm 0,006$  и, следовательно, может перейти в предыдущий знак; поэтому, если  $\text{Fe} = 55,847$ , то  $2\text{Fe}$  будет не 111,694, а 111,69. При делении атомного веса железа на 3 максимальная ошибка будет в пределах  $\pm 0,0001$  и, следовательно, число знаков после запятой не должно увеличиваться:  $1/3 \text{ Fe} = 18,615$ .

Такими же соображениями надо руководствоваться и при сложении атомных весов различных элементов: если сумма максимальных возможных ошибок будет равна или превысит  $\pm 5$  в последнем знаке, надо произвести округление, уменьшив число знаков после запятой на единицу.

| Формула  | Вес a   | lg a   |
|--|---------|--------|
| Ag   | 107,868 | 03 290 |
| 2Ag  | 215,74  | 33 393 |
| 3Ag  | 323,61  | 51 002 |
| Ag <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub>   | 446,53  | 64 985 |
| Ag <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>   | 462,53  | 66 514 |
| AgBr   | 187,779 | 27 365 |
| AgC <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub><br>(ацетар)                 | 166,915 | 22 250 |
| AgC <sub>7</sub> H <sub>4</sub> NS <sub>2</sub><br>(меркаптобензотиазолид) | 274,11  | 43 792 |
| AgCN   | 133,883 | 12 674 |

\* Молекулярные веса не помещенных в этой таблице растворятелей и органических реактивов приведены соответственно в табл. 41 и 45.

| Формула   | Вес $a$  | $\lg a$ |
|---|--|---------|
| AgCNO   | 149,887  | 17 576  |
| AgCNS   | 165,95   | 21 998  |
| Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>   | 275,75   | 44 052  |
| AgCl  | 143,323  | 15 632  |
| Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>  | 331,73   | 52 078  |
| Ag <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                              | 431,73   | 63 521  |
| AgF   | 126,868  | 10 335  |
| Ag <sub>3</sub> Fe (CN) <sub>6</sub>  | 535,56   | 72 881  |
| Ag <sub>4</sub> Fe (CN) <sub>6</sub>  | 643,43   | 80 850  |
| AgJ   | 234,774  | 37 065  |
| AgNO <sub>2</sub>   | 153,876  | 18 717  |
| AgNO <sub>3</sub>   | 169,875  | 23 013  |
| Ag <sub>2</sub> O   | 231,74   | 36 500  |
| Ag <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>   | 418,58   | 62 178  |
| Ag <sub>2</sub> S   | 247,80   | 39 410  |
| Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   | 311,80   | 49 388  |
| AgVO <sub>3</sub>   | 206,809  | 31 557  |
| Ag <sub>3</sub> VO <sub>4</sub>   | 438,55   | 64 202  |
| Al  | 26,9815  | 43 106  |
| 1/3Al   | 8,99383  | 95 394  |
| 2Al   | 53,9630  | 73 210  |
| 3Al   | 80,9445  | 90 819  |
| 4Al   | 107,9260   | 03 313  |
| 5Al   | 134,9075   | 13 003  |
| 6Al   | 161,8890   | 20 922  |
| AlBr <sub>3</sub>   | 266,71   | 42 604  |
| Al (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>3</sub><br>(ацетат) | 204,117  | 30 988  |
| Al (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>3</sub><br>(оксихинолят)         | 459,444  | 66 223  |
| AlCl <sub>3</sub>   | 133,341  | 12 496  |
| AlCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O  | 241,433  | 38 280  |
| AlF <sub>3</sub>  | 83,9767  | 92 416  |
| AlF <sub>6</sub>  | 140,9719   | 14 913  |
| AlK (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O                     | См. KAl (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O                |         |
| AlNH <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O       | См. NH <sub>4</sub> Al (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O |         |
| Al (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>  | 212,996  | 32 837  |
| Al (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O                       | 375,134  | 57 419  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 101,9612   | 00 843  |
| 1/6Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 16,9935  | 23 028  |
| Al (OH) <sub>3</sub>  | 78,0036  | 89 211  |
| AlPO <sub>4</sub>   | 121,953  | 08 619  |
| Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>                             | 342,15   | 53 422  |
| Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·18H <sub>2</sub> O         | 666,42   | 82 375  |
| -----   |  |         |
| As  | 74,9216  | 87 461  |
| 1/2As   | 37,46080   | 57 358  |
| 1/3As   | 24,97387   | 39 748  |

| Формула                                   | Вес $a$  | $\lg a$ |
|---|----------|---------|
| $\frac{1}{5}\text{As}$                    | 14,98432 | 17 564  |
| $2\text{As}$                              | 149,8432 | 17 564  |
| $\text{AsBr}_3$                           | 314,65   | 49 783  |
| $\text{AsCl}_3$                           | 181,281  | 25 835  |
| $\text{AsCl}_5$                           | 252,187  | 40 172  |
| $\text{AsH}_3$                            | 77,9455  | 89 179  |
| $\text{AsO}_3$                            | 122,9198 | 08 962  |
| $\text{AsO}_4$                            | 138,9192 | 14 276  |
| $\text{As}_2\text{O}_3$                   | 197,8414 | 29 632  |
| $\frac{1}{4}\text{As}_2\text{O}_3$        | 49,4603  | 69 426  |
| $\text{As}_2\text{O}_5$                   | 229,8402 | 36 143  |
| $\text{As}_2\text{O}_7$                   | 261,8390 | 41 803  |
| $\text{AsS}_4$                            | 203,18   | 30 788  |
| $\text{As}_2\text{S}_3$                   | 246,04   | 39 101  |
| $\text{As}_2\text{S}_5$                   | 310,16   | 49 159  |
| -----                                     |          |         |
| -----                                     |          |         |
| $\text{Au}$                               | 196,967  | 29 439  |
| $\frac{1}{3}\text{Au}$                    | 65,6557  | 81 727  |
| $2\text{Au}$                              | 393,934  | 59 542  |
| $\text{AuCN}$                             | 222,985  | 34 828  |
| $\text{Au}(\text{CN})_2$                  | 249,003  | 39 620  |
| $\text{Au}(\text{CN})_4$                  | 301,038  | 47 862  |
| $\text{AuCl}_3$                           | 303,326  | 48 191  |
| $\text{AuCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 339,357  | 53 066  |
| $\text{AuCl}_4$                           | 338,779  | 52 992  |
| -----                                     |          |         |
| -----                                     |          |         |
| $\text{B}$                                | 10,811   | 03 387  |
| $\frac{1}{3}\text{B}$                     | 3,6037   | 55 675  |
| $2\text{B}$                               | 21,622   | 33 490  |
| $3\text{B}$                               | 32,433   | 51 099  |
| $4\text{B}$                               | 43,244   | 63 593  |
| $\text{BBr}_3$                            | 250,54   | 39 888  |
| $\text{BCl}_3$                            | 117,170  | 06 882  |
| $\text{BF}_3$                             | 67,806   | 83 127  |
| $\text{BF}_4$                             | 86,805   | 93 854  |
| $\text{BO}_2$                             | 42,810   | 63 155  |
| $\text{BO}_3$                             | 58,809   | 76 944  |
| $\text{B}_2\text{O}_3$                    | 69,620   | 84 273  |
| $\text{B}_4\text{O}_7$                    | 155,240  | 19 100  |
| -----                                     |          |         |
| -----                                     |          |         |

| Формула   | Вес $a$  | $\lg a$ |
|---|----------|---------|
| Ba  | 137,34   | 13 780  |
| $\frac{1}{2}$ Ba  | 68,670   | 83 677  |
| 2Ba   | 274,68   | 43 883  |
| 3Ba   | 412,02   | 61 492  |
| BaBr <sub>2</sub>   | 297,16   | 47 299  |
| BaBr <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O  | 333,19   | 52 269  |
| Ba (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O<br>(ацетат) | 273,45   | 43 688  |
| BaCO <sub>3</sub>   | 197,35   | 29 524  |
| BaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub><br>(оксалат)  | 225,36   | 35 288  |
| BaCl <sub>2</sub>   | 208,25   | 31 859  |
| BaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O  | 244,28   | 38 789  |
| Ba (ClO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O   | 322,26   | 50 821  |
| BaClO <sub>4</sub>  | 236,79   | 37 436  |
| BaClO <sub>4</sub> ·3H <sub>2</sub> O   | 290,84   | 46 365  |
| BaCrO <sub>4</sub>  | 253,33   | 40 369  |
| BaF <sub>2</sub>  | 175,34   | 24 388  |
| Ba (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 261,35   | 41 722  |
| BaO   | 153,34   | 18 566  |
| $\frac{1}{2}$ BaO   | 76,67    | 88 463  |
| BaO <sub>2</sub>  | 169,34   | 22 876  |
| Ba (OH) <sub>2</sub>  | 171,35   | 23 388  |
| Ba (OH) <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O   | 315,48   | 49 899  |
| $\frac{1}{2}$ Ba (OH) <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O   | 157,74   | 19 794  |
| BaSO <sub>3</sub>   | 217,40   | 35 679  |
| BaSO <sub>4</sub>   | 233,40   | 36 810  |
| BaSeO <sub>4</sub>  | 280,30   | 44 762  |
| BaSiF <sub>6</sub>  | 279,42   | 44 626  |
| -----   |          |         |
| -----   |          |         |
| Be  | 9,0122   | 95 483  |
| $\frac{1}{2}$ Be  | 4,50610  | 65 380  |
| 2Be   | 18,0244  | 25 586  |
| BeCO <sub>3</sub>   | 69,0216  | 83 898  |
| BeCO <sub>3</sub> ·4H <sub>2</sub> O  | 141,0829 | 14 947  |
| BeCl <sub>2</sub>   | 79,918   | 90 264  |
| BeCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O  | 151,980  | 18 179  |
| BeF <sub>2</sub>  | 47,0090  | 67 218  |
| BeF <sub>4</sub>  | 85,0058  | 92 945  |
| Be (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·3H <sub>2</sub> O   | 187,068  | 27 200  |
| BeO   | 25,0116  | 39 814  |
| Be (OH) <sub>2</sub>  | 43,0269  | 63 374  |
| Be <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   | 191,968  | 28 323  |
| BeSO <sub>4</sub>   | 105,074  | 02 149  |
| BeSO <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O  | 177,135  | 24 830  |
| -----   |          |         |
| -----   |          |         |

| Формула   | Вес $a$  | $\lg a$ |
|---|----------|---------|
| Bi  | 208,980  | 32 010  |
| $\frac{1}{2}$ Bi  | 69,6600  | 84 298  |
| 2Bi   | 417,960  | 62 113  |
| BiC <sub>6</sub> H <sub>3</sub> O <sub>3</sub><br>(пирогаллат)                        | 332,069  | 52 123  |
| Bi (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>3</sub><br>(оксихинолят)                   | 641,443  | 80 716  |
| Bi (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O<br>(оксихинолят) | 659,458  | 81 919  |
| Bi (C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> ONS) <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O<br>(тионалд)  | 875,85   | 94 243  |
| BiCl <sub>3</sub>   | 315,339  | 49 878  |
| BiCr (CNS) <sub>6</sub>   | 609,47   | 78 495  |
| BiI <sub>3</sub>  | 589,693  | 77 063  |
| BiI <sub>4</sub>  | 716,598  | 85 528  |
| (BiI <sub>4</sub> H) (C <sub>9</sub> H <sub>7</sub> ON)<br>(оксихинолин)              | 862,768  | 93 589  |
| (BiI <sub>4</sub> H) (C <sub>10</sub> H <sub>9</sub> N)<br>(хинальдин)                | 860,796  | 93 490  |
| Bi (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>  | 394,995  | 59 659  |
| Bi (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ·5H <sub>2</sub> O                                 | 485,071  | 68 580  |
| Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 465,958  | 66 834  |
| (BiO) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · $\frac{1}{2}$ H <sub>2</sub> O                   | 518,976  | 71 515  |
| BiOBr   | 304,888  | 48 414  |
| BiOCl   | 260,432  | 41 569  |
| (BiO) <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                                     | 665,947  | 82 344  |
| BiONO <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O  | 305,000  | 48 430  |
| BiPO <sub>4</sub>   | 303,951  | 48 280  |
| Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub>  | 514,15   | 71 109  |
| <hr/>   |          |         |
| Br  | 79,904   | 90 255  |
| 2Br   | 159,808  | 20 351  |
| 3Br   | 239,73   | 37 972  |
| 4Br   | 319,64   | 50 466  |
| 5Br   | 399,55   | 60 157  |
| 6Br   | 479,45   | 68 074  |
| BrO   | 95,908   | 98 185  |
| BrO <sub>3</sub>  | 127,907  | 10 689  |
| $\frac{1}{6}$ BrO <sub>3</sub>  | 21,3178  | 32 874  |
| <hr/>   |          |         |
| C   | 12,01115 | 07 958  |
| 2C  | 24,0223  | 38 061  |
| 3C  | 36,0335  | 55 671  |
| 4C  | 48,0446  | 68 164  |
| 5C  | 60,0558  | 77 855  |

| Формула  | Вес $a$  | $\lg a$ |
|--|----------|---------|
| 6C   | 72,0669  | 85 774  |
| 7C   | 84,0781  | 92 468  |
| 8C   | 96,0892  | 98 267  |
| CCl <sub>4</sub>   | 153,823  | 18 702  |
| CH <sub>2</sub>  | 14,0271  | 14 697  |
| 2CH <sub>2</sub>   | 28,0542  | 44 800  |
| 3CH <sub>2</sub>   | 42,0813  | 62 409  |
| 4CH <sub>2</sub>   | 56,1084  | 74 903  |
| 5CH <sub>2</sub>   | 70,1355  | 84 594  |
| 6CH <sub>2</sub>   | 84,1625  | 92 512  |
| CH <sub>3</sub>  | 15,0351  | 17 711  |
| 2CH <sub>3</sub>   | 30,0701  | 47 814  |
| 3CH <sub>3</sub>   | 45,1052  | 65 423  |
| 4CH <sub>3</sub>   | 60,1402  | 77 916  |
| 5CH <sub>3</sub>   | 75,1753  | 87 608  |
| 6CH <sub>3</sub>   | 90,2104  | 95 526  |
| CH <sub>4</sub>  | 16,0430  | 20 529  |
| C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>                                      | 26,0382  | 41 561  |
| C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>                                      | 29,0622  | 46 333  |
| 2C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>                                     | 58,1243  | 76 436  |
| 3C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>                                     | 87,1865  | 94 045  |
| C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>                                      | 77,1068  | 88 709  |
| 2C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>                                     | 154,2135 | 18 812  |
| 3C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>                                     | 231,3203 | 36 421  |
| C <sub>10</sub> H <sub>6</sub>                                     | 126,1593 | 10 092  |
| C <sub>10</sub> H <sub>7</sub>                                     | 127,1673 | 10 437  |
| C <sub>10</sub> H <sub>8</sub><br>(нафталин)                       | 128,1753 | 10 780  |
| CH <sub>3</sub> Br   | 94,944   | 97 747  |
| CHCl <sub>3</sub>  | 119,378  | 07 692  |
| CH <sub>3</sub> Cl   | 50,488   | 70 319  |
| CH <sub>3</sub> F  | 34,0335  | 53 191  |
| CH <sub>3</sub> J  | 141,9395 | 15 210  |
| CH <sub>2</sub> N <sub>2</sub>                                     | 42,0405  | 62 367  |
| 2CH <sub>2</sub> N <sub>2</sub>                                    | 84,0810  | 92 470  |
| C <sub>2</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub><br>(этилендиамин)     | 60,0995  | 77 887  |
| C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N<br>(пиридин)                       | 79,1023  | 89 819  |
| 2C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N                                   | 158,2046 | 19 922  |
| C <sub>20</sub> H <sub>16</sub> N <sub>4</sub><br>(нитрон)         | 312,3773 | 49 468  |
| C <sub>20</sub> H <sub>16</sub> N <sub>4</sub> · HClO <sub>4</sub> | 412,836  | 61 578  |
| C <sub>20</sub> H <sub>16</sub> N <sub>4</sub> · HNO <sub>3</sub>  | 375,3902 | 57 448  |
| CH <sub>2</sub> O  | 30,0265  | 47 750  |
| CH <sub>3</sub> O  | 31,0345  | 49 184  |
| 2CH <sub>3</sub> O   | 62,0689  | 79 287  |
| CH <sub>4</sub> O  | 32,0424  | 50 573  |
| C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O                                    | 43,0456  | 63 393  |
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O                                    | 46,0695  | 66 341  |
| C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub><br>(тарترات-ион)      | 148,0729 | 17 048  |

| Формула   | Вес $\alpha$ | Ig $\alpha$ |
|---|--------------|-------------|
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O<br>(фенол)                                  | 94,1441      | 97 365      |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> N<br>(антрацилат-ион)          | 136,1314     | 13 396      |
| C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> ON<br>(оксихинолин-ион)                       | 144,1543     | 15 883      |
| C <sub>9</sub> H <sub>7</sub> ON<br>(оксихинолин)                           | 145,1622     | 16 185      |
| CN  | 26,0179      | 41 527      |
| 2CN   | 52,0357      | 71 630      |
| 3CN   | 78,0536      | 89 239      |
| 4CN   | 104,0714     | 01 733      |
| 5CN   | 130,0893     | 11 424      |
| 6CN   | 156,1071     | 19 342      |
| CNO   | 42,0173      | 62 343      |
| CNS   | 58,082       | 76 404      |
| 2CNS  | 116,16       | 06 506      |
| 3CNS  | 174,25       | 24 117      |
| 4CNS  | 232,33       | 36 611      |
| 5CNS  | 290,41       | 46 301      |
| 6CNS  | 348,49       | 54 219      |
| CO  | 28,0106      | 44 732      |
| CO (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>  | 60,0558      | 77 855      |
| CO <sub>2</sub>   | 44,0100      | 64 355      |
| 1/2CO <sub>2</sub>  | 22,0050      | 34 252      |
| 2CO <sub>2</sub>  | 88,0199      | 94 458      |
| 3CO <sub>2</sub>  | 132,0299     | 12 067      |
| CO <sub>3</sub>   | 60,0094      | 77 822      |
| 1/2CO <sub>3</sub>  | 30,0047      | 47 719      |
| 2CO <sub>3</sub>  | 120,0187     | 07 986      |
| 3CO <sub>3</sub>  | 180,0281     | 25 534      |
| C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>   | 88,0199      | 94 458      |
| CO <sub>2</sub> H   | 45,0179      | 65 339      |
| CS <sub>2</sub>   | 76,139       | 88 161      |
| CS (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>  | 76,120       | 88 150      |
| <hr/>   |              |             |
| Ca  | 40,08        | 60 293      |
| 1/2Ca   | 20,040       | 30 190      |
| 2Ca   | 80,16        | 90 396      |
| 3Ca   | 120,24       | 08 005      |
| CaBr <sub>2</sub>   | 199,90       | 30 081      |
| CaBr <sub>2</sub>   | 199,90       | 30 081      |
| CaBr <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O  | 307,99       | 48 854      |
| CaC <sub>2</sub>  | 64,10        | 80 686      |
| Ca (CHO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub><br>(формиат)                            | 130,12       | 11 434      |
| Ca (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub><br>(ацетат) | 158,17       | 19 912      |
| Ca (C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>2</sub><br>(лактат) | 218,22       | 33 889      |

| Формула   | Вес а  | lg а   |
|---|--------|--------|
| Ca (C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 5H <sub>2</sub> O                                 | 308,30 | 48 897 |
| Ca <sub>3</sub> (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> ) <sub>2</sub><br>(цитрат)                            | 498,45 | 69 762 |
| Ca <sub>3</sub> (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O                    | 570,51 | 75 626 |
| Ca (C <sub>10</sub> H <sub>7</sub> N <sub>4</sub> O <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> · 8H <sub>2</sub> O<br>(пирролонат) | 710,58 | 85 161 |
| CaCN <sub>2</sub><br>(дианамид)   | 80,10  | 90 363 |
| CaCO <sub>3</sub>   | 100,09 | 00 039 |
| 1/2CaCO <sub>3</sub>  | 50,045 | 69 936 |
| CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>   | 128,10 | 10 755 |
| 1/2CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>  | 64,050 | 80 652 |
| CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O  | 146,12 | 16 471 |
| CaCl <sub>2</sub>   | 110,99 | 04 528 |
| CaCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O   | 219,08 | 34 060 |
| Ca (ClO) <sub>2</sub>   | 142,98 | 15 528 |
| Ca (ClO) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O   | 215,05 | 33 254 |
| CaCrO <sub>4</sub>  | 156,07 | 19 332 |
| CaCrO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O  | 192,10 | 28 353 |
| CaF <sub>2</sub>  | 78,08  | 89 254 |
| Ca <sub>2</sub> Fe (CN) <sub>6</sub> · 12H <sub>2</sub> O   | 508,30 | 70 612 |
| CaH <sub>2</sub>  | 42,10  | 62 428 |
| Ca (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>   | 162,11 | 20 981 |
| 1/2Ca (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 81,057 | 90 879 |
| CaHPO <sub>4</sub>  | 136,06 | 13 373 |
| CaHPO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O  | 172,09 | 23 576 |
| Ca (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>   | 234,05 | 36 931 |
| Ca (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O  | 252,07 | 40 152 |
| Ca (HS) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O  | 214,32 | 33 106 |
| Ca (HSO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>   | 202,22 | 30 582 |
| CaI <sub>2</sub>  | 293,89 | 46 818 |
| CaMoO <sub>4</sub>  | 200,02 | 30 107 |
| Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 164,09 | 21 508 |
| Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O  | 236,15 | 37 319 |
| CaO   | 56,08  | 74 881 |
| 1/2CaO  | 28,040 | 44 778 |
| 2CaO  | 112,16 | 04 984 |
| Ca (OH) <sub>2</sub>  | 74,09  | 86 976 |
| 1/2Ca (OH) <sub>2</sub>   | 37,047 | 56 875 |
| Ca (PO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 198,02 | 29 671 |
| Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>   | 310,18 | 49 161 |
| CaS   | 72,14  | 85 818 |
| CaSO <sub>3</sub>   | 120,14 | 07 969 |
| CaSO <sub>3</sub> · 2H <sub>2</sub> O   | 156,17 | 19 360 |
| CaSO <sub>4</sub>   | 136,14 | 13 399 |
| CaSO <sub>4</sub> · 1/2H <sub>2</sub> O   | 145,15 | 16 182 |
| CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O   | 172,17 | 23 596 |
| CaS <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 152,21 | 18 244 |
| CaS <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O   | 260,30 | 41 547 |
| CaSiF <sub>6</sub>  | 182,16 | 26 045 |

| Формула  | Вес $\alpha$ | $\lg \alpha$ |
|--|--------------|--------------|
| CaSiO <sub>3</sub> . . . . .   | 116,16       | 06 506       |
| CaWO <sub>4</sub> . . . . .  | 287,93       | 45 929       |
| <hr/>  |              |              |
| Cd   | 112,40       | 05 077       |
| $\frac{1}{2}$ Cd . . . . .   | 56,200       | 74 974       |
| 2Cd . . . . .  | 224,80       | 35 180       |
| CdBr <sub>2</sub> . . . . .  | 272,22       | 43 492       |
| CdBr <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O . . . . .   | 344,28       | 53 691       |
| Cd (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                    | 230,49       | 36 265       |
| (ацетат)   |              |              |
| Cd (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O . . . . . | 266,52       | 42 573       |
| Cd (C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N) <sub>2</sub> (CNS) <sub>2</sub> . . . . .               | 386,77       | 58 745       |
| (пиридин)  |              |              |
| Cd (C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N) <sub>4</sub> (CNS) <sub>2</sub> . . . . .               | 544,97       | 73 637       |
| Cd (C <sub>7</sub> H <sub>4</sub> NS) <sub>2</sub> . . . . .                                 | 444,89       | 64 825       |
| (меркаптобензгиазолид)   |              |              |
| Cd (C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> N) <sub>2</sub> . . . . .                   | 384,66       | 58 508       |
| (антрацилат)   |              |              |
| Cd (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub> . . . . .                                 | 400,71       | 60 283       |
| (оксихинолят)  |              |              |
| Cd (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O . . . . .              | 436,74       | 64 022       |
| Cd (C <sub>10</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> N) <sub>2</sub> . . . . .                  | 456,73       | 65 966       |
| (хинальдинат)  |              |              |
| Cd (CN) <sub>2</sub> . . . . .   | 164,44       | 21 601       |
| CdCO <sub>3</sub> . . . . .  | 172,41       | 23 656       |
| CdCl <sub>2</sub> . . . . .  | 183,31       | 26 319       |
| CdCl <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O . . . . .  | 201,32       | 30 389       |
| CdCl <sub>2</sub> ·2,5H <sub>2</sub> O . . . . .   | 228,34       | 35 858       |
| CdHg (CNS) <sub>4</sub> . . . . .  | 545,32       | 73 665       |
| CdJ <sub>2</sub> . . . . .   | 366,21       | 56 373       |
| CdNH <sub>4</sub> PO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O . . . . .                                | 243,43       | 38 637       |
| Cd (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .   | 236,40       | 37 365       |
| Cd (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O . . . . .                              | 308,47       | 48 921       |
| CdO . . . . .  | 128,40       | 10 857       |
| Cd(OH) <sub>2</sub> . . . . .  | 146,41       | 16 557       |
| Cd <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .                                      | 398,74       | 60 069       |
| CdS . . . . .  | 144,46       | 15 975       |
| CdSO <sub>4</sub> . . . . .  | 208,46       | 31 902       |
| CdSO <sub>4</sub> · $\frac{8}{3}$ H <sub>2</sub> O . . . . .                                 | 256,50       | 40 909       |
| <hr/>  |              |              |
| Ce   | 140,12       | 14 650       |
| $\frac{1}{4}$ Ce . . . . .   | 35,030       | 54 444       |
| $\frac{1}{3}$ Ce . . . . .   | 46,707       | 66 938       |
| 2Ce . . . . .  | 280,24       | 44 753       |

| Формула   | Вес $a$  | $\lg a$ |
|---|----------|---------|
| Ce (C <sub>2</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O<br>(этилендиаммоний) | 774,70   | 88 913  |
| Ce (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>3</sub><br>(оксихинолят)   | 572,58   | 75 784  |
| Ce <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>   | 544,30   | 73 584  |
| Ce <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 9H <sub>2</sub> O   | 706,44   | 84 908  |
| CeCl <sub>3</sub>   | 246,48   | 39 178  |
| CeCl <sub>3</sub> · 7H <sub>2</sub> O   | 372,59   | 57 123  |
| Ce (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub>  | 548,23   | 73 896  |
| Ce (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> · 2H <sub>2</sub> O  | 584,26   | 76 661  |
| Ce (NH <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O  | 632,55   | 80 109  |
| Ce (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>  | 326,13   | 51 339  |
| Ce (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O  | 434,23   | 63 772  |
| CeO <sub>2</sub>  | 172,12   | 23 583  |
| Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 328,24   | 51 619  |
| Ce <sub>3</sub> O <sub>4</sub>  | 484,36   | 68 517  |
| CePO <sub>4</sub>   | 235,09   | 37 123  |
| Ce (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  | 332,24   | 52 145  |
| Ce (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O  | 404,30   | 60 670  |
| Ce <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>   | 568,42   | 75 467  |
| Ce <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 8H <sub>2</sub> O   | 712,55   | 85 282  |
| -----   |          |         |
| Cl  | 35,453   | 54 965  |
| 2Cl   | 70,906   | 85 068  |
| 3Cl   | 106,359  | 02 677  |
| 4Cl   | 141,812  | 15 171  |
| 5Cl   | 177,27   | 24 864  |
| 6Cl   | 212,72   | 32 781  |
| ClO   | 51,452   | 71 140  |
| ClO <sub>2</sub>  | 67,452   | 82 899  |
| ClO <sub>3</sub>  | 83,451   | 92 143  |
| ClO <sub>4</sub>  | 99,451   | 99 761  |
| -----   |          |         |
| Co  | 58,9332  | 77 036  |
| 1/3Co   | 19,64440 | 29 324  |
| 1/2Co   | 29,46660 | 46 933  |
| 2Co   | 117,8664 | 07 139  |
| 3Co   | 176,7996 | 24 748  |
| CoBr <sub>2</sub>   | 218,751  | 33 995  |
| CoBr <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O   | 326,843  | 51 434  |
| Co (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O<br>(ацетат)   | 249,085  | 39 635  |
| Co (C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N) <sub>4</sub> (CNS) <sub>2</sub><br>(пиридин)   | 491,51   | 69 153  |

\*

| Формула   | Вес $a$   | $\lg a$ |
|---|---|---------|
| Co <sub>3</sub> (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O . . . . . | 627,066   | 79 731  |
| (цитрат)  |   |         |
| Co (C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> N) <sub>2</sub> . . . . .                                | 331,196   | 52 009  |
| (антрацилат)  |   |         |
| Co (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O . . . . .                           | 383,272   | 58 351  |
| (оксихинолят)   |   |         |
| Co (C <sub>10</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> N) <sub>3</sub> ·2H <sub>2</sub> O . . . . .            | 611,458   | 78 637  |
| ( $\alpha$ -нитрозо- $\beta$ -нафтол)   |   |         |
| CoC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O . . . . .  | 182,984   | 26 241  |
| CoCl <sub>2</sub> . . . . .   | 129,839   | 11 341  |
| CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O . . . . .  | 237,931   | 37 645  |
| CoCrO <sub>4</sub> . . . . .  | 174,927   | 24 286  |
| CoHg (CNS) <sub>4</sub> . . . . .   | 491,85  | 69 183  |
| Co (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .  | 182,943   | 26 232  |
| Co (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O . . . . .   | 291,035   | 46 395  |
| CoO . . . . .   | 74,9326   | 87 467  |
| Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .  | 165,8646  | 21 975  |
| Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub> . . . . .  | 240,797   | 38 165  |
| Co <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .   | 291,810   | 46 510  |
| CoS . . . . .   | 90,997  | 95 904  |
| CoSO <sub>4</sub> . . . . .   | 154,995   | 19 032  |
| CoSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O . . . . .  | 281,102   | 44 886  |
| -----   |   |         |
| -----   |   |         |
| Cr . . . . .  | 51,996  | 71 597  |
| 1/3Cr . . . . .   | 17,3320   | 23 885  |
| 2Cr . . . . .   | 103,992   | 01 700  |
| 3Cr . . . . .   | 155,988   | 19 309  |
| CrCl <sub>2</sub> . . . . .   | 122,902   | 08 956  |
| CrCl <sub>3</sub> . . . . .   | 158,355   | 19 963  |
| CrCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O . . . . .  | 266,447   | 42 561  |
| CrK (SO) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O . . . . .   | См. KCr (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O |         |
| Cr (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> . . . . .  | 238,011   | 37 660  |
| Cr (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O . . . . .   | 400,149   | 60 222  |
| CrO . . . . .   | 67,995  | 83 248  |
| CrO <sub>3</sub> . . . . .  | 99,994  | 99 997  |
| CrO <sub>4</sub> . . . . .  | 115,994   | 06 444  |
| 1/3CrO <sub>4</sub> . . . . .   | 38,6647   | 58 731  |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .  | 151,990   | 18 182  |
| 1/3Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .   | 75,995  | 88 079  |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .  | 215,988   | 33 443  |
| 1/6Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .   | 35,9980   | 55 628  |
| Cr (OH) <sub>3</sub> . . . . .  | 103,018   | 01 291  |
| CrPO <sub>4</sub> . . . . .   | 146,967   | 16 722  |
| Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . . . . .   | 392,18  | 59 349  |
| Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·18H <sub>2</sub> O . . . . .                             | 716,45  | 85 519  |
| -----   |   |         |
| -----   |   |         |

| Формула   | Вес $a$ | $\lg a$ |
|---|---------|---------|
| Cs  | 132,905 | 12 354  |
| 2Cs   | 265,810 | 42 457  |
| CsAl (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O  | 568,19  | 75 449  |
| Cs <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>   | 325,819 | 51 298  |
| CsCl  | 168,358 | 22 623  |
| CsClO <sub>4</sub>  | 232,356 | 36 615  |
| Cs <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>  | 381,804 | 58 184  |
| Cs <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>  | 481,798 | 68 287  |
| CsJ   | 259,809 | 41 465  |
| CsNO <sub>3</sub>   | 194,910 | 28 983  |
| Cs <sub>2</sub> O   | 281,809 | 44 995  |
| CsOH  | 149,912 | 17 584  |
| Cs <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>   | 673,62  | 82 842  |
| Cs <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   | 361,872 | 55 856  |
| -----   |         |         |
| -----   |         |         |
| Cu  | 63,546  | 80 305  |
| 1/2Cu   | 31,770  | 50 202  |
| 2Cu   | 127,08  | 10 408  |
| 3Cu   | 190,62  | 28 017  |
| CuBr <sub>2</sub>   | 223,36  | 34 901  |
| Cu (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O<br>(ацетат)           | 199,65  | 30 027  |
| Cu (C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N) <sub>2</sub> (CNS) <sub>2</sub><br>(пиридин)                       | 337,91  | 52 880  |
| Cu (C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> N) <sub>2</sub><br>(салицилальдоксимин или антранилат) | 335,80  | 52 608  |
| Cu (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub><br>(оксихинолят)                                     | 351,85  | 54 636  |
| Cu (C <sub>10</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> N) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O<br>(хинальдинат)    | 425,88  | 62 929  |
| Cu (C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> ONS) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O<br>(тионалид)                   | 514,12  | 71 106  |
| CuC <sub>14</sub> H <sub>11</sub> O <sub>2</sub> N<br>(купрон)  | 288,79  | 46 058  |
| CuCN  | 89,56   | 95 211  |
| CuCNS   | 121,62  | 08 501  |
| CuCl  | 98,99   | 99 559  |
| CuCl <sub>2</sub>   | 134,45  | 12 856  |
| CuCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O  | 170,48  | 23 167  |
| CuHg (CNS) <sub>4</sub>   | 496,46  | 69 588  |
| CuJ   | 190,44  | 27 976  |
| Cu (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 187,55  | 27 312  |
| Cu (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·3H <sub>2</sub> O   | 241,60  | 38 310  |
| Cu (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O   | 295,64  | 47 076  |
| CuO   | 79,54   | 90 059  |
| 1/2CuO  | 39,770  | 59 956  |
| Cu (OH) <sub>2</sub>  | 97,55   | 98 923  |
| Cu <sub>2</sub> O   | 143,08  | 15 558  |

| Формула   | Вес $a$  | $\lg a$ |
|---|----------|---------|
| $\text{Cu}_2 (\text{OH})_2 \text{CO}_3$                               | 221,10   | 34 459  |
| $\text{CuS}$  | 95,60    | 98 046  |
| $\text{Cu}_2\text{S}$   | 159,14   | 20 178  |
| $\text{CuSO}_4$   | 159,60   | 20 303  |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$                             | 249,68   | 39 738  |
| -----   |          |         |
| -----   |          |         |
| F   | 18,9984  | 27 872  |
| 2F  | 37,9968  | 57 974  |
| 3F  | 56,9952  | 75 584  |
| 4F  | 75,9936  | 88 078  |
| 5F  | 94,9920  | 97 769  |
| 6F  | 113,9904 | 05 687  |
| -----   |          |         |
| -----   |          |         |
| Fe  | 55,847   | 74 700  |
| $\frac{1}{3}\text{Fe}$  | 18,616   | 26 989  |
| $\frac{1}{2}\text{Fe}$  | 27,924   | 44 598  |
| 2Fe   | 111,69   | 04 801  |
| 3Fe   | 167,54   | 22 412  |
| $\text{FeBr}_3$   | 295,57   | 47 066  |
| $\text{FeBr}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$                             | 403,67   | 60 603  |
| $\text{Fe}_3\text{C}$   | 179,55   | 25 419  |
| $\text{Fe} (\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$<br>(оксихинолят)        | 488,310  | 68 870  |
| $\text{Fe} (\text{CN})_6$   | 211,954  | 32 624  |
| $\text{FeCO}_3$   | 115,856  | 06 392  |
| $\text{FeCl}_2$   | 126,75   | 10 295  |
| $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$                             | 198,81   | 29 844  |
| $\text{FeCl}_3$   | 162,21   | 21 008  |
| $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$                             | 270,30   | 43 185  |
| $\text{Fe} (\text{HCO}_3)_2$  | 177,881  | 25 013  |
| $\text{FeNH}_4 (\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$            | 482,19   | 68 322  |
| $\text{Fe} (\text{NH}_4)_2 (\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | 392,14   | 59 344  |
| $\text{Fe} (\text{NO}_3)_3$   | 241,862  | 38 357  |
| $\text{Fe} (\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$                 | 349,95   | 54 401  |
| $\text{FeO}$  | 71,846   | 85 640  |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$   | 159,69   | 20 328  |
| $\frac{1}{6}\text{Fe}_2\text{O}_3$                                    | 26,615   | 42 513  |
| $\frac{1}{2}\text{Fe}_2\text{O}_3$                                    | 79,846   | 90 225  |
| $\text{Fe}_3\text{O}_4$   | 231,54   | 36 463  |
| $\text{Fe} (\text{OH})_3$   | 106,869  | 02 885  |
| $\text{FePO}_4$   | 150,818  | 17 845  |
| $\text{FeS}$  | 87,91    | 94 404  |
| $\text{FeS}_2$  | 119,98   | 07 911  |

| Формула  | Вес $a$  | $\lg a$ |
|--|----------|---------|
| FeSO <sub>4</sub> . . . . .  | 151,91   | 18 159  |
| FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O . . . . .   | 278,02   | 44 408  |
| Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . . . . .  | 399,88   | 60 193  |
| Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O . . . . .                     | 562,02   | 74 975  |
| -----  |          |         |
| Ga . . . . .   | 69,72    | 84 336  |
| 2Ga . . . . .  | 139,44   | 14 439  |
| Ga(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>3</sub><br>(оксихинолят) . . . . .                     | 502,18   | 70 086  |
| Ga(C <sub>9</sub> H <sub>4</sub> Br <sub>2</sub> ON) <sub>3</sub><br>(бромоксихинолят) . . . . . | 975,59   | 98 927  |
| GaCl <sub>3</sub> . . . . .  | 176,08   | 24 571  |
| Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .   | 187,44   | 27 286  |
| -----  |          |         |
| Ge . . . . .   | 72,59    | 86 088  |
| 2Ge . . . . .  | 145,18   | 16 191  |
| GeCl <sub>4</sub> . . . . .  | 214,40   | 33 122  |
| GeO <sub>2</sub> . . . . .   | 104,59   | 01 949  |
| GeS <sub>2</sub> . . . . .   | 136,72   | 13 583  |
| -----  |          |         |
| H . . . . .  | 1,00797  | 00 345  |
| 2H . . . . .   | 2,01594  | 30 448  |
| 3H . . . . .   | 3,02391  | 48 057  |
| 4H . . . . .   | 4,03188  | 60 551  |
| 5H . . . . .   | 5,0399   | 70 242  |
| 6H . . . . .   | 6,0478   | 78 160  |
| 7H . . . . .   | 7,0558   | 84 855  |
| 8H . . . . .   | 8,0638   | 90 654  |
| H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub> . . . . .  | 141,9431 | 15 211  |
| H <sub>2</sub> AuCl <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O . . . . .                                    | 411,848  | 61 474  |
| H <sub>2</sub> VO <sub>2</sub> . . . . .   | 43,818   | 64 165  |
| H <sub>3</sub> VO <sub>3</sub> . . . . .   | 61,833   | 79 122  |
| HBr . . . . .  | 80,917   | 90 804  |
| HBrO . . . . .   | 96,916   | 98 640  |
| HBrO <sub>3</sub> . . . . .  | 128,915  | 11 030  |
| HCHO <sub>2</sub> . . . . .  | 46,0259  | 66 300  |
| (муравьиная)<br>HC <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> . . . . .                          | 60,0530  | 77 853  |
| (уксусная)<br>HC <sub>3</sub> H <sub>5</sub> O <sub>2</sub> . . . . .                            | 90,0795  | 95 463  |
| (молочная)   |          |         |

| Формула  | Вес $a$  | $\lg a$ |
|--|----------|---------|
| $\text{HC}_4\text{H}_4\text{O}_6$<br>(бихтарат-ион)  | 149,081  | 17 342  |
| $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$<br>(янтарная)   | 118,090  | 07 221  |
| $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_5$<br>(яблочная)   | 134,089  | 12 739  |
| $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$<br>(винная)   | 150,089  | 17 635  |
| $\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$<br>(лимонная)   | 192,126  | 28 358  |
| $\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$                                      | 210,142  | 32 251  |
| $\text{HC}_6\text{H}_6\text{O}_3\text{NS}$<br>(сульфаниловая)  | 173,192  | 23 853  |
| $\text{HC}_6\text{H}_6\text{O}_3\text{NS} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$                                     | 209,222  | 32 061  |
| $\text{HC}_7\text{H}_5\text{O}_2$<br>(бензойная)   | 122,125  | 08 680  |
| $\text{HC}_7\text{H}_5\text{O}_3$<br>(салициловая)   | 138,124  | 14 027  |
| $\text{HC}_7\text{H}_6\text{O}_2\text{N}$<br>(антралиловая)  | 137,139  | 13 716  |
| $\text{HC}_8\text{H}_4\text{O}_4$<br>(бифталат-ион)  | 165,127  | 21 782  |
| $\text{H}_2\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_4$<br>(фталевая)   | 166,135  | 22 046  |
| $\text{H}_2\text{C}_7\text{H}_4\text{O}_6\text{S}$<br>(сульфосалициловая)                                | 218,186  | 33 882  |
| $\text{H}_2\text{C}_7\text{H}_4\text{O}_6\text{S} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$                             | 254,217  | 40 520  |
| $\text{HC}_{10}\text{H}_6\text{O}_2\text{N}$<br>(хинальдиновая)  | 173,173  | 23 848  |
| $\text{HC}_{10}\text{H}_6\text{O}_2\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$                                   | 209,203  | 32 057  |
| $\text{H}_4\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_8\text{N}_2$<br>(этилендиаминтетрауксусная, комплексон II) | 292,248  | 46 575  |
| $\text{HCN}$   | 27,0258  | 43 178  |
| $\text{HCNS}$  | 59,090   | 77 151  |
| $\text{HCO}_2$   | 45,0179  | 65 339  |
| $2\text{HCO}_2$  | 90,036   | 95 442  |
| $3\text{HCO}_2$  | 135,054  | 13 051  |
| $\text{HCO}_3$   | 61,0173  | 78 545  |
| $\text{H}_2\text{CO}_3$  | 62,0253  | 79 257  |
| $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$<br>(щавелевая)  | 90,036   | 95 442  |
| $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   | 126,067  | 10 060  |
| $1/2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  | 63,0333  | 79 957  |
| $\text{HCl}$   | 36,461   | 56 183  |
| $\text{HClO}$  | 52,460   | 71 983  |
| $\text{HClO}_3$  | 84,459   | 92 665  |
| $\text{HClO}_4$  | 100,459  | 00 199  |
| $\text{H}_2\text{CrO}_4$   | 118,010  | 07 192  |
| $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  | 218,004  | 33 846  |
| $\text{HF}$  | 20,0064  | 30 117  |
| $\text{HJ}$  | 127,9124 | 10 691  |
| $\text{HJO}$   | 143,9118 | 15 810  |
| $\text{HJO}_3$   | 175,9106 | 24 529  |

| Формула   | Вес $\alpha$ | lg $\alpha$ |
|---|--------------|-------------|
| HJO <sub>4</sub>                                  | 191,9100     | 28 310      |
| H <sub>5</sub> JO <sub>6</sub>                    | 227,941      | 35 782      |
| H <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O | 179,97       | 25 520      |
| HNO <sub>2</sub>                                  | 47,0135      | 67 222      |
| HNO <sub>3</sub>                                  | 63,0129      | 79 943      |
| HO  |              | См. OH      |
| H <sub>2</sub> O                                  | 18,0153      | 25 564      |
| 2H <sub>2</sub> O                                 | 36,0307      | 55 667      |
| 3H <sub>2</sub> O                                 | 54,0460      | 73 276      |
| 4H <sub>2</sub> O                                 | 72,0614      | 85 770      |
| 5H <sub>2</sub> O                                 | 90,077       | 95 461      |
| 6H <sub>2</sub> O                                 | 108,092      | 03 379      |
| 7H <sub>2</sub> O                                 | 126,107      | 10 074      |
| 8H <sub>2</sub> O                                 | 144,123      | 15 873      |
| H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                     | 34,0147      | 53 167      |
| 1/2H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                  | 17,0074      | 23 064      |
| 2H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                    | 68,0295      | 83 270      |
| HPO <sub>3</sub>                                  | 79,9800      | 90 298      |
| HPO <sub>4</sub>                                  | 95,9794      | 98 218      |
| H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                    | 96,9873      | 98 671      |
| H <sub>3</sub> PO <sub>2</sub>                    | 65,9965      | 81 952      |
| H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>                    | 81,9959      | 91 379      |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                    | 97,9953      | 99 121      |
| H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>      | 177,975      | 25 036      |
| HReO <sub>4</sub>                                 | 251,2        | 40 002      |
| HS  |              | См. SH      |
| H <sub>2</sub> S                                  | 34,080       | 53 250      |
| 1/2H <sub>2</sub> S                               | 17,040       | 23 147      |
| HSO <sub>3</sub>                                  | 81,070       | 90 886      |
| 2HSO <sub>3</sub>                                 | 162,14       | 20 989      |
| H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>                    | 82,078       | 91 423      |
| HSO <sub>4</sub>                                  | 97,070       | 98 709      |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                    | 98,078       | 99 157      |
| 1/2H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 49,039       | 69 054      |
| 2H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                   | 196,16       | 29 261      |
| H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>      | 114,14       | 05 744      |
| H <sub>2</sub> SO <sub>5</sub>                    | 114,077      | 05 720      |
| H <sub>2</sub> Se                                 | 80,98        | 90 838      |
| H <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub>                   | 128,97       | 11 049      |
| H <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub>                   | 144,97       | 16 128      |
| H <sub>2</sub> Te                                 | 129,62       | 11 267      |
| H <sub>2</sub> TeO <sub>4</sub>                   | 193,63       | 28 697      |
| H <sub>6</sub> TeO <sub>6</sub>                   | 229,64       | 36 105      |
| H <sub>2</sub> WO <sub>4</sub>                    | 249,86       | 39 770      |

| Формула   | Вес $a$ | $\lg a$ |
|---|---------|---------|
| Hg  | 200,59  | 30 231  |
| $\frac{1}{2}$ Hg  | 100,295 | 00 128  |
| 2Hg   | 401,18  | 60 334  |
| HgBr <sub>2</sub>   | 360,41  | 55 680  |
| Hg (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub><br>(ацетат)                   | 318,68  | 50 335  |
| Hg (C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N) <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub><br>(пиридин) | 574,78  | 75 950  |
| Hg (C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> N) <sub>2</sub><br>(аитранилат)              | 472,85  | 67 472  |
| Hg (C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> ONS) <sub>2</sub><br>(тиоцианид)                          | 633,16  | 80 151  |
| HgC <sub>2</sub> O <sub>4</sub><br>(оксалат)  | 288,61  | 46 031  |
| Hg (CN) <sub>2</sub>  | 252,63  | 40 248  |
| HgCl <sub>2</sub>   | 271,50  | 43 377  |
| Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>   | 472,09  | 67 402  |
| HgCrO <sub>4</sub>  | 316,58  | 50 048  |
| HgJ <sub>2</sub>  | 454,40  | 65 744  |
| Hg (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 324,60  | 51 135  |
| Hg (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O   | 342,62  | 53 481  |
| Hg <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>   | 525,19  | 72 032  |
| Hg <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O                           | 561,22  | 74 913  |
| HgO   | 216,59  | 33 564  |
| Hg <sub>2</sub> O   | 417,18  | 62 032  |
| HgS   | 232,65  | 36 670  |
| Hg <sub>2</sub> S   | 433,24  | 63 673  |
| HgSO <sub>4</sub>   | 296,65  | 47 224  |
| Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   | 497,24  | 69 657  |
| Hg (CNS) <sub>2</sub>   | 316,75  | 50 072  |
| Hg <sub>2</sub> (CNS) <sub>2</sub>  | 517,34  | 71 378  |
| <hr/>   |         |         |
| <hr/>   |         |         |
| In  | 114,82  | 06 062  |
| $\frac{1}{3}$ In  | 33,273  | 58 289  |
| 2In   | 229,64  | 36 105  |
| In (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>3</sub><br>(оксиниловат)                           | 547,28  | 73 821  |
| InCl <sub>3</sub>   | 221,18  | 34 475  |
| In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 277,64  | 44 348  |
| InPO <sub>4</sub>   | 209,79  | 32 178  |
| <hr/>   |         |         |
| <hr/>   |         |         |
| Ir  | 192,2   | 28 375  |
| $\frac{1}{4}$ Ir  | 48,05   | 68 169  |
| $\frac{1}{2}$ Ir  | 96,10   | 98 272  |

| Формула   | Вес $a$  | $\lg a$ |
|---|----------|---------|
| IrCl <sub>3</sub>   | 298,6    | 47 509  |
| IrCl <sub>4</sub>   | 334,0    | 52 375  |
| IrCl <sub>6</sub>   | 404,9    | 60 735  |
| IrO <sub>2</sub>  | 224,2    | 35 064  |
| Ir(OH) <sub>3</sub>   | 243,2    | 38 596  |
| Ir(OH) <sub>4</sub>   | 260,2    | 41 531  |
| IrS   | 224,3    | 35 083  |
| <hr/>   |          |         |
| J   | 126,9044 | 40 348  |
| 2J  | 253,8088 | 40 451  |
| 3J  | 380,7132 | 58 060  |
| 4J  | 507,6176 | 70 554  |
| 5J  | 634,5220 | 80 245  |
| 6J  | 761,4264 | 88 163  |
| JCl   | 162,357  | 21 047  |
| JCl <sub>3</sub>  | 233,263  | 36 785  |
| JO  | 142,9038 | 15 504  |
| JO <sub>3</sub>   | 174,9026 | 24 280  |
| <sup>1</sup> / <sub>6</sub> JO <sub>3</sub>   | 29,1504  | 46 464  |
| JO <sub>4</sub>   | 190,9020 | 28 081  |
| <hr/>   |          |         |
| <hr/>   |          |         |
| K   | 39,102   | 59 220  |
| 2K  | 78,204   | 89 323  |
| 3K  | 117,306  | 06 932  |
| 4K  | 156,408  | 19 426  |
| 5K  | 195,510  | 29 117  |
| 6K  | 234,612  | 37 035  |
| KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O  | 474,39   | 67 614  |
| KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>   | 278,337  | 44 457  |
| KBF <sub>4</sub>  | 125,907  | 10 005  |
| KBr   | 119,011  | 07 559  |
| KBrO <sub>3</sub>   | 167,009  | 22 274  |
| <sup>1</sup> / <sub>6</sub> KBrO <sub>3</sub>   | 27,835   | 44 459  |
| KC <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub><br>(ацетат)   | 98,147   | 99 187  |
| K <sub>2</sub> C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> · <sup>1</sup> / <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O<br>(тарترات) | 235,285  | 37 159  |
| K(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>4</sub> B  | 358,340  | 55 430  |
| K <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> ·H <sub>2</sub> O<br>(цитрат)                               | 324,424  | 51 141  |
| KCN   | 65,120   | 81 371  |
| KCNO  | 81,119   | 90 913  |
| KCNS  | 97,184   | 98 759  |
| K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>  | 138,213  | 14 055  |
| K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O  | 184,239  | 26 538  |

| Формула  | Вес $\alpha$ | $\lg \alpha$ |
|--|--------------|--------------|
| KCl  | 74,555       | 87 248       |
| KClO <sub>3</sub>  | 122,553      | 08 832       |
| $\frac{1}{6}$ KClO <sub>3</sub>  | 20,426       | 31 018       |
| KClO <sub>4</sub>  | 138,553      | 14 162       |
| K <sub>3</sub> Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub>                                 | 452,272      | 65 540       |
| K <sub>2</sub> Co(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O              | 437,35       | 64 083       |
| K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>  | 194,198      | 28 824       |
| $\frac{1}{3}$ K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>                                    | 64,733       | 81 113       |
| K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                                    | 294,192      | 46 863       |
| $\frac{1}{6}$ K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                      | 49,032       | 69 048       |
| $\frac{1}{2}$ K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                      | 147,096      | 16 760       |
| KCr(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O                           | 499,41       | 69 846       |
| KF   | 58,100       | 76 418       |
| K <sub>3</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>   | 329,26       | 51 754       |
| K <sub>4</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>   | 368,36       | 56 627       |
| K <sub>4</sub> Fe(CN) <sub>6</sub> ·3H <sub>2</sub> O                            | 422,41       | 62 573       |
| KFe(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O                           | 503,26       | 70 179       |
| KH <sub>2</sub> AsO <sub>4</sub>   | 180,037      | 25 536       |
| K <sub>2</sub> HAsO <sub>4</sub>   | 218,131      | 33 872       |
| KHC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub>                                   | 188,183      | 27 458       |
| (бисартрат)  |              |              |
| KHC <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>4</sub>                                   | 204,229      | 31 012       |
| (бифталат)   |              |              |
| KHCO <sub>3</sub>  | 100,119      | 00 052       |
| KHC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O                                | 146,145      | 16 478       |
| KH <sub>3</sub> (C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O | 254,196      | 40 517       |
| KHF <sub>2</sub>   | 78,107       | 89 269       |
| KH(JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 389,915      | 59 097       |
| $\frac{1}{12}$ KH(JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                 | 32,4929      | 51 179       |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>2</sub>  | 104,091      | 01 741       |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>  | 136,089      | 13 382       |
| K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>  | 174,183      | 24 101       |
| KHSO <sub>3</sub>  | 120,172      | 07 980       |
| KHSO <sub>4</sub>  | 136,172      | 13 409       |
| KJ   | 166,006      | 22 012       |
| KJ <sub>3</sub>  | 419,815      | 62 306       |
| KJO <sub>3</sub>   | 214,005      | 33 042       |
| $\frac{1}{6}$ KJO <sub>3</sub>   | 35,6674      | 55 227       |
| KJO <sub>4</sub>   | 230,004      | 36 174       |
| KMnO <sub>4</sub>  | 158,038      | 19 876       |
| $\frac{1}{5}$ KMnO <sub>4</sub>  | 31,6075      | 49 979       |
| $\frac{1}{3}$ KMnO <sub>4</sub>  | 52,6792      | 72 164       |
| 2KMnO <sub>4</sub>   | 316,075      | 49 979       |
| KN(C <sub>6</sub> H <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub>  | 477,307      | 67 880       |
| (динитриламидат)   |              |              |
| KNO <sub>2</sub>   | 85,108       | 92 997       |
| KNO <sub>3</sub>   | 101,107      | 00 478       |
| KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> ·4H <sub>2</sub> O               | 282,226      | 45 060       |
| K <sub>2</sub> O   | 94,203       | 97 406       |
| $\frac{1}{2}$ K <sub>2</sub> O   | 47,102       | 67 304       |

| Формула  | Вес $\alpha$ | $\lg \alpha$ |
|--|--------------|--------------|
| KOH  | 56,109       | 74 903       |
| K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>   | 212,277      | 32 690       |
| K <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>   | 486,01       | 68 665       |
| KReO <sub>4</sub>  | 289,3        | 46 135       |
| K <sub>2</sub> S   | 110,268      | 04 245       |
| K <sub>2</sub> S · 5H <sub>2</sub> O   | 200,345      | 30 178       |
| K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>   | 158,266      | 19 939       |
| K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> · 2H <sub>2</sub> O   | 194,297      | 28 847       |
| K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   | 174,266      | 24 121       |
| K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   | 222,33       | 34 700       |
| K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   | 254,33       | 40 540       |
| K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>   | 270,33       | 43 189       |
| K (SbO) C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> · 1/2H <sub>2</sub> O<br>(титрат)       | 333,93       | 52 366       |
| K <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>  | 220,280      | 34 298       |
| K <sub>2</sub> TiF <sub>6</sub>  | 240,09       | 38 037       |
| K <sub>2</sub> WO <sub>4</sub>   | 326,05       | 51 328       |
| -----  | -----        | -----        |
| -----  | -----        | -----        |
| La   | 138,91       | 14 273       |
| 1/3La  | 46,303       | 66 561       |
| 2La  | 277,82       | 44 376       |
| La (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> · 1 1/2H <sub>2</sub> O      | 343,07       | 53 538       |
| LaCl <sub>3</sub> · 7H <sub>2</sub> O  | 371,38       | 56 982       |
| LaF <sub>3</sub>   | 195,91       | 29 206       |
| La (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O                                       | 433,02       | 63 651       |
| La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 325,82       | 51 298       |
| La <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>  | 566,00       | 75 282       |
| -----  | -----        | -----        |
| -----  | -----        | -----        |
| Li   | 6,939        | 84 130       |
| 2Li  | 13,878       | 14 233       |
| 3Li  | 20,817       | 31 842       |
| LiBr   | 86,848       | 93 876       |
| Li <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> · 4H <sub>2</sub> O<br>(титрат) | 281,981      | 45 022       |
| Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>  | 73,887       | 86 857       |
| LiCl   | 42,392       | 62 728       |
| LiF  | 25,937       | 41 392       |
| LiH  | 7,947        | 90 020       |
| LiJ  | 133,843      | 12 660       |
| LiJ · 3H <sub>2</sub> O  | 187,889      | 27 390       |
| LiNO <sub>3</sub>  | 68,944       | 83 850       |
| LiNO <sub>3</sub> · 3H <sub>2</sub> O  | 122,990      | 08 987       |

| Формула  | Вес $\alpha$ | lg $\alpha$ |
|--|--------------|-------------|
| Li <sub>2</sub> O . . . . .  | 29,877       | 47 534      |
| LiOH . . . . .   | 23,946       | 37 923      |
| Li <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> . . . . .  | 115,788      | 06 366      |
| Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .  | 109,940      | 04 416      |
| Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O . . . . .  | 127,955      | 10 706      |
| -----  |              |             |
| -----  |              |             |
| Mg . . . . .   | 24,312       | 38 582      |
| 1/2Mg . . . . .  | 12,1560      | 08 479      |
| 2Mg . . . . .  | 48,624       | 68 685      |
| 3Mg . . . . .  | 72,936       | 86 294      |
| Mg <sub>2</sub> As <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .   | 310,463      | 49 201      |
| MgBr <sub>2</sub> . . . . .  | 184,130      | 26 512      |
| MgBr <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O . . . . .   | 292,222      | 46 571      |
| Mg (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub><br>(оксихинолят) . . . . .                            | 312,621      | 49 502      |
| Mg (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O . . . . .                          | 348,651      | 54 239      |
| MgCO <sub>3</sub> . . . . .  | 84,321       | 92 594      |
| MgCl <sub>2</sub> . . . . .  | 95,218       | 97 872      |
| MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O . . . . .   | 203,310      | 30 816      |
| Mg (ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .  | 223,213      | 34 872      |
| Mg (ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O . . . . .   | 331,305      | 52 023      |
| MgF <sub>2</sub> . . . . .   | 62,309       | 79 455      |
| Mg (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .  | 146,347      | 16 538      |
| MgNH <sub>4</sub> AsO <sub>4</sub> ·6H <sub>2</sub> O . . . . .  | 289,362      | 46 144      |
| MgNH <sub>4</sub> PO <sub>4</sub> ·6H <sub>2</sub> O . . . . .   | 245,414      | 38 990      |
| Mg (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .   | 148,322      | 17 121      |
| Mg (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O . . . . .  | 256,414      | 40 894      |
| MgO . . . . .  | 40,311       | 60 542      |
| 1/2MgO . . . . .   | 20,1555      | 30 439      |
| Mg (OH) <sub>2</sub> . . . . .   | 58,327       | 76 587      |
| Mg <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .  | 222,567      | 34 746      |
| MgSO <sub>4</sub> . . . . .  | 120,374      | 08 053      |
| MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O . . . . .   | 246,481      | 39 178      |
| MgSiO <sub>3</sub> . . . . .   | 100,396      | 00 172      |
| Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> . . . . .   | 140,708      | 14 832      |
| -----  |              |             |
| -----  |              |             |
| Mn . . . . .   | 54,9381      | 73 987      |
| 1/2Mn . . . . .  | 27,46905     | 43 884      |
| 2Mn . . . . .  | 109,8762     | 04 090      |
| 3Mn . . . . .  | 164,8143     | 21 699      |
| Mn (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O<br>(ацетат) . . . . . | 245,089      | 33 932      |

| Формула   | Вес $\alpha$ | $\lg \alpha$ |
|---|--------------|--------------|
| Mn (C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N) <sub>4</sub> (CNS) <sub>2</sub><br>(пиридин) | 487,51       | 68 798       |
| MnCO <sub>3</sub>   | 114,9475     | 06 050       |
| MnCl <sub>2</sub>   | 125,844      | 09 983       |
| MnCl <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O   | 197,905      | 29 646       |
| MnNH <sub>4</sub> PO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O                              | 185,956      | 26 941       |
| Mn (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 178,948      | 25 273       |
| Mn (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O                            | 287,040      | 45 794       |
| MnO   | 70,9375      | 85 088       |
| MnO <sub>2</sub>  | 86,9369      | 93 920       |
| MnO <sub>4</sub>  | 118,9357     | 07 531       |
| Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 157,8744     | 19 831       |
| Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>  | 228,8119     | 35 948       |
| Mn (OH) <sub>2</sub>  | 88,9528      | 94 916       |
| Mn <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                                     | 283,820      | 45 304       |
| MnS   | 87,002       | 93 953       |
| MnSO <sub>4</sub>   | 151,000      | 17 898       |
| MnSO <sub>4</sub> · 4H <sub>2</sub> O   | 223,061      | 34 842       |
| MnSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O   | 241,076      | 38 215       |
| MnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O   | 277,107      | 44 265       |
| <hr/>   |              |              |
| Mo  | 95,94        | 98 200       |
| 2Mo   | 191,88       | 28 303       |
| 3Mo   | 287,82       | 45 912       |
| MoO <sub>3</sub>  | 143,94       | 15 818       |
| MoO <sub>4</sub>  | 159,94       | 20 396       |
| MoO <sub>2</sub> (C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> ON) <sub>2</sub><br>(оксихинолят) | 416,25       | 61 935       |
| MoS <sub>2</sub>  | 160,07       | 20 431       |
| MoS <sub>3</sub>  | 192,13       | 28 360       |
| <hr/>   |              |              |
| N   | 14,0067      | 14 634       |
| 2N  | 28,0134      | 44 737       |
| 3N  | 42,0201      | 62 346       |
| 4N  | 56,0268      | 74 840       |
| 5N  | 70,0335      | 84 531       |
| 6N  | 84,0402      | 92 449       |
| 5,55N («желатина»)  | 77,7372      | 89 063       |
| 6,25N («белок»)   | 87,5419      | 94 222       |
| 6,37N («казеин»)  | 89,2227      | 95 048       |
| NH  | 15,0147      | 17 652       |
| NH <sub>2</sub>   | 16,0226      | 20 473       |
| 2NH <sub>2</sub>  | 32,0453      | 50 576       |
| 3NH <sub>2</sub>  | 48,0679      | 68 186       |

| Формула  | Вес $a$  | $\lg a$ |
|--|----------|---------|
| NH <sub>3</sub>  | 17,0306  | 23 123  |
| 2NH <sub>3</sub>   | 34,0612  | 53 226  |
| 3NH <sub>3</sub>   | 51,0918  | 70 835  |
| 4NH <sub>3</sub>   | 68,1224  | 83 329  |
| 5NH <sub>3</sub>   | 85,1531  | 93 020  |
| 6NH <sub>3</sub>   | 102,1837 | 00 938  |
| NH <sub>4</sub>  | 18,0386  | 25 620  |
| 2NH <sub>4</sub>   | 36,0772  | 55 723  |
| 3NH <sub>4</sub>   | 54,1157  | 73 332  |
| N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>  | 32,0453  | 50 576  |
| N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ·HCl   | 68,506   | 83 573  |
| N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ·2HCl  | 104,967  | 02 105  |
| N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O                                      | 50,0606  | 69 950  |
| N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                        | 130,123  | 11 435  |
| NH <sub>2</sub> OH   | 33,0262  | 51 886  |
| NH <sub>2</sub> OH·HCl   | 69,487   | 84 190  |
| (NH <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                    | 164,138  | 21 521  |
| NH <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> H  | 97,093   | 98 719  |
| NH <sub>4</sub> Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O                | 453,33   | 65 642  |
| NH <sub>4</sub> Br   | 97,948   | 99 100  |
| NH <sub>4</sub> C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub>                         | 77,0836  | 88 696  |
| (ацетат)   |          |         |
| NH <sub>4</sub> CNS  | 76,120   | 88 150  |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                                      | 96,0865  | 98 266  |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O                    | 114,102  | 05 729  |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O      | 142,112  | 15 263  |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Ce(NO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub>                    | 548,23   | 73 896  |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> Ce(SO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O | 632,55   | 80 109  |
| NH <sub>4</sub> Cl   | 53,492   | 72 829  |
| NH <sub>4</sub> ClO <sub>4</sub>   | 117,489  | 07 000  |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>                                     | 152,071  | 18 205  |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                       | 252,065  | 40 151  |
| NH <sub>4</sub> F  | 37,0370  | 56 864  |
| NH <sub>4</sub> Fe(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O                | 482,19   | 68 322  |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Fe(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O | 392,11   | 59 341  |
| NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub>   | 79,0559  | 89 793  |
| NH <sub>4</sub> HF <sub>2</sub>  | 57,0434  | 75 621  |
| NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                                       | 115,026  | 06 080  |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>                                     | 132,057  | 12 076  |
| NH <sub>4</sub> HS   | 51,111   | 70 851  |
| NH <sub>4</sub> HSO <sub>4</sub>   | 115,108  | 06 111  |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Hg(CNS) <sub>4</sub>                                 | 468,99   | 67 116  |
| NH <sub>4</sub> J  | 144,9430 | 16 120  |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> ·4H <sub>2</sub> O   | 1235,9   | 09 197  |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>2</sub>  | 64,0441  | 80 648  |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>  | 80,0435  | 90 333  |
| NH <sub>4</sub> NaHPO <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O                                | 209,069  | 32 029  |
| NH <sub>4</sub> OH   | 35,0460  | 54 464  |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ·12MoO <sub>3</sub>                  | 1876,3   | 27 330  |

| Формулы  | Вес $\alpha$ | $\lg \alpha$ |
|--|--------------|--------------|
| $(\text{NH}_4)_2\text{PdCl}_6$                       | 355,2        | 55 047       |
| $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$                       | 443,89       | 64 728       |
| $(\text{NH}_4)_2\text{S}$                            | 68,141       | 83 341       |
| $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$                         | 116,139      | 06 498       |
| $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$                         | 132,139      | 12 103       |
| $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$                | 228,20       | 35 832       |
| $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$                        | 178,154      | 25 080       |
| $(\text{NH}_4)_2\text{SnCl}_6$                       | 367,49       | 56 525       |
| $\text{NH}_4\text{VO}_3$                             | 116,979      | 06 811       |
| $\text{NO}$  | 30,0061      | 47 721       |
| $\text{NO}_2$  | 46,0055      | 66 281       |
| $2\text{NO}_2$                                       | 92,011       | 96 384       |
| $3\text{NO}_2$                                       | 138,017      | 13 993       |
| $4\text{NO}_2$                                       | 184,022      | 26 487       |
| $5\text{NO}_2$                                       | 230,028      | 36 178       |
| $6\text{NO}_2$                                       | 276,033      | 44 096       |
| $\text{NO}_3$  | 62,0049      | 79 243       |
| $2\text{NO}_3$                                       | 124,010      | 09 346       |
| $3\text{NO}_3$                                       | 186,015      | 26 955       |
| $4\text{NO}_3$                                       | 248,020      | 39 449       |
| $\text{N}_2\text{O}$                                 | 44,0128      | 64 358       |
| $\text{N}_2\text{O}_3$                               | 76,0116      | 88 088       |
| $\text{N}_2\text{O}_4$                               | 92,011       | 96 384       |
| $\text{N}_2\text{O}_5$                               | 108,010      | 03 346       |
| <hr/>  |              |              |
| $\text{Na}$  | 22,9898      | 36 154       |
| $2\text{Na}$   | 45,9796      | 66 257       |
| $3\text{Na}$   | 68,9694      | 83 866       |
| $4\text{Na}$   | 91,9592      | 96 360       |
| $5\text{Na}$   | 114,9490     | 06 051       |
| $6\text{Na}$   | 137,9398     | 13 969       |
| $\text{Na}_3\text{AlF}_6$                            | 209,9413     | 32 210       |
| $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$                          | 262,225      | 41 867       |
| $\text{NaAsO}_2$                                     | 129,9102     | 11 364       |
| $\text{Na}_3\text{AsO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ | 424,073      | 62 744       |
| $\text{NaB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$                 | 342,229      | 53 432       |
| $\text{NaBH}_4$                                      | 37,833       | 57 787       |
| $\text{NaBO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$            | 137,861      | 13 944       |
| $\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$            | 153,860      | 18 713       |
| $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$                    | 201,22       | 30 367       |
| $1/2\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$                 | 100,61       | 00 264       |

| Формулы  | Вес а    | lg а   |
|--|----------|--------|
| $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$                     | 381,37   | 58 135 |
| $\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$          | 190,69   | 28 033 |
| $\text{NaBiO}_3$   | 279,968  | 44 711 |
| $\text{NaBr}$  | 102,899  | 01 241 |
| $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  | 138,929  | 14 279 |
| $\text{NaBrO}_3$   | 150,897  | 17 868 |
| $\frac{1}{6}\text{NaBrO}_3$  | 25,1495  | 40 053 |
| $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$   | 82,0348  | 91 400 |
| (ацетат)   |          |        |
| $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$                     | 136,081  | 13 380 |
| $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$            | 230,083  | 36 188 |
| (тарترات)  |          |        |
| $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 5\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ | 357,156  | 55 286 |
| (цитрат)   |          |        |
| $\text{Na}_2\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_4$                                      | 210,098  | 32 242 |
| (фталат)   |          |        |
| $\text{NaCN}$  | 49,0077  | 69 026 |
| $\text{NaCNS}$   | 81,072   | 90 887 |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3$   | 105,9890 | 02 526 |
| $\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3$  | 52,9945  | 72 423 |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$                              | 286,142  | 45 658 |
| $\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$                   | 143,071  | 15 555 |
| $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  | 134,000  | 12 710 |
| (оксалат)  |          |        |
| $\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$                                     | 67,0000  | 82 607 |
| $\text{NaCl}$  | 58,443   | 76 673 |
| $\text{NaClO}$   | 74,442   | 87 182 |
| $\text{NaClO}_2$   | 106,441  | 02 711 |
| $\text{NaClO}_3$   | 122,440  | 08 792 |
| $\text{NaClO}_4$   | 140,439  | 14 873 |
| $\text{Na}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6$  | 403,936  | 60 631 |
| $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  | 161,973  | 20 944 |
| $\text{Na}_2\text{CrO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$                              | 234,035  | 36 928 |
| $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$   | 261,967  | 41 825 |
| $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$                     | 297,998  | 47 421 |
| $\text{NaF}$   | 41,9882  | 62 313 |
| $\text{Na}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$                   | 484,07   | 68 491 |
| $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$         | 297,953  | 47 415 |
| (нитропруссид)   |          |        |
| $\text{Na}_2\text{HASO}_3$   | 169,9074 | 23 021 |
| $\text{Na}_2\text{HASO}_4$   | 185,907  | 26 930 |
| $\text{Na}_2\text{HASO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$                             | 312,014  | 49 417 |
| $\text{Na}_2\text{HASO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$                            | 402,091  | 60 432 |
| $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  | 172,071  | 23 571 |
| (бигартрат)  |          |        |
| $\text{NaHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$  | 188,116  | 27 443 |
| (бифталат)   |          |        |
| $\text{Na}_2\text{H}_2\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_8\text{N}_2$            | 336,211  | 52 661 |
| (этилендиаминтетраацетат, комплексон III, трилон В)                              |          |        |

| Формулы  | Вес $\alpha$ | $\lg \alpha$ |
|--|--------------|--------------|
| $\text{Na}_2\text{H}_2\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_8\text{N}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$<br>(отилендиаминтетраацетат, дигидрат) | 372,242      | 57 083       |
| $\text{NaHCO}_3$   | 84,0071      | 92 432       |
| $\text{NaHC}_2\text{O}_4$  | 112,018      | 04 929       |
| $\text{NaHC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$   | 130,033      | 11 405       |
| $\text{NaH}_2\text{PO}_2$  | 87,9783      | 94 438       |
| $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  | 119,977      | 07 910       |
| $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  | 156,008      | 19 315       |
| $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  | 141,959      | 15 216       |
| $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  | 177,990      | 25 040       |
| $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$   | 358,143      | 55 406       |
| $\text{NaHS}$  | 56,062       | 74 867       |
| $\text{NaHSO}_3$   | 104,060      | 01 728       |
| $\text{NaHSO}_4$   | 120,059      | 07 939       |
| $\text{NaHSeO}_3$  | 150,96       | 17 886       |
| $\text{NaJ}$   | 149,8942     | 17 578       |
| $\text{NaJO}_3$  | 197,8924     | 29 643       |
| $\text{NaJO}_4$  | 213,892      | 33 019       |
| $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$<br>(тарترات)   | 282,226      | 45 060       |
| $\text{NaMg}(\text{UO}_2)_3(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$   | 1496,89      | 17 519       |
| $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  | 205,92       | 31 370       |
| $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  | 241,95       | 38 373       |
| $\text{NaN}_3$   | 65,0099      | 81 298       |
| $\text{NaNH}_2$  | 39,0124      | 59 120       |
| $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4$  | 137,008      | 13 675       |
| $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  | 209,069      | 32 029       |
| $\text{NaNO}_2$  | 68,9953      | 83 882       |
| $\text{NaNO}_3$  | 84,9947      | 92 939       |
| $\text{Na}_2\text{O}$  | 61,9790      | 79 224       |
| $\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{O}$   | 30,9895      | 49 121       |
| $\text{Na}_2\text{O}_2$  | 77,9784      | 89 197       |
| $\text{NaOH}$  | 39,9972      | 60 203       |
| $\text{NaPO}_3$  | 101,9618     | 00 844       |
| $\text{Na}_3\text{PO}_4$   | 163,941      | 21 469       |
| $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  | 380,125      | 57 993       |
| $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  | 265,903      | 42 472       |
| $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$   | 446,056      | 64 939       |
| $\text{Na}_2\text{S}$  | 78,044       | 89 234       |
| $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  | 240,182      | 38 054       |
| $\text{Na}_2\text{SO}_3$   | 126,042      | 10 051       |
| $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$   | 252,149      | 40 166       |
| $\text{Na}_2\text{SO}_4$   | 142,041      | 15 241       |
| $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  | 322,195      | 50 812       |
| $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  | 158,11       | 19 896       |
| $\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$   | 79,053       | 89 792       |
| $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  | 248,18       | 39 477       |
| $\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   | 124,091      | 09 374       |

| Формулы  | Вес а   | lg а   |
|--|---------|--------|
| $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  | 174,11  | 24 082 |
| $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$                              | 210,14  | 32 251 |
| $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  | 190,10  | 27 898 |
| $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$  | 238,10  | 37 676 |
| $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$                                      | 481,11  | 68 224 |
| $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  | 172,94  | 23 790 |
| $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  | 188,056 | 27 429 |
| $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  | 122,064 | 08 659 |
| $\text{Na}_2\text{SnO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$                                      | 266,71  | 42 604 |
| $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$  | 634,04  | 80 212 |
| $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$                              | 742,13  | 87 048 |
| $\text{NaVO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  | 193,991 | 28 778 |
| $\text{Na}_2\text{WO}_4$   | 293,81  | 46 807 |
| $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$                                       | 329,84  | 51 830 |
| $\text{NaZn}(\text{UO}_2)_3(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | 1537,94 | 18 694 |
| <hr/>  |         |        |
| <b>Nb</b>  | 92,906  | 96 804 |
| 2Nb  | 185,812 | 26 907 |
| $\text{NbCl}_5$  | 270,17  | 43 164 |
| $\text{Nb}_2\text{O}_5$  | 265,809 | 42 457 |
| <hr/>  |         |        |
| <b>Ni</b>  | 58,71   | 76 871 |
| $\frac{1}{2}\text{Ni}$   | 29,355  | 46 768 |
| 2Ni  | 117,42  | 06 974 |
| $\text{Ni}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$<br>(ацетат)      | 248,86  | 39 596 |
| $\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2\text{N}_2)_2$<br>(диметилглиоксимин)           | 288,94  | 46 081 |
| $\text{Ni}(\text{C}_5\text{H}_5\text{N})_4(\text{CNS})_2$<br>(пиридин)                   | 491,28  | 69 133 |
| $\text{Ni}(\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2\text{N})_2$<br>(антрацилат)                    | 330,97  | 51 979 |
| $\text{Ni}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_2$<br>(оксихинолят)                            | 347,02  | 54 035 |
| $\text{Ni}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$                   | 383,05  | 58 326 |
| $\text{NiCO}_3$  | 118,72  | 07 452 |
| $\text{Ni}(\text{CO})_4$   | 170,75  | 23 236 |
| $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  | 237,71  | 37 605 |
| $\text{NiCl}_2$  | 129,62  | 11 267 |
| $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$   | 182,72  | 26 179 |
| $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$                                     | 290,81  | 46 361 |
| $\text{Ni}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$                      | 395,00  | 59 660 |

| Формулы   | Вес $a$  | $\lg a$ |
|---|----------|---------|
| NiO . . . . .   | 74,71    | 87 338  |
| Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .                | 165,42   | 21 859  |
| Ni <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . . | 291,36   | 46 443  |
| NiS . . . . .   | 90,77    | 95 794  |
| NiSO <sub>4</sub> . . . . .                             | 154,77   | 18 969  |
| NiSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O . . . . .          | 280,88   | 44 852  |
| <hr/>   |          |         |
| O . . . . .   | 15,9994  | 20 410  |
| 1/2O . . . . .  | 7,9997   | 90 307  |
| 2O . . . . .  | 31,9988  | 50 513  |
| 3O . . . . .  | 47,9982  | 68 122  |
| 4O . . . . .  | 63,9976  | 80 616  |
| 5O . . . . .  | 79,997   | 90 307  |
| 6O . . . . .  | 95,996   | 98 225  |
| 7O . . . . .  | 111,996  | 04 920  |
| 8O . . . . .  | 127,995  | 10 719  |
| OCH <sub>3</sub> . . . . .                              | 31,0345  | 49 184  |
| OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> . . . . .                | 45,0616  | 65 381  |
| OH . . . . .  | 17,0074  | 23 064  |
| 2OH . . . . .   | 34,0147  | 53 167  |
| 3OH . . . . .   | 51,0221  | 70 776  |
| 4OH . . . . .   | 68,0295  | 83 270  |
| 5OH . . . . .   | 85,037   | 92 961  |
| 6OH . . . . .   | 102,044  | 00 879  |
| <hr/>   |          |         |
| Os . . . . .  | 190,2    | 27 921  |
| 2Os . . . . .   | 380,4    | 58 024  |
| OsCl <sub>4</sub> . . . . .                             | 332,0    | 52 114  |
| OsO <sub>2</sub> . . . . .                              | 222,2    | 34 674  |
| OsO <sub>4</sub> . . . . .                              | 254,2    | 40 518  |
| <hr/>   |          |         |
| P . . . . .   | 30,9738  | 49 099  |
| 1/5P . . . . .  | 6,19476  | 79 202  |
| 1/3P . . . . .  | 10,32460 | 01 387  |
| 2P . . . . .  | 61,9476  | 79 202  |
| 3P . . . . .  | 92,9214  | 96 812  |
| PBr <sub>3</sub> . . . . .                              | 270,70   | 43 249  |
| PCl <sub>3</sub> . . . . .                              | 137,333  | 13 777  |
| PCl <sub>5</sub> . . . . .                              | 208,24   | 31 856  |

| Формулы  | Вес $\alpha$ | lg $\alpha$ |
|--|--------------|-------------|
| PbH <sub>3</sub>   | 33,9977      | 53 145      |
| PbO <sub>2</sub>   | 62,9726      | 79 915      |
| PbO <sub>3</sub>   | 78,9720      | 89 747      |
| PbO <sub>4</sub>   | 94,9714      | 97 759      |
| 2PbO <sub>4</sub>  | 189,943      | 27 862      |
| Pb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 109,9458     | 04 118      |
| Pb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   | 141,945      | 15 212      |
| Pb <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   | 173,943      | 24 041      |
| PbOCl <sub>3</sub>   | 153,332      | 18 563      |
| Pb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ·24MnO <sub>3</sub>   | 3596,5       | 55 588      |
| -----  |              |             |
| -----  |              |             |
| Pb   | 207,19       | 31 637      |
| 1/2Pb  | 103,595      | 01 534      |
| 2Pb  | 414,38       | 61 740      |
| 3Pb  | 621,57       | 79 349      |
| PbBr <sub>2</sub>  | 367,01       | 56 468      |
| Pb (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub><br>(ацетат)  | 325,28       | 51 226      |
| Pb (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ·3H <sub>2</sub> O                                     | 379,33       | 57 902      |
| Pb (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>4</sub>   | 323,44       | 50 979      |
| Pb (C <sub>7</sub> H <sub>4</sub> NS <sub>2</sub> ) OH<br>(меркаптобензтиазолид)                                       | 390,44       | 59 155      |
| Pb (C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> N) <sub>2</sub><br>(салицилальдонсимин или антранилат)                | 479,45       | 68 074      |
| Pb (C <sub>10</sub> H <sub>7</sub> O <sub>5</sub> N <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·1 1/2H <sub>2</sub> O<br>(пикролонат) | 760,60       | 88 116      |
| Pb (C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> ONS) <sub>2</sub><br>(тионалид)  | 639,76       | 80 602      |
| PbCO <sub>3</sub>  | 267,20       | 42 684      |
| PbCl <sub>2</sub>  | 278,10       | 44 420      |
| PbCl <sub>4</sub>  | 349,00       | 54 283      |
| PbClF  | 261,64       | 41 770      |
| PbCrO <sub>4</sub>   | 323,18       | 50 944      |
| PbF <sub>2</sub>   | 245,19       | 38 950      |
| PbJ <sub>2</sub>   | 461,00       | 66 370      |
| PbMoO <sub>4</sub>   | 367,13       | 56 482      |
| Pb (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>   | 331,20       | 52 009      |
| PbO  | 223,19       | 34 867      |
| PbO <sub>2</sub>   | 239,19       | 37 874      |
| Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>   | 685,57       | 83 605      |
| Pb (OH) <sub>2</sub>   | 241,20       | 38 238      |
| PbS  | 239,25       | 37 885      |
| PbSO <sub>3</sub>  | 287,25       | 45 826      |
| PbSO <sub>4</sub>  | 303,25       | 48 180      |
| PbWO <sub>4</sub>  | 455,04       | 65 805      |
| -----  |              |             |
| -----  |              |             |

| Формулы   | Вес $a$ | $\lg a$ |
|---|---------|---------|
| Pd  | 106,4   | 02 694  |
| 2Pd   | 212,8   | 32 797  |
| Pd (C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> ) <sub>2</sub><br>(диметилглиоксимин) | 336,6   | 52 711  |
| Pd (C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> N) <sub>2</sub><br>(салицилальдоксимин)              | 378,7   | 57 830  |
| Pd (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub><br>(оксихинолят)                                   | 394,7   | 59 627  |
| Pd (CN) <sub>2</sub>  | 158,4   | 19 976  |
| PdCl <sub>2</sub>   | 177,3   | 24 871  |
| PdCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O  | 243,3   | 32 899  |
| PdCl <sub>4</sub>   | 248,2   | 39 480  |
| PdCl <sub>6</sub>   | 349,1   | 50 393  |
| PdJ <sub>2</sub>  | 360,2   | 55 654  |
| Pd (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 230,4   | 36 248  |
| PdO   | 122,4   | 08 778  |
| PdS   | 138,5   | 14 145  |
| PdSO <sub>4</sub>   | 202,5   | 30 643  |
| PdSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O  | 238,5   | 37 749  |
| -----   |         |         |
| -----   |         |         |
| Pt  | 195,09  | 29 024  |
| 1/4Pt   | 48,773  | 68 818  |
| 1/2Pt   | 97,545  | 98 921  |
| 2Pt   | 390,18  | 59 127  |
| PtCl <sub>4</sub>   | 336,90  | 52 750  |
| PtCl <sub>6</sub>   | 407,81  | 61 046  |
| PtS   | 227,15  | 35 631  |
| -----   |         |         |
| -----   |         |         |
| Rb  | 85,47   | 93 181  |
| 2Rb   | 170,94  | 23 284  |
| RbAl (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O  | 520,76  | 71 664  |
| Rb <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>   | 230,95  | 36 352  |
| RbCl  | 120,92  | 08 250  |
| RbClO <sub>4</sub>  | 184,92  | 26 698  |
| RbJ   | 212,37  | 32 709  |
| RbNO <sub>3</sub>   | 147,47  | 16 870  |
| Rb <sub>2</sub> O   | 186,94  | 27 170  |
| Rb <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>   | 578,75  | 76 249  |
| Rb <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   | 267,00  | 42 651  |
| -----   |         |         |
| -----   |         |         |

| Формулы                        | Вес $a$ | $\lg a$ |
|--------------------------------|---------|---------|
| Re                             | 186,2   | 26 998  |
| 2Re                            | 372,4   | 57 101  |
| ReCl <sub>3</sub>              | 292,6   | 46 627  |
| ReCl <sub>5</sub>              | 363,5   | 56 050  |
| ReO <sub>2</sub>               | 218,2   | 33 885  |
| ReO <sub>3</sub>               | 234,2   | 36 959  |
| ReO <sub>4</sub>               | 250,2   | 39 829  |
| Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | 484,4   | 68 520  |
| <hr/>                          |         |         |
| Rh                             | 102,905 | 01 244  |
| 2Rh                            | 205,810 | 31 347  |
| RhCl <sub>3</sub>              | 209,264 | 32 069  |
| RhO <sub>2</sub>               | 134,904 | 13 002  |
| Rh <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 253,808 | 40 451  |
| <hr/>                          |         |         |
| Ru                             | 101,07  | 00 462  |
| 2Ru                            | 202,14  | 30 565  |
| RuO <sub>4</sub>               | 165,07  | 21 767  |
| <hr/>                          |         |         |
| S                              | 32,064  | 50 602  |
| 2S                             | 64,13   | 80 706  |
| 3S                             | 96,19   | 98 313  |
| 4S                             | 128,26  | 10 809  |
| 5S                             | 160,32  | 20 499  |
| 6S                             | 192,38  | 28 416  |
| SH                             | 33,072  | 51 946  |
| 2SH                            | 66,14   | 82 046  |
| 3SH                            | 99,22   | 99 660  |
| SO <sub>2</sub>                | 64,063  | 80 661  |
| SO <sub>3</sub>                | 80,062  | 90 343  |
| SO <sub>3</sub> H              | 81,070  | 90 886  |
| 2SO <sub>3</sub> H             | 162,14  | 20 989  |
| SO <sub>3</sub> Na             | 103,052 | 01 306  |
| 2SO <sub>3</sub> Na            | 206,10  | 31 408  |
| SO <sub>4</sub>                | 96,062  | 98 255  |
| 2SO <sub>4</sub>               | 192,12  | 28 357  |
| 3SO <sub>4</sub>               | 288,18  | 45 966  |
| S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 112,13  | 04 972  |
| S <sub>2</sub> O <sub>4</sub>  | 128,13  | 10 765  |

| Формулы                           | Вес $\alpha$ | lg $\alpha$ |
|-----------------------------------|--------------|-------------|
| $S_2O_7$ . . . . .                | 176,12       | 24 581      |
| $S_2O_8$ . . . . .                | 192,12       | 28 357      |
| $S_4O_6$ . . . . .                | 224,25       | 35 073      |
| -----                             | -----        | -----       |
| Sb . . . . .                      | 121,75       | 08 547      |
| $\frac{1}{6}Sb$ . . . . .         | 24,350       | 38 650      |
| $\frac{1}{3}Sb$ . . . . .         | 40,583       | 60 834      |
| $\frac{1}{2}Sb$ . . . . .         | 60,875       | 78 444      |
| $2Sb$ . . . . .                   | 243,50       | 38 650      |
| $SbC_6H_5O_4$ . . . . .           | 262,85       | 41 971      |
| (пирогаллат)                      |              |             |
| $Sb(C_9H_6ON)_3$ . . . . .        | 554,21       | 74 367      |
| (оксхинолят)                      |              |             |
| $Sb(C_{12}H_{10}ONS)_3$ . . . . . | 770,60       | 88 683      |
| (тионалид)                        |              |             |
| $SbCl_3$ . . . . .                | 228,11       | 35 814      |
| $SbCl_5$ . . . . .                | 299,02       | 47 570      |
| $SbJ_3$ . . . . .                 | 502,46       | 70 110      |
| $SbOCl$ . . . . .                 | 173,20       | 23 855      |
| $Sb_2O_3$ . . . . .               | 291,50       | 46 464      |
| $Sb_2O_5$ . . . . .               | 323,50       | 50 987      |
| $SbS_4$ . . . . .                 | 250,01       | 39 796      |
| $Sb_2S_3$ . . . . .               | 339,69       | 53 108      |
| $Sb_2S_5$ . . . . .               | 403,82       | 60 619      |
| -----                             | -----        | -----       |
| Sc . . . . .                      | 44,956       | 65 279      |
| $2Sc$ . . . . .                   | 89,912       | 95 382      |
| $Sc_2O_3$ . . . . .               | 137,910      | 13 960      |
| -----                             | -----        | -----       |
| Se . . . . .                      | 78,96        | 89 741      |
| $2Se$ . . . . .                   | 157,92       | 19 844      |
| $SeO_2$ . . . . .                 | 110,96       | 04 517      |
| $SeO_3$ . . . . .                 | 126,96       | 10 367      |
| $SeO_4$ . . . . .                 | 142,96       | 15 521      |
| -----                             | -----        | -----       |

| Формулы  | Вес $\alpha$ | lg $\alpha$ |
|--|--------------|-------------|
| Si . . . . .                                   | 28,086       | 44 849      |
| 2Si . . . . .                                  | 56,172       | 74 952      |
| 3Si . . . . .                                  | 84,258       | 92 561      |
| 4Si . . . . .                                  | 112,344      | 05 055      |
| 5Si . . . . .                                  | 140,43       | 14 746      |
| 6Si . . . . .                                  | 168,52       | 22 665      |
| SiC . . . . .                                  | 40,097       | 60 311      |
| SiCl <sub>4</sub> . . . . .                    | 169,90       | 23 019      |
| SiF <sub>4</sub> . . . . .                     | 104,080      | 01 737      |
| SiF <sub>6</sub> . . . . .                     | 142,076      | 15 252      |
| SiH <sub>4</sub> . . . . .                     | 32,118       | 50 675      |
| SiO <sub>2</sub> . . . . .                     | 60,085       | 77 877      |
| SiO <sub>3</sub> . . . . .                     | 76,084       | 88 129      |
| 2SiO <sub>3</sub> . . . . .                    | 152,168      | 18 232      |
| 3SiO <sub>3</sub> . . . . .                    | 228,253      | 35 842      |
| 4SiO <sub>3</sub> . . . . .                    | 304,34       | 48 336      |
| SiO <sub>4</sub> . . . . .                     | 92,084       | 96 418      |
| 2SiO <sub>4</sub> . . . . .                    | 184,167      | 26 521      |
| Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .       | 168,168      | 22 574      |
| Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> . . . . .       | 212,253      | 32 685      |
| -----  | -----        | -----       |
| -----  | -----        | -----       |
| Sn . . . . .                                   | 118,69       | 07 441      |
| $\frac{1}{4}$ Sn . . . . .                     | 29,673       | 47 236      |
| $\frac{1}{2}$ Sn . . . . .                     | 59,345       | 77 338      |
| 2Sn . . . . .                                  | 237,38       | 37 544      |
| SnCl <sub>2</sub> . . . . .                    | 189,60       | 27 784      |
| SnCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O . . . . . | 225,63       | 35 340      |
| SnCl <sub>4</sub> . . . . .                    | 260,50       | 41 581      |
| SnO . . . . .                                  | 134,69       | 12 934      |
| SnO <sub>2</sub> . . . . .                     | 150,69       | 17 808      |
| SnS . . . . .                                  | 150,75       | 17 826      |
| SnS <sub>2</sub> . . . . .                     | 182,82       | 26 202      |
| SnS <sub>3</sub> . . . . .                     | 214,88       | 33 220      |
| -----  | -----        | -----       |
| -----  | -----        | -----       |
| Sr . . . . .                                   | 87,62        | 94 260      |
| $\frac{1}{2}$ Sr . . . . .                     | 43,810       | 64 157      |
| 2Sr . . . . .                                  | 175,24       | 24 363      |

| Формулы   | Вес $a$ | $\lg a$ |
|---|---------|---------|
| Sr (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ·1/2H <sub>2</sub> O<br>(ацетат)                      | 214,72  | 33 187  |
| SrC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>   | 175,64  | 24 462  |
| SrC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O   | 193,66  | 28 704  |
| SrCO <sub>3</sub>   | 147,63  | 16 917  |
| SrCl <sub>2</sub>   | 158,53  | 20 011  |
| SrCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O  | 266,62  | 42 589  |
| SrCrO <sub>4</sub>  | 203,61  | 30 880  |
| Sr (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 211,63  | 32 558  |
| Sr (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O   | 283,69  | 45 284  |
| SrO   | 103,62  | 01 544  |
| Sr (OH) <sub>2</sub>  | 121,63  | 08 504  |
| Sr (OH) <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O   | 265,76  | 42 449  |
| SrSO <sub>3</sub>   | 167,68  | 22 448  |
| SrSO <sub>4</sub>   | 183,68  | 26 406  |
| SrS <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 199,75  | 30 049  |
| -----   |         |         |
| -----   |         |         |
| Ta  | 180,948 | 25 755  |
| 2Ta   | 361,896 | 55 858  |
| TaCl <sub>5</sub>   | 358,21  | 55 414  |
| Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 441,893 | 64 532  |
| -----   |         |         |
| -----   |         |         |
| Te  | 127,60  | 10 585  |
| 2Te   | 255,20  | 40 688  |
| TeO <sub>2</sub>  | 159,60  | 20 303  |
| TeO <sub>3</sub>  | 175,60  | 24 452  |
| TeO <sub>4</sub>  | 191,60  | 28 240  |
| -----   |         |         |
| -----   |         |         |
| Th  | 232,038 | 36 556  |
| 2Th   | 464,076 | 66 659  |
| Th (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>4</sub><br>(оксихинолят)   | 808,655 | 90 776  |
| Th (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>4</sub> ·(C <sub>9</sub> H <sub>7</sub> ON)<br>(оксихинолят) (оксихинолин) | 953,817 | 97 947  |

| Формулы   | Вес а    | Ig а   |
|---|----------|--------|
| Th (C <sub>10</sub> H <sub>7</sub> O <sub>5</sub> N <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O<br>(пикроловат) | 1302,818 | 11 488 |
| Th (C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>(оксалат)                                  | 516,170  | 71 279 |
| ThCl <sub>4</sub>   | 373,850  | 57 270 |
| Th (NO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>  | 480,058  | 68 129 |
| Th (NO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O   | 552,119  | 74 203 |
| Th (NO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ·12H <sub>2</sub> O  | 696,242  | 84 276 |
| ThO <sub>2</sub>  | 264,037  | 42 166 |
| Th (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  | 424,16   | 62 753 |
| Th (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·9H <sub>2</sub> O   | 586,30   | 76 812 |
| -----   |          |        |
| -----   |          |        |
| Ti  | 47,90    | 68 034 |
| 1/4Ti   | 11,975   | 07 828 |
| 1/3Ti   | 15,967   | 20 322 |
| 2Ti   | 95,80    | 98 137 |
| TiCl <sub>3</sub>   | 154,26   | 18 825 |
| TiCl <sub>4</sub>   | 189,71   | 27 809 |
| TiO (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub><br>(оксихинолят)  | 352,21   | 54 681 |
| TiO <sub>2</sub>  | 79,90    | 90 255 |
| (TiO) <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>  | 301,74   | 47 963 |
| TiOSO <sub>4</sub>  | 159,96   | 20 401 |
| -----   |          |        |
| -----   |          |        |
| Tl  | 204,37   | 31 042 |
| 2Tl   | 408,74   | 61 145 |
| TlBr  | 284,28   | 45 375 |
| TlC <sub>7</sub> H <sub>4</sub> NS <sub>2</sub><br>(меркаптобензтиазонид)   | 370,61   | 56 892 |
| TlC <sub>12</sub> H <sub>10</sub> ONS<br>(тиовалид)   | 420,65   | 62 392 |
| TlCl  | 239,82   | 37 989 |
| Tl <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>  | 524,73   | 71 994 |
| TlI   | 331,27   | 52 018 |
| TlNO <sub>3</sub>   | 266,37   | 42 549 |
| Tl <sub>2</sub> O   | 424,74   | 62 812 |

| Формулы   | Вес $\alpha$ | Ig $\alpha$ |
|---|--------------|-------------|
| Tl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .  | 456,74       | 65 967      |
| TlOH . . . . .  | 221,38       | 34 514      |
| Tl <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub> . . . . .   | 816,55       | 91 198      |
| Tl <sub>2</sub> S . . . . .   | 440,80       | 64 424      |
| Tl <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .   | 504,80       | 70 312      |
| -----   |              |             |
| -----   |              |             |
| U . . . . .   | 238,03       | 37 663      |
| 1/6 U . . . . .   | 39,672       | 59 848      |
| 1/4 U . . . . .   | 59,508       | 77 458      |
| 2U . . . . .  | 476,06       | 67 766      |
| 3U . . . . .  | 714,09       | 85 375      |
| UCl <sub>4</sub> . . . . .  | 379,84       | 57 960      |
| UF <sub>4</sub> . . . . .   | 314,02       | 49 696      |
| UF <sub>6</sub> . . . . .   | 352,02       | 54 657      |
| UO <sub>2</sub> . . . . .   | 270,03       | 43 141      |
| 2UO <sub>2</sub> . . . . .  | 540,06       | 73 244      |
| UO <sub>3</sub> . . . . .   | 286,03       | 45 641      |
| UO <sub>4</sub> . . . . .   | 302,03       | 48 005      |
| U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> . . . . .   | 842,09       | 92 536      |
| -----   |              |             |
| -----   |              |             |
| UO <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .<br>(ацетат)                                  | 388,12       | 58 897      |
| UO <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O . . . . .                          | 424,15       | 62 752      |
| UO <sub>2</sub> (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub> · (C <sub>9</sub> H <sub>7</sub> ON)<br>(оксихинолят) (оксихинолин) | 763,50       | 84 726      |
| UO <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .   | 394,04       | 59 554      |
| UO <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O . . . . .   | 502,13       | 70 082      |
| (UO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> NaMg (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> · 6H <sub>2</sub> O . . . . .     | 1436,89      | 17 519      |
| (UO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> NaZn (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> · 6H <sub>2</sub> O . . . . .     | 1537,94      | 18 694      |
| (UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .   | 714,60       | 85 370      |
| UO <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .   | 366,09       | 56 359      |
| UO <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 3H <sub>2</sub> O . . . . .   | 420,14       | 62 339      |
| -----   |              |             |
| -----   |              |             |
| V . . . . .   | 50,942       | 70 708      |
| 1/5 V . . . . .   | 10,1884      | 00 810      |
| 1/4 V . . . . .   | 12,7355      | 10 502      |
| 2V . . . . .  | 101,884      | 00 810      |

| Формулы  | Вес $a$ | $\lg a$ |
|--|---------|---------|
| VCl <sub>4</sub> . . . . .   | 192,754 | 28 500  |
| VO . . . . .   | 66,941  | 82 569  |
| VOCl <sub>2</sub> . . . . .  | 137,847 | 13 940  |
| VO <sub>2</sub> . . . . .  | 82,941  | 91 877  |
| VO <sub>3</sub> . . . . .  | 98,940  | 99 537  |
| VO <sub>4</sub> . . . . .  | 114,940 | 06 047  |
| V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .  | 149,882 | 17 575  |
| V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>4</sub><br>(оксихинолят) | 726,499 | 86 124  |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .  | 181,881 | 25 979  |
| -----  |         |         |
| -----  |         |         |
| W . . . . .  | 183,85  | 26 446  |
| 2W . . . . .   | 367,70  | 56 549  |
| WC . . . . .   | 195,86  | 29 195  |
| WCl <sub>5</sub> . . . . .   | 361,12  | 55 765  |
| WO <sub>2</sub> (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub><br>(оксихинолят)               | 504,16  | 70 257  |
| WO <sub>3</sub> . . . . .  | 231,85  | 36 521  |
| WO <sub>4</sub> . . . . .  | 247,85  | 39 419  |
| -----  |         |         |
| -----  |         |         |
| Y . . . . .  | 88,905  | 94 893  |
| 2Y . . . . .   | 177,810 | 24 996  |
| Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .  | 225,819 | 35 374  |
| -----  |         |         |
| -----  |         |         |
| Zn . . . . .   | 65,37   | 81 538  |
| 1/2Zn . . . . .  | 32,685  | 51 435  |
| 2Zn . . . . .  | 130,74  | 11 641  |
| 3Zn . . . . .  | 196,11  | 29 250  |

| Формулы   | Вес а  | lg а   |
|---|--------|--------|
| Zn (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub><br>(ацетат)                           | 183,46 | 26 354 |
| Zn (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O                   | 219,49 | 34 141 |
| Zn (C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N) <sub>2</sub> (CNS) <sub>2</sub><br>(ширидин)                     | 339,74 | 53 115 |
| Zn (C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> N) <sub>2</sub><br>(антранилат)                      | 337,63 | 52 844 |
| Zn (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub><br>(оксихинолят)                                   | 353,68 | 54 861 |
| Zn (C <sub>10</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> N) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O<br>(хинальдинат) | 427,71 | 63 115 |
| Zn (CN) <sub>2</sub>  | 117,41 | 06 971 |
| ZnCO <sub>3</sub>   | 125,38 | 09 823 |
| ZnCl <sub>2</sub>   | 136,28 | 13 443 |
| ZnHg (CNS) <sub>4</sub>   | 498,29 | 69 748 |
| ZnNH <sub>4</sub> PO <sub>4</sub>   | 178,38 | 25 135 |
| Zn (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 189,38 | 27 733 |
| Zn (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O  | 297,47 | 47 344 |
| ZnO   | 81,37  | 91 046 |
| Zn (OH) <sub>2</sub>  | 99,38  | 99 730 |
| Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O                                   | 458,11 | 66 097 |
| Zn <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   | 304,68 | 48 384 |
| ZnS   | 97,43  | 98 869 |
| ZnSO <sub>4</sub>   | 161,43 | 20 798 |
| ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O   | 287,54 | 45 870 |
| -----   |        |        |
| Zr  | 91,22  | 96 009 |
| 2Zr   | 182,44 | 26 112 |
| Zr (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>4</sub><br>(оксихинолят)                                   | 667,84 | 82 467 |
| ZrCl <sub>4</sub>   | 233,03 | 36 741 |
| Zr (NO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>  | 339,24 | 53 051 |
| Zr (NO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O  | 429,32 | 63 278 |
| ZrO <sub>2</sub>  | 123,22 | 09 068 |
| ZrOCl <sub>2</sub> · 8H <sub>2</sub> O  | 322,25 | 50 819 |
| ZrP <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   | 265,16 | 42 351 |
| Zr (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  | 283,34 | 45 231 |
| Zr (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O  | 355,40 | 55 072 |
| ZrSiO <sub>4</sub>  | 183,30 | 26 316 |
| -----   |        |        |

### Аналитические и стехиометрические множители (факторы)\*

Если  $g$  — навеска вещества, взятого для анализа,  $a$  — масса высушенного или прокаленного осадка (весовая форма) и  $f$  — множитель, найденный в данной таблице, то процентное содержание искомого вещества находят по формуле:

$$x = \frac{a \cdot f \cdot 100}{g} \% ; \quad \lg x = \lg a + \lg f + 2 - \lg g$$

где  $a$  и  $g$  выражены в одинаковых единицах.

Вычисления надо производить, отбрасывая характеристики логарифмов и оставляя только мантиссы. Тогда каждый расчет сводится к сложению трех чисел

$$\lg a + \lg f + (1 - \lg g)$$

Помещенные в этой таблице множители  $f$  и их логарифмы в некоторых случаях не точно согласуются друг с другом. Это происходит от того, что множители округлены, в то время как логарифмы множителей, являющиеся промежуточной ступенью расчетов, даны более точными числами.

| Определяют   | Взвешено  | Множитель $f$ | $\lg f$ |
|--|---|---------------|---------|
| Ag   | AgBr . . . . .  | 0,5745        | 75 925  |
|  | AgCl . . . . .  | 0,7526        | 87 658  |
|  | AgJ . . . . .   | 0,4595        | 66 225  |
| Al   | Al (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>3</sub><br>(оксипирилат) . . . . . | 0,05873       | 76 883  |
|  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .                                      | 0,5293        | 72 367  |
|  | AlPO <sub>4</sub> . . . . .   | 0,2242        | 34 487  |
| Ba   | BaCrO <sub>4</sub> . . . . .  | 0,5421        | 73 411  |
|  | BaSO <sub>4</sub> . . . . .   | 0,5884        | 76 970  |
| BaCl <sub>2</sub><br>BaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O | BaSO <sub>4</sub> . . . . .   | 0,8923        | 95 049  |
|  | BaSO <sub>4</sub> . . . . .   | 1,0466        | 01 979  |
| Be   | BeO . . . . .   | 0,3603        | 55 669  |

\* О пользовании таблицей см. стр. 364.

| Определяют      | Взвешено   | Множитель $f$ | $\lg f$ |
|-----------------|--|---------------|---------|
| Bi              | $\text{BiC}_6\text{H}_5\text{O}_3$ . . . . .<br>(пирогаллат)   | 0,6293        | 79 887  |
|                 | $\text{Bi}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$ . . . . .<br>(оксихинолят)                              | 0,3258        | 51 294  |
|                 | $\text{Bi}(\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{ONS})_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . . . . .<br>(тиональд) | 0,2386        | 37 767  |
|                 | $\text{Bi}_2\text{O}_3$ . . . . .  | 0,8970        | 95 279  |
|                 | $\text{BiOCl}$ . . . . .   | 0,8024        | 90 441  |
|                 | $\text{BiPO}_4$ . . . . .  | 0,6875        | 83 730  |
| Br              | $\text{AgBr}$ . . . . .  | 0,4256        | 62 895  |
| C               | $\text{CO}_2$ . . . . .  | 0,2729        | 43 603  |
|                 | $\text{BaCO}_3$ . . . . .  | 0,06086       | 78 434  |
| CN              | $\text{AgCN}$ . . . . .  | 0,1943        | 28 853  |
| CNS             | $\text{AgCNS}$ . . . . .   | 0,3500        | 54 406  |
|                 | $\text{BaSO}_4$ . . . . .  | 0,2489        | 39 594  |
| $\text{CO}_2$   | $\text{BaCO}_3$ . . . . .  | 0,2230        | 34 831  |
|                 | $\text{CaCO}_3$ . . . . .  | 0,4397        | 64 316  |
| $\text{CO}_3$   | $\text{BaCO}_3$ . . . . .  | 0,3041        | 48 298  |
| Ca              | $\text{CaCO}_3$ . . . . .  | 0,4004        | 60 254  |
|                 | $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . . . . .<br>(оксалат)                             | 0,2743        | 43 822  |
|                 | $\text{CaO}$ . . . . .   | 0,7147        | 85 412  |
|                 | $\text{CaSO}_4$ . . . . .  | 0,2944        | 46 894  |
| $\text{CaCO}_3$ | $\text{CO}_2$ . . . . .  | 2,274         | 35 684  |
|                 | $\text{CaO}$ . . . . .   | 1,785         | 25 158  |

Продолжение табл. 7

| Определяют                     | Взвешено   | Множитель $f$ | $\lg f$ |
|--------------------------------|--|---------------|---------|
| Cd                             | Cd (C <sub>7</sub> H <sub>4</sub> NS <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .<br>(меркаптобензтиазолид) | 0,2527        | 40 252  |
|                                | Cd (C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> N) <sub>2</sub> . . . . .<br>(автранплат)           | 0,2922        | 46 569  |
|                                | Cd (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub> . . . . .<br>(оксихинолят)                        | 0,2805        | 44 794  |
|                                | Cd (C <sub>10</sub> H O <sub>2</sub> N) <sub>2</sub> . . . . .<br>(хинальдинат)                      | 0,2461        | 39 111  |
|                                | CdO . . . . .  | 0,8754        | 94 220  |
|                                | Cd <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .  | 0,5638        | 75 111  |
| Cl                             | AgCl . . . . .   | 0,2474        | 39 333  |
| ClO <sub>3</sub>               | AgCl . . . . .   | 0,5823        | 76 511  |
| ClO <sub>4</sub>               | AgCl . . . . .   | 0,6939        | 84 129  |
| Co                             | Co <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .  | 0,4039        | 60 629  |
| Cr                             | BaCrO <sub>4</sub> . . . . .   | 0,2053        | 31 228  |
| CrO <sub>4</sub>               | BaCrO <sub>4</sub> . . . . .   | 0,4579        | 66 075  |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | BaCrO <sub>4</sub> . . . . .   | 0,4263        | 62 971  |
| Cu                             | Cu (C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N) <sub>2</sub> (CNS) <sub>2</sub> . . . . .<br>(пиридин)          | 0,1880        | 27 425  |
|                                | Cu (C <sub>9</sub> H ON) <sub>2</sub> . . . . .<br>(оксихинолят)                                     | 0,1806        | 25 669  |
|                                | CuC <sub>14</sub> H <sub>11</sub> O <sub>2</sub> N . . . . .<br>(купрон)                             | 0,2200        | 34 245  |
|                                | CuO . . . . .  | 0,7988        | 90 246  |
|                                |  |               |         |
| F                              | CaF <sub>2</sub> . . . . .   | 0,4866        | 68 721  |
|                                | PbClF . . . . .  | 0,07261       | 86 102  |

| Определяют                     | Взвешено  | Множитель $f$   | $\lg f$  |
|--------------------------------|---|---|--|
| Fe                             | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .  | 0,6994  | 84 473   |
| H                              | H <sub>2</sub> O . . . . .  | 0,1119  | 04 884   |
| HBr                            | AgBr . . . . .  | 0,4309  | 63 439   |
| HCN                            | AgCN . . . . .  | 0,2019  | 30 504   |
| HJ                             | AgJ . . . . .   | 0,5448  | 73 626   |
| HNO <sub>3</sub>               | C <sub>20</sub> H <sub>16</sub> N <sub>4</sub> · HNO <sub>3</sub> . . . . .<br>(нитрон)   | 0,1679  | 22 495   |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | Mg <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .   | 0,8806  | 94 478   |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | BaSO <sub>4</sub> . . . . .   | 0,4202  | 62 347   |
| K                              | K (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>4</sub> B . . . . .<br>KCl . . . . .<br>KClO <sub>4</sub> . . . . .<br>KN (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> (NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> . . . . .<br>(дипикрилат)<br>K <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub> . . . . .<br>K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . . | 0,1091<br>0,5245<br>0,2822<br>0,08192<br>0,1609<br>0,4489 | 03 790<br>71 972<br>45 058<br>91 340<br>20 658<br>65 212 |
| Li                             | Li <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> . . . . .   | 0,1798  | 25 476   |
| Mg                             | Mg (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub> . . . . .<br>(оксихинолят)<br>Mg <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .  | 0,07777<br>0,2185   | 89 080<br>33 939   |
| Mn                             | Mn <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .   | 0,3871  | 58 786   |

| Определяют       | Взвешено   | Множитель $f$                  | $\lg f$          |
|------------------|--|--------------------------------|------------------|
| Mo               | MoO <sub>3</sub> . . . . .   | 0,6665                         | 82 382           |
|                  | PbMoO <sub>4</sub> . . . . .   | 0,2613                         | 41 718           |
| MoO <sub>4</sub> | PbMoO <sub>4</sub> . . . . .   | 0,4357                         | 63 914           |
| N                | Pt . . . . .   | 0,1436                         | 15 713           |
| NH <sub>4</sub>  | Pt . . . . .   | 0,1849                         | 26 699           |
| Na               | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .  | 0,3237                         | 51 016           |
|                  | NaZn(UO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> · (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> · 6H <sub>2</sub> O | 0,01495                        | 17 460           |
| Ni               | NiC <sub>8</sub> H <sub>14</sub> N <sub>4</sub> O <sub>4</sub> . . . . .<br>(диметилглиоксимин)                        | 0,2032                         | 30 790           |
|                  | NiO . . . . .  | 0,7858                         | 89 533           |
|                  | NiSO <sub>4</sub> . . . . .  | 0,3793                         | 57 902           |
| P                | Mg <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .  | 0,2783                         | 44 456           |
|                  | (NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> · 12MoO <sub>3</sub> . . . . .   | 0,01651<br>(теорет.)           | 21 769           |
|                  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> · 24MoO <sub>3</sub> . . . . .   | 0,01639<br>(эмпир.)<br>0,01722 | 21 464<br>23 614 |
| Pb               | PbCrO <sub>4</sub> . . . . .   | 0,6411                         | 80 693           |
|                  | PbMoO <sub>4</sub> . . . . .   | 0,5644                         | 75 155           |
|                  | PbSO <sub>4</sub> . . . . .  | 0,6832                         | 83 457           |
| S                | BaSO <sub>4</sub> . . . . .  | 0,1374                         | 13 792           |
| SO <sub>4</sub>  | BaSO <sub>4</sub> . . . . .  | 0,4116                         | 61 445           |

| Определяют | Взвешено  | Множитель $f$              | $\lg f$ |
|------------|---|----------------------------|---------|
| Si         | SiO <sub>2</sub> . . . . .  | 0,4674                     | 66 972  |
| Sn         | SnO <sub>2</sub> . . . . .  | 0,7876                     | 89 633  |
| Sr         | SrC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O . . . . .                                | 0,4524                     | 65 556  |
|            | SrO . . . . .   | 0,8456                     | 92 716  |
|            | SrSO <sub>4</sub> . . . . .   | 0,4770                     | 67 854  |
| Ti         | TiO <sub>2</sub> . . . . .  | 0,5995                     | 77 779  |
| Tl         | Tl <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> . . . . .  | 0,7790                     | 89 151  |
|            | TlJ . . . . .   | 0,6169                     | 79 024  |
| U          | U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> . . . . .   | 0,8480                     | 92 839  |
| W          | WO <sub>3</sub> . . . . .   | 0,7930                     | 89 925  |
| Zn         | Zn (C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N) <sub>2</sub> (CNS) <sub>2</sub> . . . . .<br>(пиридин) | 0,1924                     | 28 423  |
|            | Zn (C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> N) <sub>2</sub> . . . . .<br>(антрацилат)  | 0,1936                     | 28 694  |
|            | Zn (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub> . . . . .<br>(оксихиолят)                | 0,1848                     | 26 677  |
|            | ZnHg (CNS) <sub>4</sub> . . . . .   | 0,1312                     | 11 790  |
|            | ZnO . . . . .   | 0,8034                     | 90 492  |
|            | Zn <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .                                     | 0,4291                     | 63 257  |
|            | Zr  | ZrO <sub>2</sub> . . . . . | 0,7403  |

### Растворимости неорганических и неко

Таблица показывает число граммов ( $P$ ) безводного вещества, указан ратуре, приведенной в верхней строке таблицы. При желании выразить вещества, содержащегося в 100 г насыщенного раствора, расчет ведут

Т. Ф.—твердая фаза, т. е. кристаллогидрат, находящийся в равно ратуры приведены растворимости двух или нескольких кристаллогидрат  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  равна 5,0 г/100 г, растворимость  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  составля творимостью будет в *стабильном* равновесии с насыщенным раствором,

Значения растворимостей малорастворимых солей рассчитывают по В таблице вещества расположены по алфавиту элементов, входящих Это необходимо учитывать при отыскании в таблице кислых, основных, личное написание формул.

Растворимости газов приведены при давлении 760 мм рт. ст.

| № пп.                               | Формула   | Т. Ф. *                          | Темпе |       |                     |       |
|-------------------------------------|---|----------------------------------|-------|-------|---------------------|-------|
|                                     |   |                                  | 0     | 10    | 20                  | 30    |
| Растворимость безводного вещества в |   |                                  |       |       |                     |       |
| 1                                   | $\text{AgC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ . . . . .            | —                                | 0,72  | 0,88  | 1,04                | 1,21  |
| 2                                   | $\text{AgF}$ . . . . .                                  | $2\text{H}_2\text{O}$            | —     | 119,8 | 172,0               | 190,1 |
| 3                                   | $\text{AgNO}_2$ . . . . .                               | —                                | 0,155 | 0,220 | 0,340               | 0,510 |
| 4                                   | $\text{AgNO}_3$ . . . . .                               | —                                | 122   | 170   | 222                 | 300   |
| 5                                   | $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ . . . . .                      | —                                | 0,57  | 0,69  | 0,79                | 0,88  |
| 6                                   | $\text{AlCl}_3$ . . . . .                               | $6\text{H}_2\text{O}$            | 43,8  | 44,9  | 45,9                | 46,6  |
| 7                                   | $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ . . . . .                    | $9\text{H}_2\text{O}$            | 61    | 67    | 75,4                | 81    |
| 8                                   | $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . . . . .                  | $18\text{H}_2\text{O}$           | 31,2  | 33,5  | 36,4                | 40,4  |
| 9                                   | $\text{As}_2\text{O}_3$ . . . . .                       | —                                | 1,21  | —     | 2,04<br>(25 °C)     | —     |
| 10                                  | $\text{As}_2\text{O}_5$ . . . . .                       | —                                | 59,5  | 62,1  | 65,9                | 69,5  |
| 11                                  | $\text{B}_2\text{O}_3$ . . . . .                        | —                                | 1,1   | 1,5   | 2,2                 | —     |
| 12                                  | $\text{BaBr}_2$ . . . . .                               | $2\text{H}_2\text{O}$            | 98    | 101   | 104                 | 109   |
| 13                                  | $\text{Ba}(\text{BrO}_3)_2$ . . . . .                   | $\text{H}_2\text{O}$             | 0,287 | 0,441 | 0,656               | 0,96  |
| 14                                  | $\text{Ba}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ . . . . . | $3\text{H}_2\text{O}$            | 59    | 63    | 71                  | —     |
| 15                                  | $\text{Ba}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ . . . . . | $\text{H}_2\text{O}$             | —     | —     | —                   | 75    |
| 16                                  | $\text{BaCl}_2$ . . . . .                               | $2\text{H}_2\text{O}$            | 31,6  | 33,3  | 35,7                | 38,2  |
| 17                                  | $\text{Ba}(\text{ClO}_3)_2$ . . . . .                   | $\text{H}_2\text{O}$             | 20,33 | 26,95 | 33,80               | 41,70 |
| 18                                  | $\text{Ba}(\text{ClO}_4)_2$ . . . . .                   | $3\text{H}_2\text{O}$            | 205,8 | —     | 289,2               | —     |
| 19                                  | $\text{BaJ}_2$ . . . . .                                | $7\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ | 166,6 | 184,1 | 203,1               | 219,6 |
| 20                                  | $\text{BaJ}_2$ . . . . .                                | $2\text{H}_2\text{O}$            | —     | —     | —                   | —     |
| 21                                  | $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$ . . . . .                    | $\text{H}_2\text{O}$             | —     | —     | 67,5                | —     |
| 22                                  | $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ . . . . .                    | —                                | 5,0   | 7,0   | 9,2                 | 11,6  |
| 23                                  | $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . . . . .                      | $8\text{H}_2\text{O}$            | 1,67  | 2,48  | 3,89                | 5,59  |
| 24                                  | $\text{BaSO}_4$ . . . . .                               | —                                | —     | —     | $2 \cdot 10^{-4}$   | —     |
| 25                                  | $\text{BaSiF}_6$ . . . . .                              | —                                | —     | —     | $2,6 \cdot 10^{-2}$ | —     |
| 26                                  | $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$ . . . . .                    | $4\text{H}_2\text{O}$            | 49,4  | —     | —                   | 52,3  |
| 27                                  | $\text{BeSO}_4$ . . . . .                               | $4\text{H}_2\text{O}$            | 37,0  | —     | 39,9                | 43,8  |

\* Число молекул воды в кристаллогидрате (Т. Ф.), находящемся в равновесии

### торых органических соединений в воде

ного в первом столбце, которое растворяется в 100 г воды при темпе эти данные в весовых процентах ( $P_1$  %), т. е. в граммах безводного по формуле  $P_1 = \frac{P \cdot 100}{100 + P}$ .

весии с насыщенным раствором. В некоторых графах для одной темпе тов одного и того же вещества (например, при 0 °C растворимость ет 19,5 г/100 г): В этих случаях кристаллогидрат с наименьшей рас остальные кристаллогидраты — в *метастабильном* равновесии.

их произведениям растворимости (см. в табл. 10). в формулу, для которой принято наиболее распространенное написание. двойных и комплексных солей, для которых иногда допускается раз-

| № пп.                                | ратура, °C |       |       |              |                   |       |                   | № пп. |
|--------------------------------------|------------|-------|-------|--------------|-------------------|-------|-------------------|-------|
|                                      | 40         | 50    | 60    | 70           | 80                | 90    | 100               |       |
| 100 г воды при данной температуре, г |            |       |       |              |                   |       |                   |       |
| 1                                    | 1,41       | 1,64  | 1,89  | 2,18         | 2,52              | —     | —                 | 1     |
| 2                                    | 222,0      | —     | —     | —            | —                 | —     | —                 | 2     |
| 3                                    | 0,715      | 0,995 | 1,363 | —            | —                 | —     | —                 | 3     |
| 4                                    | 376        | 455   | 525   | —            | 669               | —     | 952               | 4     |
| 5                                    | 0,98       | 1,08  | 1,15  | 1,23         | 1,30              | 1,36  | 1,41              | 5     |
| 6                                    | 47,3       | —     | 48,1  | —            | 48,6              | —     | 49,0              | 6     |
| 7                                    | 89         | 96    | 108   | 120          | —                 | —     | —                 | 7     |
| 8                                    | 45,7       | 52,2  | 59,2  | 66,2         | 73,1              | 86,8  | 89,0              | 8     |
| 9                                    | 2,93       | 3,43  | 4,44  | 5,62 (75 °C) | —                 | —     | 8,17              | 9     |
| 10                                   | 71,2       | —     | 73,0  | —            | 75,2              | —     | 75,7              | 10    |
| 11                                   | 4,0        | —     | 6,2   | —            | 9,5               | —     | 15,7              | 11    |
| 12                                   | 114        | 118   | 123   | 128          | 135               | —     | 149               | 12    |
| 13                                   | 1,33       | 1,75  | 2,32  | 3,01         | 3,65              | 4,45  | 5,7               | 13    |
| 14                                   | —          | —     | —     | —            | —                 | —     | —                 | 14    |
| 15                                   | 79         | 77    | 74    | 74           | —                 | —     | 75                | 15    |
| 16                                   | 40,7       | 43,6  | 46,4  | 49,4         | 52,4              | —     | 58,8              | 16    |
| 17                                   | 49,61      | —     | 66,80 | —            | 84,84             | —     | 104,9             | 17    |
| 18                                   | 358,7      | —     | 426,3 | —            | 495,2             | —     | 562,2             | 18    |
| 19                                   | —          | —     | —     | —            | —                 | —     | —                 | 19    |
| 20                                   | 223,7      | 234,4 | 241,3 | 246,6        | 257,1             | 270,4 | 284,5             | 20    |
| 21                                   | 101,2      | —     | 141,9 | —            | 205,3             | —     | 300               | 21    |
| 22                                   | 14,2       | 17,1  | 20,3  | 23,6         | 27,0              | 30,6  | 34,2              | 22    |
| 23                                   | 8,22       | 13,12 | 20,94 | 35,6         | 101,4             | —     | —                 | 23    |
| 24                                   | —          | —     | —     | —            | $4 \cdot 10^{-4}$ | —     | —                 | 24    |
| 25                                   | —          | —     | —     | —            | —                 | —     | $9 \cdot 10^{-2}$ | 25    |
| 26                                   | —          | 58,6  | 64,0  | —            | —                 | —     | —                 | 26    |
| 27                                   | 46,7       | —     | 55,5  | 62           | —                 | 83    | 100               | 27    |

с насыщенным раствором.

| № пп. | Формула  | Т. Ф.*                 | Температура, °С                   |                        |                        |                        | № пп.                  |                        |                        |                        |                        |                      |                        |    |
|-------|--|------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----|
|       |  |                        | 0                                 | 10                     | 20                     | 30                     |                        |                        |                        |                        |                        |                      |                        |    |
|       |  |                        | Растворимость безводного вещества |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                      |                        |    |
| 28    | Br <sub>2</sub> . . . . .  | —                      | 4,22                              | 3,4                    | 3,20                   | 3,13                   | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                    | —                      | 28 |
| 29    | CO . . . . .   | —                      | 4,4 · 10 <sup>-3</sup>            | 3,5 · 10 <sup>-3</sup> | 2,8 · 10 <sup>-3</sup> | 2,4 · 10 <sup>-3</sup> | 2,1 · 10 <sup>-3</sup> | 1,8 · 10 <sup>-3</sup> | 1,5 · 10 <sup>-3</sup> | 1,3 · 10 <sup>-3</sup> | 1,0 · 10 <sup>-3</sup> | 6 · 10 <sup>-4</sup> | —                      | 29 |
| 30    | CO <sub>2</sub> . . . . .  | —                      | 0,3346                            | 0,2318                 | 0,1688                 | 0,1257                 | 0,0973                 | 0,0761                 | 0,0576                 | —                      | —                      | —                    | —                      | 30 |
| 31    | CaBr <sub>2</sub> . . . . .  | 6H <sub>2</sub> O      | 125                               | 132                    | 143                    | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                    | —                      | 31 |
| 32    | CaBr <sub>2</sub> . . . . .  | 4H <sub>2</sub> O      | —                                 | —                      | —                      | —                      | 68,1                   | —                      | —                      | —                      | 74,7                   | —                    | —                      | 32 |
| 33    | Ca (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .    | 2H <sub>2</sub> O      | 37,4                              | 36,0                   | 34,7                   | 33,8                   | 33,2                   | 32,8                   | 32,7                   | 33,0                   | 33,5                   | —                    | —                      | 33 |
| 34    | Ca (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .    | H <sub>2</sub> O       | —                                 | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | 31,1                 | 29,7                   | 34 |
| 35    | CaCl <sub>2</sub> . . . . .  | 6H <sub>2</sub> O      | 59,5                              | 65,0                   | 74,5                   | 102                    | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                    | —                      | 35 |
| 36    | CaCl <sub>2</sub> . . . . .  | 2H <sub>2</sub> O      | —                                 | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | 136,8                  | 141,7                  | 147,0                  | 152,7                | 159,0                  | 36 |
| 37    | Ca (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                                | —                      | 0,1615                            | —                      | 0,1660                 | —                      | 0,1705                 | —                      | 0,1750                 | —                      | 0,1795                 | —                    | 0,1840                 | 37 |
| 38    | Ca (H <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                  | —                      | —                                 | —                      | 15,4 (25 °С)           | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                    | 12,5                   | 38 |
| 39    | CaI <sub>2</sub> . . . . .   | —                      | 182,5                             | 194,1                  | 208,6                  | 222,5                  | 242,4                  | —                      | 284,5                  | —                      | 354,6                  | —                    | 426,3                  | 39 |
| 40    | Ca (JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                                 | 6H <sub>2</sub> O      | 0,10                              | 0,17                   | —                      | 0,42                   | 0,61                   | 0,90                   | 1,38                   | —                      | —                      | —                    | —                      | 40 |
| 41    | Ca (JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                                 | H <sub>2</sub> O       | —                                 | —                      | —                      | —                      | 0,52                   | 0,59                   | 0,65                   | —                      | 0,80                   | —                    | 0,95                   | 41 |
| 42    | Ca (NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                                 | 4H <sub>2</sub> O      | 62,1                              | —                      | 76,7                   | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                    | —                      | 42 |
| 43    | Ca (NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                                 | 2H <sub>2</sub> O      | —                                 | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | 132,5                  | 151,9                  | —                      | 244,8                | —                      | 43 |
| 44    | Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                                 | 4H <sub>2</sub> O      | 102,1                             | 115,3                  | 129,3                  | 152,6                  | 196,0                  | —                      | —                      | —                      | —                      | —                    | —                      | 44 |
| 45    | Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                                 | 3H <sub>2</sub> O      | —                                 | —                      | —                      | —                      | 237,5                  | 281,5                  | —                      | —                      | —                      | —                    | —                      | 45 |
| 46    | Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                                 | —                      | —                                 | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | 358,7                  | —                    | 363,7                  | 46 |
| 47    | Ca (OH) <sub>2</sub> . . . . .   | —                      | 0,185                             | 0,176                  | 0,165                  | 0,153                  | 0,141                  | 0,128                  | 0,116                  | 0,106                  | 0,094                  | 0,085                | 0,077                  | 47 |
| 48    | CaSO <sub>3</sub> . . . . .  | 2H <sub>2</sub> O      | —                                 | —                      | 4,3 · 10 <sup>-3</sup> | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                    | 1,1 · 10 <sup>-3</sup> | 48 |
| 49    | CaSO <sub>4</sub> . . . . .  | 2H <sub>2</sub> O      | 0,1759                            | 0,1928                 | 0,2036                 | 0,209                  | 0,2097                 | —                      | 0,2047                 | 0,1974                 | 0,1966                 | —                    | 0,1619                 | 49 |
| 50    | CdBr <sub>2</sub> . . . . .  | 4H <sub>2</sub> O      | 56,2                              | 75,4                   | 98,8                   | 128,8                  | 151,9                  | —                      | 152,9                  | —                      | 155,1                  | —                    | 160,8                  | 50 |
| 51    | CdCl <sub>2</sub> . . . . .  | 2 1/2 H <sub>2</sub> O | 90,01                             | 122,8                  | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                    | —                      | 51 |
| 52    | CdCl <sub>2</sub> . . . . .  | H <sub>2</sub> O       | —                                 | 135,1                  | 134,5                  | —                      | 135,3                  | —                      | 136,5                  | —                      | 140,5                  | —                    | 147,0                  | 52 |
| 53    | CdI <sub>2</sub> . . . . .   | —                      | 79,8                              | 83,2                   | 86,2                   | 89,7                   | 93,8                   | 97,4                   | 100,4                  | 110,0                  | —                      | —                    | 124,9                  | 53 |
| 54    | Cd (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                                 | 9H <sub>2</sub> O      | 106                               | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | —                    | —                      | 54 |
| 55    | Cd (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                                 | 4H <sub>2</sub> O      | —                                 | —                      | 153                    | —                      | 199                    | —                      | —                      | —                      | —                      | —                    | —                      | 55 |
| 56    | Cd (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                                 | —                      | —                                 | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | 619                    | —                      | 646                    | —                    | 682                    | 56 |
| 57    | CdSO <sub>4</sub> . . . . .  | 8/3 H <sub>2</sub> O   | 75,4                              | 76,1                   | —                      | —                      | 78,6                   | —                      | —                      | —                      | —                      | —                    | —                      | 57 |
| 58    | CdSO <sub>4</sub> . . . . .  | H <sub>2</sub> O       | —                                 | —                      | —                      | —                      | —                      | 77,1                   | —                      | 70,3                   | 67,6                   | 64,5                 | 58,4                   | 58 |
| 59    | Ce (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> . . . . . | —                      | —                                 | —                      | 129,3                  | 153,8                  | 183,0                  | —                      | 196,5                  | —                      | 219,6                  | —                    | —                      | 59 |
| 60    | CeNH <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                  | 4H <sub>2</sub> O      | —                                 | —                      | 5,33                   | —                      | 3,29                   | —                      | —                      | —                      | —                      | 1,05                 | —                      | 60 |
| 61    | Ce <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . . . . .                    | 9H <sub>2</sub> O      | 20,98                             | —                      | 10,08                  | 6,79                   | —                      | 4,67                   | 3,88                   | —                      | —                      | —                    | —                      | 61 |
| 62    | Ce <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . . . . .                    | 8H <sub>2</sub> O      | 16,96                             | —                      | 9,52                   | —                      | 5,95                   | —                      | 4,04                   | —                      | —                      | —                    | —                      | 62 |
| 63    | Ce <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . . . . .                    | 5H <sub>2</sub> O      | —                                 | —                      | —                      | —                      | —                      | —                      | 3,25                   | —                      | 1,20                   | —                    | 0,46                   | 63 |
| 64    | Ce <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . . . . .                    | 4H <sub>2</sub> O      | —                                 | —                      | —                      | —                      | 6,05                   | 3,42                   | 2,35                   | —                      | 1,01                   | —                    | 0,42                   | 64 |

\* Число молекул воды в кристаллогидрате (Т. Ф.), находящемся в равновесии

с насыщенным раствором.

| № пп. | Формула  | Т. Ф. *  | Темпера                           |                        |                        |                         |
|-------|--|--|-----------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
|       |  |  | 0                                 | 10                     | 20                     | 30                      |
|       |  |  | Растворимость безводного вещества |                        |                        |                         |
| 65    | Cl <sub>2</sub> . . . . .                                    | —  | 1,46                              | 0,980                  | 0,716                  | 0,562                   |
| 66    | CoCl <sub>2</sub> . . . . .                                  | 6H <sub>2</sub> O                              | 43,5                              | 47,7                   | 52,9                   | 59,7                    |
| 67    | CoCl <sub>2</sub> . . . . .                                  | 2H <sub>2</sub> O                              | —                                 | —                      | —                      | —                       |
| 68    | CoJ <sub>2</sub> . . . . .                                   | 6H <sub>2</sub> O                              | 138,1                             | 159,7                  | 187,4                  | 233,3                   |
| 69    | Co (JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                 | 2H <sub>2</sub> O                              | —                                 | —                      | 0,45                   | 0,52                    |
| 70    | Co (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                 | 6H <sub>2</sub> O                              | 84,05                             | —                      | 100,0                  | 111,4                   |
| 71    | Co (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                 | 3H <sub>2</sub> O                              | —                                 | —                      | —                      | —                       |
| 72    | Co (NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                 | —  | 0,076                             | 0,24                   | 0,40                   | 0,60                    |
| 73    | CoSO <sub>4</sub> . . . . .                                  | 7H <sub>2</sub> O                              | 25,5                              | —                      | 36,3                   | —                       |
| 74    | CoSO <sub>4</sub> . . . . .                                  | 6H <sub>2</sub> O                              | —                                 | —                      | —                      | —                       |
| 75    | CoSO <sub>4</sub> . . . . .                                  | H <sub>2</sub> O                               | —                                 | —                      | —                      | —                       |
| 76    | CrO <sub>3</sub> . . . . .                                   | —  | 164,8                             | 166,0                  | 167,4                  | 169,5                   |
| 77    | CsAl (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .               | 12H <sub>2</sub> O                             | 0,34                              | —                      | 0,46                   | —                       |
| 78    | CsCl . . . . .   | —  | 161,4                             | 174,7                  | 186,5                  | 197,3                   |
| 79    | CsClO <sub>3</sub> . . . . .                                 | —  | 2,46                              | 3,8                    | 6,2                    | 9,5                     |
| 80    | CsClO <sub>4</sub> . . . . .                                 | —  | 0,8                               | 1,0                    | 1,6                    | 2,6                     |
| 81    | CsF . . . . .  | 1 <sup>1</sup> / <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O | —                                 | —                      | 366,6 (18 °C)          | —                       |
| 82    | CsJO <sub>3</sub> . . . . .                                  | —  | —                                 | —                      | 2,6 (24 °C)            | —                       |
| 83    | CsJO <sub>4</sub> . . . . .                                  | —  | —                                 | 2,15 (15 °C)           | —                      | —                       |
| 84    | CsNO <sub>3</sub> . . . . .                                  | —  | 9,33                              | 14,9                   | 23,0                   | 33,9                    |
| 85    | CsOH . . . . .   | —  | —                                 | 79,41 (15 °C)          | —                      | 75,18                   |
| 86    | Cs <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub> . . . . .                  | —  | 4,7 · 10 <sup>-3</sup>            | 6,4 · 10 <sup>-3</sup> | 8,6 · 10 <sup>-3</sup> | 11,9 · 10 <sup>-3</sup> |
| 87    | Cs <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .                    | —  | 167,1                             | 173,1                  | 178,7                  | 184,1                   |
| 88    | CuBr <sub>2</sub> . . . . .                                  | 4H <sub>2</sub> O                              | 107,5                             | 116,0                  | 126,8                  | 127,7                   |
| 89    | CuCl <sub>2</sub> . . . . .                                  | 4H <sub>2</sub> O                              | 68,6                              | 70,9                   | —                      | —                       |
| 90    | CuCl <sub>2</sub> . . . . .                                  | 2H <sub>2</sub> O                              | —                                 | —                      | 72,7                   | 77,3                    |
| 91    | CuJ <sub>2</sub> . . . . .                                   | —  | —                                 | —                      | 1,107                  | —                       |
| 92    | Cu (JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                 | H <sub>2</sub> O                               | —                                 | —                      | 0,153                  | —                       |
| 93    | Cu (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> . . . . . | 2H <sub>2</sub> O                              | 28,24                             | —                      | 35,05                  | —                       |
| 94    | Cu (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                 | 6H <sub>2</sub> O                              | 81,8                              | 100,0                  | 124,8                  | 154,4                   |
| 95    | Cu (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                 | 3H <sub>2</sub> O                              | —                                 | —                      | —                      | —                       |
| 96    | CuSO <sub>4</sub> . . . . .                                  | 5H <sub>2</sub> O                              | 14,3                              | 17,4                   | 20,7                   | 25,0                    |
| 97    | FeBr <sub>2</sub> . . . . .                                  | 6H <sub>2</sub> O                              | 102,1                             | —                      | 115,0                  | 122,3                   |
| 98    | FeCl <sub>2</sub> . . . . .                                  | 4H <sub>2</sub> O                              | —                                 | 64,5                   | —                      | 73,0                    |
| 99    | FeCl <sub>2</sub> . . . . .                                  | 2H <sub>2</sub> O                              | —                                 | —                      | —                      | —                       |
| 100   | FeCl <sub>3</sub> . . . . .                                  | 6H <sub>2</sub> O                              | 74,4                              | 81,8                   | 91,9                   | 106,8                   |
| 101   | FeCl <sub>3</sub> . . . . .                                  | 2H <sub>2</sub> O                              | —                                 | —                      | —                      | —                       |
| 102   | FeCl <sub>3</sub> . . . . .                                  | —  | —                                 | —                      | —                      | —                       |
| 103   | Fe (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> . . . . .                 | 6H <sub>2</sub> O                              | 78,03                             | —                      | 83,03                  | —                       |
| 104   | FeSO <sub>4</sub> . . . . .                                  | 7H <sub>2</sub> O                              | 15,65                             | 20,5                   | 26,5                   | 32,9                    |
| 105   | FeSO <sub>4</sub> . . . . .                                  | H <sub>2</sub> O                               | —                                 | —                      | —                      | —                       |

\* Число молекул воды в кристаллогидрате (Т. Ф.), находящемся в равновесии

| № пп. | тура, °C                               |                         |                         |                         |                         |                         |                         | № пп. |
|-------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|
|       | 40                                     | 50                      | 60                      | 70                      | 80                      | 90                      | 100                     |       |
|       | в 100 г воды при данной температуре, г |                         |                         |                         |                         |                         |                         |       |
| 65    | 0,451                                  | 0,386                   | 0,324                   | 0,274                   | 0,219                   | 0,125                   | 0                       | 65    |
| 66    | 69,5                                   | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | 66    |
| 67    | —                                      | 88,7                    | 93,8                    | 95,3                    | 97,6                    | 101,2                   | 106,2                   | 67    |
| 68    | 300,0                                  | 376,1                   | —                       | —                       | 400,0                   | —                       | —                       | 68    |
| 69    | —                                      | 0,67                    | —                       | —                       | —                       | —                       | 1,33                    | 69    |
| 70    | 126,8                                  | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | 70    |
| 71    | —                                      | —                       | 167,4                   | 184,8                   | 220,5                   | 334,8                   | —                       | 71    |
| 72    | 0,84                                   | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | 72    |
| 73    | 49,9                                   | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | 73    |
| 74    | —                                      | —                       | 55,0                    | —                       | —                       | —                       | —                       | 74    |
| 75    | —                                      | —                       | —                       | —                       | 73,8                    | —                       | 83,9                    | 75    |
| 76    | 174,0                                  | 182,5                   | 186,5                   | —                       | 194,1                   | 198,6                   | 206,7                   | 76    |
| 77    | 0,89                                   | —                       | 2,00                    | —                       | 5,49                    | —                       | 42,54                   | 77    |
| 78    | 208,0                                  | 218,3                   | 229,7                   | 239,5                   | 250,0                   | 260,1                   | 270,5                   | 78    |
| 79    | 13,8                                   | 19,4                    | 26,2                    | 34,7                    | 45,0                    | 58,0                    | 79,0                    | 79    |
| 80    | 4,0                                    | 5,4                     | 7,3                     | 9,8                     | 14,4                    | 20,5                    | 30,0                    | 80    |
| 81    | —                                      | —                       | 160                     | —                       | —                       | —                       | —                       | 81    |
| 82    | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | 82    |
| 83    | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | 83    |
| 84    | 47,2                                   | 64,4                    | 83,8                    | 107,0                   | 134,0                   | 163,0                   | 197,0                   | 84    |
| 85    | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | 85    |
| 86    | 15,8 · 10 <sup>-3</sup>                | 21,2 · 10 <sup>-3</sup> | 29,0 · 10 <sup>-3</sup> | 38,9 · 10 <sup>-3</sup> | 52,5 · 10 <sup>-3</sup> | 67,5 · 10 <sup>-3</sup> | 91,5 · 10 <sup>-3</sup> | 86    |
| 87    | 189,9                                  | 194,9                   | 199,9                   | 205,0                   | 210,3                   | 214,9                   | 220,3                   | 87    |
| 88    | —                                      | 131,4                   | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | 88    |
| 89    | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | 89    |
| 90    | 80,8                                   | 84,2                    | 87,6                    | 92,3                    | 96,1                    | 103,6                   | 110,0                   | 90    |
| 91    | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | 91    |
| 92    | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | 0,65                    | 92    |
| 93    | 43,82                                  | —                       | 56,57                   | —                       | 76,56                   | —                       | —                       | 93    |
| 94    | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | 94    |
| 95    | 163,1                                  | 171,8                   | 181,8                   | 194,1                   | 207,8                   | 222,5                   | 247,3                   | 95    |
| 96    | 28,5                                   | 33,3                    | 40,0                    | 47,1                    | 55                      | 64,2                    | 75,4                    | 96    |
| 97    | 128,3                                  | —                       | 143,9                   | —                       | 159,7                   | —                       | 177,8                   | 97    |
| 98    | 77,3                                   | 82,5                    | 88,7                    | —                       | 100,0                   | —                       | —                       | 98    |
| 99    | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | 105,3                   | 105,8                   | 99    |
| 100   | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | 100   |
| 101   | —                                      | 315,2                   | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | 101   |
| 102   | —                                      | —                       | —                       | —                       | 525,0                   | —                       | 536,9                   | 102   |
| 103   | —                                      | —                       | 166,6                   | —                       | —                       | —                       | —                       | 103   |
| 104   | 40,2                                   | 48,6                    | —                       | —                       | —                       | —                       | —                       | 104   |
| 105   | —                                      | —                       | —                       | 50,9                    | 43,6                    | 37,3                    | —                       | 105   |

насыщенным раствором.

| № пп. | Формула   | Т. Ф. *                | Темпера                           |                          |                          |                          | тура, °C                 |                          |                          |                          |                          |                          |       | № пп. |
|-------|---|------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|-------|
|       |   |                        | 0                                 | 10                       | 20                       | 30                       | 40                       | 50                       | 60                       | 70                       | 80                       | 90                       | 100   |       |
|       |   |                        | Растворимость безводного вещества |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |       |       |
| 106   | H <sub>2</sub>  | —                      | 1,982 · 10 <sup>-4</sup>          | 1,740 · 10 <sup>-4</sup> | 1,603 · 10 <sup>-4</sup> | 1,474 · 10 <sup>-4</sup> | 1,384 · 10 <sup>-4</sup> | 1,287 · 10 <sup>-4</sup> | 1,178 · 10 <sup>-4</sup> | 1,021 · 10 <sup>-4</sup> | 0,790 · 10 <sup>-4</sup> | 0,461 · 10 <sup>-4</sup> | 0     | 106   |
| 107   | H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>  | —                      | 2,66                              | 3,57                     | 5,04                     | 6,72                     | 8,72                     | 11,54                    | 14,81                    | 18,62                    | 23,62                    | 30,38                    | 40,3  | 107   |
| 108   | HBr   | —                      | 221,2                             | 210,3                    | 198,2                    | —                        | —                        | 171,3                    | —                        | —                        | —                        | —                        | 130,0 | 108   |
| 109   | H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                              | 2H <sub>2</sub> O      | 3,54                              | 6,08                     | 9,52                     | 14,3                     | 21,5                     | 31,4                     | 44,3                     | 65,0                     | 84,5                     | 119,8                    | —     | 109   |
| 110   | H <sub>2</sub> C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>4</sub><br>(янтарная) | —                      | 2,80                              | 4,50                     | 6,91                     | 10,62                    | 16,1                     | 24,4                     | 35,9                     | 51,1                     | 70,9                     | —                        | 124,3 | 110   |
| 111   | H <sub>2</sub> C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub>               | —                      | 115,0                             | 126,3                    | 139,2                    | 156,4                    | 176,2                    | 195,0                    | 218,5                    | 244,8                    | 273,2                    | —                        | 344,4 | 111   |
| 112   | H <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub><br>(лимонная) | H <sub>2</sub> O       | 96                                | 118                      | 146                      | 183                      | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —     | 112   |
| 113   | H <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub>               | —                      | —                                 | —                        | —                        | —                        | 216                      | 244                      | 278                      | —                        | 371                      | —                        | 526   | 113   |
| 114   | HC <sub>7</sub> H <sub>5</sub> O <sub>2</sub><br>(бензойная)              | —                      | 0,17                              | 0,21                     | 0,29                     | 0,41                     | 0,56                     | 0,78                     | 1,16                     | —                        | —                        | —                        | —     | 114   |
| 115   | HC <sub>7</sub> H <sub>5</sub> O <sub>3</sub><br>(салицило-<br>вая)       | —                      | 0,090                             | —                        | 0,22                     | 0,30                     | 0,39                     | 0,47                     | 0,55                     | —                        | —                        | —                        | —     | 115   |
| 116   | HCl   | —                      | 82,3                              | —                        | —                        | 67,3                     | 63,3                     | 59,6                     | 56,1                     | —                        | —                        | —                        | —     | 116   |
| 117   | HJO <sub>3</sub>  | —                      | 236,7                             | —                        | 257,1                    | —                        | 280,2                    | —                        | 314,9                    | —                        | 360,8                    | —                        | 420,8 | 117   |
| 118   | H <sub>2</sub> S  | —                      | 0,673                             | 0,552                    | 0,447                    | 0,358                    | 0,286                    | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —     | 118   |
| 119   | H <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub>   | —                      | 90,1                              | 122,3                    | 166,6                    | 235,6                    | 344,4                    | 380,7                    | 383,0                    | 383,0                    | 383,0                    | 385,4                    | —     | 119   |
| 120   | H <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub>   | H <sub>2</sub> O       | 426,3                             | —                        | 566,6                    | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —     | 120   |
| 121   | H <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub>   | —                      | —                                 | —                        | —                        | 132,5                    | 1718                     | 2753                     | ∞                        | —                        | —                        | —                        | —     | 121   |
| 122   | H <sub>2</sub> TeO <sub>4</sub>   | 6H <sub>2</sub> O      | 16,17                             | 35,52                    | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —     | 122   |
| 123   | H <sub>2</sub> TeO <sub>4</sub>   | 2H <sub>2</sub> O      | —                                 | 33,85                    | —                        | 50,05                    | 57,19                    | —                        | 77,54                    | —                        | 106,4                    | —                        | 155,3 | 123   |
| 124   | HgBr <sub>2</sub>   | —                      | 0,3                               | 0,4                      | 0,55                     | 0,65                     | 0,91                     | 1,27                     | 1,68                     | —                        | 2,8                      | —                        | 4,9   | 124   |
| 125   | Hg(CN) <sub>2</sub>   | —                      | —                                 | 9,3 (13,5 °C)            | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | 53,85 | 125   |
| 126   | HgCl <sub>2</sub>   | —                      | 4,3                               | 5,6                      | 6,6                      | 8,3                      | 9,9                      | 11,1                     | 14,9                     | 17,2                     | 24,2                     | 37,2                     | 63,6  | 126   |
| 127   | Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>   | —                      | 1,4 · 10 <sup>-4</sup>            | —                        | 2 · 10 <sup>-4</sup>     | 7 · 10 <sup>-4</sup>     | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —     | 127   |
| 128   | I <sub>2</sub>  | —                      | 1,62 · 10 <sup>-2</sup>           | 1,9 · 10 <sup>-2</sup>   | 2,9 · 10 <sup>-2</sup>   | 4,0 · 10 <sup>-2</sup>   | 5,6 · 10 <sup>-2</sup>   | 7,8 · 10 <sup>-2</sup>   | 10,6 · 10 <sup>-2</sup>  | —                        | —                        | —                        | —     | 128   |
| 129   | KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  | 12H <sub>2</sub> O     | 3,0                               | 4,0                      | 5,9                      | 8,4                      | 11,7                     | 17,0                     | 24,8                     | 40,0                     | 71,0                     | 109,0                    | 154   | 129   |
| 130   | KAuBr <sub>4</sub>  | 2H <sub>2</sub> O      | —                                 | 18,3 (15 °C)             | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | 192   | 130   |
| 131   | KAuCl <sub>4</sub>  | 2H <sub>2</sub> O      | —                                 | —                        | 61,8                     | —                        | —                        | —                        | 80,2                     | —                        | —                        | —                        | —     | 131   |
| 132   | KBeF <sub>3</sub>   | —                      | —                                 | —                        | 2,0                      | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | 5,2   | 132   |
| 133   | KBr   | —                      | 53,5                              | 59,5                     | 65,5                     | 70,6                     | 75,5                     | 80,2                     | 85,1                     | 90,0                     | 95,0                     | 99,2                     | 104,0 | 133   |
| 134   | KBrO <sub>3</sub>   | —                      | 3,1                               | 4,8                      | 6,9                      | 9,5                      | 13,2                     | 17,5                     | 22,7                     | —                        | 34,0                     | —                        | 50,0  | 134   |
| 135   | K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub>               | 1 1/2 H <sub>2</sub> O | 216,7                             | 233,9                    | 255,6                    | 283,8                    | 323,3                    | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —     | 135   |
| 136   | K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub>               | 1 1/2 H <sub>2</sub> O | —                                 | —                        | —                        | —                        | —                        | 337,3                    | 350,0                    | 364,8                    | 380,1                    | 396,3                    | —     | 136   |
| 137   | KCN   | —                      | 63                                | —                        | 71,6 (25 °C)             | —                        | —                        | 81                       | —                        | —                        | 95                       | —                        | 122   | 137   |
| 138   | KCNS  | —                      | 177,0                             | —                        | 217,5                    | 255                      | —                        | 325                      | —                        | 420                      | —                        | —                        | 674   | 138   |
| 139   | K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>  | 1 1/2 H <sub>2</sub> O | 105,3                             | 108,3                    | 110,5                    | 113,7                    | 116,9                    | 121,3                    | 126,8                    | 133,5                    | 139,8                    | 147,5                    | 155,7 | 139   |
| 140   | K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                              | H <sub>2</sub> O       | 20,3                              | 23,7                     | 26,4                     | 28,6                     | 30,8                     | 33,0                     | 35,1                     | 37,2                     | 39,5                     | 41,3                     | 44,0  | 140   |
| 141   | KCl   | —                      | 27,6                              | 31,0                     | 34,0                     | 37,0                     | 40,0                     | 42,6                     | 45,5                     | 48,1                     | 51,1                     | 54,0                     | 56,7  | 141   |
| 142   | KClO <sub>3</sub>   | —                      | 3,3                               | 5,0                      | 7,4                      | 10,5                     | 14,0                     | 19,3                     | 25,9                     | 32,5                     | 39,7                     | 47,7                     | 56,2  | 142   |
| 143   | KClO <sub>4</sub>   | —                      | 0,75                              | 1,05                     | 1,80                     | 2,6                      | 4,4                      | 6,5                      | 9,0                      | 11,8                     | 14,8                     | 18,0                     | 21,8  | 143   |

\* Число молекул воды в кристаллогидрате (Т. Ф.), находящемся в равновесии

с насыщенным раствором.

| № пп. | Формула                     | Т. Ф. *              | Темпера                           |       |               |       |
|-------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------|---------------|-------|
|       |                             |                      | 0                                 | 10    | 20            | 30    |
|       |                             |                      | Растворимость безводного вещества |       |               |       |
| 144   | $K_2CrO_4$                  | —                    | 58,2                              | 60,0  | 61,7          | 63,4  |
| 145   | $K_2Cr_2O_7$                | —                    | 5,0                               | 8,5   | 13,1          | 18,2  |
| 146   | $KCr(SO_4)_2$               | 12H <sub>2</sub> O   | —                                 | —     | 12,51 (25 °C) | —     |
| 147   | KF                          | 4H <sub>2</sub> O    | 44,72                             | 53,55 | —             | —     |
| 148   | KF                          | 2H <sub>2</sub> O    | —                                 | —     | 94,93         | 108,1 |
| 149   | KF                          | —                    | —                                 | —     | —             | —     |
| 150   | $K_3Fe(CN)_6$               | —                    | ~30                               | 36,6  | 42,9          | —     |
| 151   | $K_4Fe(CN)_6$               | 3H <sub>2</sub> O    | 14,9                              | 21,2  | 28,9          | 36,8  |
| 152   | $KHCO_3$                    | —                    | 22,6                              | 27,7  | 33,3          | 39,1  |
| 153   | $KH_3(C_2O_4)_2$            | 2H <sub>2</sub> O    | 1,27                              | —     | —             | 4,29  |
| 154   | $KHC_4H_4O_6$               | —                    | 0,32                              | 0,40  | 0,53          | 0,90  |
| 155   | $KHC_8H_4O_4$<br>(бифталат) | —                    | —                                 | —     | 10            | —     |
| 156   | $KHF_2$                     | —                    | 24,53                             | 30,10 | 39,18         | —     |
| 157   | $KH_2PO_4$                  | —                    | 14,8                              | 18,4  | 22,6          | —     |
| 158   | $KHSO_4$                    | —                    | 36,3                              | —     | 51,4          | —     |
| 159   | KJ                          | —                    | 127,5                             | 136   | 144           | 152   |
| 160   | $KJO_3$                     | —                    | 4,73                              | —     | 8,43          | 11,73 |
| 161   | $KJO_4$                     | —                    | 0,17                              | —     | 0,42          | —     |
| 162   | $KMnO_4$                    | —                    | 2,83                              | 4,4   | 6,4           | 9,0   |
| 163   | $KNO_2$                     | —                    | 278,8                             | —     | 298,4         | —     |
| 164   | $KNO_3$                     | —                    | 13,3                              | 20,9  | 31,6          | 45,8  |
| 165   | $KNaC_4H_4O_6$              | 4H <sub>2</sub> O    | 28,4                              | 40,6  | 54,8          | 76,4  |
| 166   | KOH                         | 2H <sub>2</sub> O    | 97                                | 103   | 112           | 126   |
| 167   | KOH                         | H <sub>2</sub> O     | —                                 | —     | —             | —     |
| 168   | $K_2PtCl_6$                 | —                    | 0,74                              | 0,90  | 1,12          | 1,41  |
| 169   | $K_2SO_3$                   | —                    | 106,2                             | 106,6 | 10,0          | —     |
| 170   | $K_2SO_4$                   | —                    | 7,35                              | 9,22  | 11,11         | 12,97 |
| 171   | $K_2S_2O_5$                 | —                    | 28,4                              | 36,2  | 44,7          | —     |
| 172   | $K_2S_2O_8$                 | —                    | 1,8                               | 2,7   | 4,7           | 7,7   |
| 173   | $KSbOC_4H_4O_6$             | 1/2 H <sub>2</sub> O | —                                 | 5,3   | 8,0           | 12,2  |
| 174   | $K_2SiF_6$                  | —                    | —                                 | —     | 0,12          | —     |
| 175   | $La_2(SO_4)_3$              | 9H <sub>2</sub> O    | 3,0                               | —     | —             | 1,9   |
| 176   | LiBr                        | 2H <sub>2</sub> O    | 143                               | 166   | 177           | 191   |
| 177   | LiBr                        | H <sub>2</sub> O     | —                                 | —     | —             | —     |
| 178   | $Li_2CO_3$                  | —                    | 1,54                              | 1,43  | 1,33          | 1,25  |
| 179   | LiCl                        | H <sub>2</sub> O     | 67                                | 72    | 78,5          | 84,5  |
| 180   | LiF                         | —                    | —                                 | —     | 0,26 (18 °C)  | —     |
| 181   | LiJ                         | 3H <sub>2</sub> O    | 151                               | 157   | 165           | 171   |
| 182   | LiJ                         | H <sub>2</sub> O     | —                                 | —     | —             | —     |
| 183   | $LiNO_3$                    | 3H <sub>2</sub> O    | 53,4                              | 61,0  | 74,5          | 132,5 |
| 184   | $LiNO_3$                    | 1/2 H <sub>2</sub> O | —                                 | —     | —             | —     |
| 185   | $LiNO_3$                    | —                    | —                                 | —     | —             | —     |
| 186   | LiOH                        | H <sub>2</sub> O     | 12,7                              | 12,7  | 12,8          | 12,9  |
| 187   | $Li_2SO_4$                  | H <sub>2</sub> O     | 35,3                              | 35,0  | 34,2          | 33,5  |

\* Число молекул воды в кристаллогидрате (Т. Ф.), находящемся в равновесии

| № пп. | Темпера, °C                            |       |       |             |       |       | № пп. |     |
|-------|--|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-----|
|       | 40                                     | 50    | 60    | 70          | 80    | 90    |       | 100 |
|       | в 100 г воды при данной температуре, г |       |       |             |       |       |       |     |
| —     | 65,2                                   | 66,8  | 68,6  | 70,4        | 72,1  | 73,9  | 75,6  | 144 |
| —     | 29,2                                   | 37,0  | 50,5  | 61,5        | 73,0  | 96,2  | 102,0 | 145 |
| —     | —                                      | —     | —     | —           | —     | —     | —     | 146 |
| —     | —                                      | —     | —     | —           | —     | —     | —     | 147 |
| —     | —                                      | —     | —     | —           | —     | —     | —     | 148 |
| —     | —                                      | —     | 142,2 | —           | 150,1 | —     | —     | 149 |
| —     | 61,3                                   | —     | 71,0  | —           | 81,8  | —     | 91,6  | 150 |
| —     | 42,7                                   | —     | 55,9  | 57,5        | 68,6  | 74,8  | 77,8  | 151 |
| —     | 45,3                                   | 52,0  | 60,0  | —           | —     | —     | —     | 152 |
| —     | —                                      | —     | 12,0  | —           | —     | —     | 66,7  | 153 |
| —     | 1,3                                    | 1,8   | 2,5   | —           | 4,6   | —     | 7,0   | 154 |
| —     | —                                      | —     | —     | —           | —     | —     | 33    | 155 |
| —     | 56,37                                  | —     | 78,83 | —           | 114,0 | —     | —     | 156 |
| —     | 33,5                                   | —     | 50,1  | —           | 70,4  | 83,5  | —     | 157 |
| —     | 67,3                                   | —     | —     | —           | —     | —     | 121,6 | 158 |
| —     | 160                                    | 168   | 176   | 184         | 192   | 200   | 208   | 159 |
| —     | 12,8                                   | —     | 18,5  | —           | 24,8  | —     | 32,2  | 160 |
| —     | 0,93                                   | —     | 2,16  | —           | 4,44  | —     | 7,87  | 161 |
| —     | 12,56                                  | 16,89 | 22,2  | —           | —     | —     | —     | 162 |
| —     | 334,8                                  | —     | —     | —           | —     | —     | 412,9 | 163 |
| —     | 63,9                                   | 85,5  | 110,0 | 138         | 169   | 202   | 246   | 164 |
| —     | —                                      | —     | —     | —           | —     | —     | —     | 165 |
| —     | —                                      | —     | —     | —           | —     | —     | —     | 166 |
| —     | 136                                    | 140   | 147   | —           | 160   | —     | 178   | 167 |
| —     | 1,76                                   | 2,17  | 2,64  | 3,19        | 3,79  | 4,45  | 5,18  | 168 |
| —     | 108,7                                  | —     | 106,9 | —           | 111,4 | 112,3 | —     | 169 |
| —     | 14,76                                  | 16,56 | 18,17 | 19,75       | 21,4  | 22,4  | 24,1  | 170 |
| —     | 64,0                                   | —     | 83,2  | —           | 106,6 | 119,3 | —     | 171 |
| —     | 11,0                                   | —     | —     | —           | —     | —     | —     | 172 |
| —     | —                                      | —     | —     | 31,2(75 °C) | —     | —     | 35,9  | 173 |
| —     | 0,25                                   | —     | —     | —           | 0,46  | —     | 0,954 | 174 |
| —     | —                                      | 1,5   | —     | —           | —     | —     | 0,69  | 175 |
| —     | 205                                    | —     | —     | —           | —     | —     | —     | 176 |
| —     | —                                      | 214   | 224   | —           | 245   | —     | 226   | 177 |
| —     | 4,17                                   | 1,08  | 1,01  | —           | 0,85  | —     | 0,72  | 178 |
| —     | 90,5                                   | 97    | 103   | —           | 115   | —     | 127,5 | 179 |
| —     | —                                      | —     | —     | —           | —     | —     | —     | 180 |
| —     | 179                                    | 187   | 202   | 230         | —     | —     | —     | 181 |
| —     | —                                      | —     | —     | —           | 435   | —     | 481   | 182 |
| —     | —                                      | —     | —     | —           | —     | —     | —     | 183 |
| —     | —                                      | —     | —     | —           | —     | —     | —     | 184 |
| —     | 145,1                                  | 156,4 | 174,8 | —           | —     | —     | —     | 185 |
| —     | —                                      | —     | —     | 194,1       | —     | —     | —     | 186 |
| —     | 13                                     | 13,3  | 13,8  | —           | 15,3  | —     | 17,5  | 187 |
| —     | 32,8                                   | 32,5  | 31,9  | —           | 30,7  | —     | 29,9  | 188 |

с насыщенным раствором.

| № пп. | Формула  | Т. Ф. *            | Темпера                           |            |                        |       | тура, °C                               |       |                      |             |                        |       |       | № пп. |
|-------|--|--------------------|-----------------------------------|------------|------------------------|-------|--|-------|----------------------|-------------|------------------------|-------|-------|-------|
|       |  |                    | 0                                 | 10         | 20                     | 30    | 40                                     | 50    | 60                   | 70          | 80                     | 90    | 100   |       |
|       |  |                    | Растворимость безводного вещества |            |                        |       | в 100 г воды при данной температуре, г |       |                      |             |                        |       |       |       |
| 188   | MgBr <sub>2</sub> . . . . .  | 6H <sub>2</sub> O  | 91,0                              | 94,5       | 96,5                   | 99,2  | 101,6                                  | 104,1 | 107,5                | —           | 113,7                  | —     | 120,2 | 188   |
| 189   | MgCl <sub>2</sub> . . . . .  | 6H <sub>2</sub> O  | 52,8                              | 53,5       | 54,5                   | —     | 57,5                                   | —     | 61,0                 | —           | 66,0                   | —     | 73,0  | 189   |
| 190   | MgJ <sub>2</sub> . . . . .   | 8H <sub>2</sub> O  | 120,8                             | —          | 139,8                  | —     | 173,2                                  | —     | —                    | —           | 185,7 **               | —     | —     | 190   |
| 191   | MgNH <sub>4</sub> AsO <sub>4</sub> . . . . .   | 6H <sub>2</sub> O  | —                                 | —          | 3,8 · 10 <sup>-2</sup> | —     | —                                      | —     | —                    | —           | 2,4 · 10 <sup>-2</sup> | —     | —     | 191   |
| 192   | MgNH <sub>4</sub> PO <sub>4</sub> . . . . .  | 6H <sub>2</sub> O  | 2,3 · 10 <sup>-2</sup>            | —          | 5,2 · 10 <sup>-2</sup> | —     | 4 · 10 <sup>-2</sup>                   | —     | 4 · 10 <sup>-2</sup> | —           | 1,9 · 10 <sup>-2</sup> | —     | —     | 192   |
| 193   | Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .  | 6H <sub>2</sub> O  | 62,6                              | —          | 70,1                   | 74,8  | 78,9                                   | 84,5  | 91,2                 | —           | 106,2                  | 138,1 | —     | 193   |
| 194   | MgSO <sub>4</sub> . . . . .  | 7H <sub>2</sub> O  | —                                 | 30,9       | 35,5                   | 40,8  | 45,6                                   | —     | —                    | —           | —                      | —     | —     | 194   |
| 195   | MgSO <sub>4</sub> . . . . .  | 6H <sub>2</sub> O  | 40,8                              | 42,3       | 44,5                   | 45,4  | —                                      | 50,4  | 55,0                 | 59,5        | 64,2                   | 68,9  | 73,9  | 195   |
| 196   | MgSO <sub>4</sub> . . . . .  | H <sub>2</sub> O   | —                                 | —          | —                      | —     | —                                      | —     | —                    | —           | 62,9                   | —     | 68,3  | 196   |
| 197   | MnBr <sub>2</sub> . . . . .  | 4H <sub>2</sub> O  | 127,3                             | 135,8      | 146,9                  | 157,0 | 168,9                                  | 181,8 | 196,7                | 212,5       | —                      | —     | —     | 197   |
| 198   | MnBr <sub>2</sub> . . . . .  | 2H <sub>2</sub> O  | —                                 | —          | —                      | —     | —                                      | —     | —                    | —           | 224,7                  | 225,7 | 227,9 | 198   |
| 199   | MnCl <sub>2</sub> . . . . .  | 4H <sub>2</sub> O  | 63,4                              | 68,1       | 73,9                   | 80,7  | 88,6                                   | 98,2  | —                    | —           | —                      | —     | —     | 199   |
| 200   | MnCl <sub>2</sub> . . . . .  | 2H <sub>2</sub> O  | —                                 | —          | —                      | —     | —                                      | —     | 108,6                | 110,6       | 112,7                  | 114,1 | 115,3 | 200   |
| 201   | Mn(H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                               | H <sub>2</sub> O   | —                                 | 0,19(14°C) | —                      | —     | —                                      | 0,69  | —                    | —           | —                      | —     | —     | 201   |
| 202   | Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .  | 6H <sub>2</sub> O  | 102,0                             | 117,9      | 142,8                  | —     | —                                      | —     | —                    | —           | —                      | —     | —     | 202   |
| 203   | Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .  | 3H <sub>2</sub> O  | —                                 | —          | —                      | 206,5 | —                                      | —     | —                    | —           | —                      | —     | —     | 203   |
| 204   | MnSO <sub>4</sub> . . . . .  | 7H <sub>2</sub> O  | 53,23                             | 60,01      | —                      | —     | —                                      | —     | —                    | —           | —                      | —     | —     | 204   |
| 205   | MnSO <sub>4</sub> . . . . .  | 5H <sub>2</sub> O  | —                                 | 59,5       | 62,9                   | 67,76 | —                                      | —     | —                    | —           | —                      | —     | —     | 205   |
| 206   | MnSO <sub>4</sub> . . . . .  | 4H <sub>2</sub> O  | —                                 | —          | 64,5                   | 66,4  | 68,8                                   | 72,6  | —                    | —           | —                      | —     | —     | 206   |
| 207   | MnSO <sub>4</sub> . . . . .  | H <sub>2</sub> O   | —                                 | —          | —                      | —     | —                                      | 58,2  | 55,0                 | 52,0        | 48,0                   | 42,5  | 34,0  | 207   |
| 208   | MoO <sub>3</sub> . . . . .   | —                  | —                                 | —          | 0,138                  | 0,264 | 0,476                                  | 0,687 | 1,206                | 2,055       | 2,106                  | —     | —     | 208   |
| 209   | NH <sub>3</sub> . . . . .  | —                  | 87,5                              | 67,9       | 52,6                   | 40,3  | 30,7                                   | 22,9  | —                    | —           | —                      | —     | —     | 209   |
| 210   | NH <sub>4</sub> Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                              | 12H <sub>2</sub> O | 2,72                              | 4,81       | 7,17                   | 10,10 | 14,29                                  | 19,1  | 26,8                 | 37,7        | 53,9                   | 98,2  | 220,7 | 210   |
| 211   | NH <sub>4</sub> Br . . . . .   | —                  | 60,6                              | 68         | 75,5                   | 83,2  | 91,1                                   | 99,2  | 107,8                | 116,8       | 126,0                  | 135,6 | 145,6 | 211   |
| 212   | NH <sub>4</sub> CNS . . . . .  | —                  | 119,8                             | 143,9      | 170,2                  | 207,7 | —                                      | 235   | —                    | 347         | —                      | —     | —     | 212   |
| 213   | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .                  | H <sub>2</sub> O   | 2,4                               | 3,2        | 4,5                    | 6,0   | 8,2                                    | 10,7  | —                    | —           | —                      | —     | —     | 213   |
| 214   | NH <sub>4</sub> Cl . . . . .   | —                  | 29,4                              | 33,3       | 37,2                   | 41,4  | 45,8                                   | 50,4  | 55,2                 | 60,2        | 65,6                   | 71,3  | 77,3  | 214   |
| 215   | NH <sub>4</sub> ClO <sub>4</sub> *** . . . . .   | —                  | 11,56                             | —          | 20,85                  | —     | 30,58                                  | —     | 39,05                | —           | 48,19                  | —     | 57,01 | 215   |
| 216   | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Co(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .              | 6H <sub>2</sub> O  | 6,0                               | 9,5        | 13,0                   | 17,0  | 22,0                                   | 27,0  | 33,5                 | 40,0        | 49,0                   | —     | —     | 216   |
| 217   | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CrO <sub>7</sub> . . . . .                               | —                  | 25,01                             | —          | 32,96                  | 40,4  | —                                      | 51,87 | —                    | 81,83(75°C) | —                      | —     | —     | 217   |
| 218   | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .                 | —                  | 18,26                             | —          | 35,6                   | 46,5  | 58,5                                   | 71,4  | 86,0                 | —           | 115,0                  | —     | 155,6 | 218   |
| 219   | NH <sub>4</sub> Cr(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                              | 12H <sub>2</sub> O | 3,9                               | —          | —                      | 11,9  | 18,3                                   | —     | —                    | —           | —                      | —     | —     | 219   |
| 220   | NH <sub>4</sub> Cr(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .<br>(фиолетовый)<br>(зеленый) | 12H <sub>2</sub> O | 3,9                               | —          | —                      | 19,0  | 32,8                                   | —     | —                    | —           | —                      | —     | —     | 220   |

\* Число молекул воды в кристаллогидрате (Т. Ф.), находящемся в равновесии

\*\* Т. Ф. с 6H<sub>2</sub>O.\*\*\* Для NH<sub>4</sub>ClO<sub>4</sub> растворимость выражена в г безводного NH<sub>4</sub>ClO<sub>4</sub>, содержа

с насыщенным раствором.

щился в 100 мл насыщенного раствора.

| № пп. | Формула   | Т. Ф. *            | Темпера                           |                         |                         |                         |
|-------|---|--------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|       |   |                    | 0                                 | 10                      | 20                      | 30                      |
|       |   |                    | Растворимость безводного вещества |                         |                         |                         |
| 221   | NH <sub>4</sub> F   | —                  | 50                                | 74                      | —                       | —                       |
| 222   | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Fe(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> | 6H <sub>2</sub> O  | 17,8                              | —                       | 26,9                    | —                       |
| 223   | NH <sub>4</sub> Fe(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>                 | 12H <sub>2</sub> O | —                                 | —                       | 124                     | —                       |
| 224   | NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub>                                  | —                  | 11,9                              | 15,8                    | 21                      | 27                      |
| 225   | NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>3</sub>                    | —                  | 171                               | 190(14,5 °C)            | —                       | 260                     |
| 226   | NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                    | —                  | 22,7                              | —                       | 36,8                    | —                       |
| 227   | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>                  | —                  | 42,9                              | 57,5                    | 68,6                    | —                       |
| 228   | NH <sub>4</sub> J   | —                  | 154,2                             | 163,2                   | 172,3                   | 181,4                   |
| 229   | NH <sub>4</sub> LiSO <sub>4</sub>                                 | —                  | —                                 | 55,24                   | —                       | 55,94                   |
| 230   | NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                                   | —                  | 118,3                             | —                       | 192,0                   | 241,8                   |
| 231   | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>                 | —                  | —                                 | 0,7                     | —                       | —                       |
| 232   | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                   | —                  | 70,6                              | 73,0                    | 75,4                    | 78,0                    |
| 233   | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>     | —                  | 58,2                              | —                       | —                       | —                       |
| 234   | (NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> SbS <sub>4</sub>                  | 4H <sub>2</sub> O  | 71,2                              | —                       | 91,2                    | 119,8                   |
| 235   | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub>                  | —                  | —                                 | 1,22(12 °C)             | —                       | —                       |
| 236   | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>                  | —                  | —                                 | —                       | 18,6                    | —                       |
| 237   | NH <sub>4</sub> VO <sub>3</sub>                                   | —                  | —                                 | —                       | 4,8                     | 8,4                     |
| 238   | NO  | —                  | 9,84 · 10 <sup>-3</sup>           | 7,57 · 10 <sup>-3</sup> | 6,18 · 10 <sup>-3</sup> | 5,17 · 10 <sup>-3</sup> |
| 239   | N <sub>2</sub> O  | —                  | —                                 | 0,171                   | 0,121                   | —                       |
| 240   | Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>                     | 10H <sub>2</sub> O | 1,3                               | 1,6                     | 2,7                     | 3,9                     |
| 241   | Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>                     | 5H <sub>2</sub> O  | —                                 | —                       | —                       | —                       |
| 242   | NaBeF <sub>3</sub>  | —                  | —                                 | —                       | 1,4                     | —                       |
| 243   | NaBr  | 2H <sub>2</sub> O  | 79,5                              | —                       | 90,5                    | 97,6                    |
| 244   | NaBr  | —                  | —                                 | —                       | —                       | —                       |
| 245   | NaBrO <sub>3</sub>  | —                  | 27,5                              | —                       | 34,5                    | —                       |
| 246   | NaC <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub>                    | 3H <sub>2</sub> O  | 36,3                              | 40,8                    | 46,5                    | 54,5                    |
| 247   | NaC <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub>                    | —                  | —                                 | —                       | —                       | 126                     |
| 248   | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                                   | 10H <sub>2</sub> O | 7                                 | 12,5                    | 21,5                    | 38,8                    |
| 249   | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                                   | H <sub>2</sub> O   | —                                 | —                       | —                       | 50,5                    |
| 250   | Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                     | —                  | —                                 | —                       | 3,7                     | —                       |
| 251   | NaCl  | —                  | 35,7                              | 35,8                    | 36,0                    | 36,3                    |
| 252   | NaClO <sub>3</sub>  | —                  | 79                                | 89                      | 101                     | 113                     |
| 253   | NaClO <sub>4</sub>  | H <sub>2</sub> O   | 167                               | —                       | 181                     | —                       |
| 254   | NaClO <sub>4</sub>  | —                  | —                                 | —                       | —                       | —                       |
| 255   | Na <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>                                  | 10H <sub>2</sub> O | 31,70                             | 50,17                   | 88,7                    | —                       |
| 256   | Na <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>                                  | 4H <sub>2</sub> O  | —                                 | —                       | —                       | 88,7                    |
| 257   | Na <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>                                  | —                  | —                                 | —                       | —                       | —                       |
| 258   | Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                    | 2H <sub>2</sub> O  | 163,0                             | 170,2                   | 180,1                   | 196,7                   |
| 259   | Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                    | —                  | —                                 | —                       | —                       | —                       |
| 260   | NaF   | —                  | 3,53                              | 4,01(15 °C)             | 4,17                    | 4,20                    |
| 261   | Na <sub>4</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>                               | 10H <sub>2</sub> O | —                                 | —                       | 17,9                    | —                       |

\* Число молекул воды в кристаллогидрате (Т. Ф.), находящемся в равновесии

| № пп.                   | тура, °C                               |                         |                         |                         |                         |      |       | № пп. |
|-------------------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------|-------|-------|
|                         | 40                                     | 50                      | 60                      | 70                      | 80                      | 90   | 100   |       |
|                         | в 100 г воды при данной температуре, г |                         |                         |                         |                         |      |       |       |
| —                       | —                                      | —                       | 111                     | —                       | —                       | —    | —     | 221   |
| —                       | —                                      | —                       | 53,4                    | —                       | 73,0                    | —    | —     | 222   |
| 38,5                    | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —    | 400   | 223   |
| —                       | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —    | —     | 224   |
| 36,6                    | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —    | —     | 225   |
| —                       | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —    | —     | 226   |
| 56,7                    | —                                      | 82,9                    | —                       | 120,7                   | —                       | —    | 174   | 227   |
| 81,8                    | —                                      | 97,6                    | 106,0                   | —                       | —                       | —    | —     | 228   |
| 190,5                   | 199,6                                  | 208,9                   | 218,7                   | 228,8                   | —                       | —    | 250,3 | 229   |
| —                       | 56,24                                  | —                       | 56,70                   | —                       | —                       | —    | —     | 230   |
| 297,0                   | 344,0                                  | 421,0                   | 499,0                   | 580,0                   | 740,0                   | —    | 871,0 | 231   |
| —                       | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —    | 1,25  | 232   |
| 81,0                    | —                                      | 88,0                    | —                       | 95,3                    | —                       | —    | 103,3 | 233   |
| —                       | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —    | —     | 234   |
| —                       | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —    | —     | 235   |
| —                       | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —    | —     | 236   |
| 13,2                    | 17,8                                   | —                       | 30,5                    | —                       | —                       | —    | 55,5  | 237   |
| —                       | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —    | —     | 238   |
| 4,40 · 10 <sup>-3</sup> | 3,76 · 10 <sup>-3</sup>                | 3,24 · 10 <sup>-3</sup> | 2,67 · 10 <sup>-3</sup> | 1,99 · 10 <sup>-3</sup> | 1,14 · 10 <sup>-3</sup> | 0    | —     | 239   |
| —                       | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —    | —     | 240   |
| 6,7                     | 10,5                                   | 20,3                    | —                       | —                       | —                       | —    | —     | 241   |
| —                       | —                                      | —                       | 24,4                    | 31,5                    | 41,0                    | —    | 52,5  | 242   |
| —                       | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —    | 2,8   | 243   |
| 105,8                   | 116,0                                  | —                       | —                       | —                       | —                       | —    | —     | 244   |
| —                       | —                                      | —                       | —                       | 118,3                   | —                       | —    | 121,3 | 245   |
| 50,2                    | —                                      | 62,5                    | —                       | 75,7                    | —                       | —    | 90,9  | 246   |
| 65,5                    | 83                                     | 139                     | —                       | —                       | —                       | —    | —     | 247   |
| 129,5                   | 134                                    | 139,5                   | 146                     | 153                     | 161                     | 170  | —     | 248   |
| —                       | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —    | —     | 249   |
| 48,5                    | —                                      | 46,4                    | 46,2                    | 45,8                    | 45,7                    | 45,5 | —     | 250   |
| —                       | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —    | 6,33  | 251   |
| 36,6                    | 37,0                                   | 37,3                    | 37,8                    | 38,4                    | 39,0                    | 39,8 | —     | 252   |
| 126                     | 140                                    | 155                     | 172                     | 189                     | —                       | 230  | —     | 253   |
| 243                     | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —    | —     | 254   |
| —                       | —                                      | 289                     | —                       | 304                     | —                       | —    | 324   | 255   |
| —                       | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —    | —     | 256   |
| 95,94                   | 104,1                                  | 114,6                   | —                       | —                       | —                       | —    | —     | 257   |
| —                       | —                                      | —                       | 123,1                   | 124,8                   | —                       | —    | 126,2 | 258   |
| 220,5                   | 248,4                                  | 283,1                   | 323,8                   | 385,4                   | —                       | —    | —     | 259   |
| —                       | —                                      | —                       | —                       | —                       | —                       | —    | 431,9 | 260   |
| 4,40                    | 4,55                                   | 4,68                    | —                       | 4,89                    | —                       | —    | 5,08  | 261   |
| 30                      | —                                      | —                       | —                       | 59                      | —                       | —    | 63    | 261   |

с насыщенным раствором.

| № пп. | Формула   | Т. Ф. *            | Темпера  |       |       |       | Темпера, °С |       |       |       |             |       |       | № пп. |
|-------|---|--------------------|--|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|
|       |   |                    | 0  | 10    | 20    | 30    | 40          | 50    | 60    | 70    | 80          | 90    | 100   |       |
|       |   |                    | Растворимость безводного вещества в 100 г воды при данной температуре, г |       |       |       |             |       |       |       |             |       |       |       |
| 262   | Na <sub>2</sub> HAsO <sub>4</sub> . . . . .               | 12H <sub>2</sub> O | 7,3  | 15,5  | 26,5  | 37    | 47          | —     | 65    | —     | 85          | —     | —     | 262   |
| 263   | NaHCO <sub>3</sub> . . . . .                              | —                  | 6,9  | 8,15  | 9,6   | 11,1  | 12,7        | 14,45 | 16,4  | —     | Разлагается |       |       | 263   |
| 264   | NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> . . . . .                | 2H <sub>2</sub> O  | 57,9   | 69,9  | 85,2  | 106,5 | 138,2       | —     | —     | —     | —           | —     | —     | 264   |
| 265   | NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> . . . . .                | H <sub>2</sub> O   | —  | —     | —     | —     | —           | 158,6 | —     | —     | —           | —     | —     | 265   |
| 266   | NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> . . . . .                | —                  | —  | —     | —     | —     | —           | —     | 179,3 | 190,3 | 207,3       | 225,3 | 246,6 | 266   |
| 267   | Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> . . . . .                | 12H <sub>2</sub> O | 1,67   | 3,6   | 7,7   | 20,8  | —           | —     | —     | —     | —           | —     | —     | 267   |
| 268   | Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> . . . . .                | 7H <sub>2</sub> O  | —  | —     | —     | —     | 51,8        | —     | —     | —     | —           | —     | —     | 268   |
| 269   | Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> . . . . .                | 2H <sub>2</sub> O  | —  | —     | —     | —     | —           | 80,2  | 82,9  | 88,1  | 92,4        | 102,9 | —     | 269   |
| 270   | Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> . . . . .                | —                  | —  | —     | —     | —     | —           | —     | —     | —     | —           | —     | 102,2 | 270   |
| 271   | NaJ . . . . .   | 2H <sub>2</sub> O  | 158,7  | 168,6 | 178,7 | 190,3 | 205,0       | 227,8 | 256,8 | —     | —           | —     | —     | 271   |
| 272   | NaJ . . . . .   | —                  | —  | —     | —     | —     | —           | —     | —     | 294   | 296         | —     | 302   | 272   |
| 273   | NaJO <sub>3</sub> . . . . .                               | H <sub>2</sub> O   | 2,5  | —     | 9,0   | 11,0  | 13,3        | 16,3  | 19,8  | 23,5  | —           | —     | —     | 273   |
| 274   | NaJO <sub>3</sub> . . . . .                               | —                  | —  | —     | —     | —     | —           | —     | —     | —     | 28,5        | 29,5  | 33,0  | 274   |
| 275   | Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> . . . . .                | 10H <sub>2</sub> O | 44,3   | 64,7  | —     | —     | —           | —     | —     | —     | —           | —     | —     | 275   |
| 276   | Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> . . . . .                | 2H <sub>2</sub> O  | —  | —     | 65,0  | 66,1  | —           | 70,7  | —     | —     | —           | —     | 83,8  | 276   |
| 277   | NaNO <sub>2</sub> . . . . .                               | —                  | 72,1   | 77,9  | 84,5  | 91,6  | 98,4        | 104,1 | —     | —     | 132,5       | —     | 163,1 | 277   |
| 278   | NaNO <sub>3</sub> . . . . .                               | —                  | 73   | 80    | 88    | 96    | 104         | 114   | 124   | —     | 148         | —     | 180   | 278   |
| 279   | NaOH . . . . .  | 4H <sub>2</sub> O  | 42   | —     | —     | —     | —           | —     | —     | —     | —           | —     | —     | 279   |
| 280   | NaOH . . . . .  | H <sub>2</sub> O   | —  | —     | 109   | 119   | 129         | 145   | 174   | —     | —           | —     | —     | 280   |
| 281   | NaOH . . . . .  | —                  | —  | —     | —     | —     | —           | —     | —     | 299   | 313,7       | —     | 347   | 281   |
| 282   | Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> . . . . .                 | 12H <sub>2</sub> O | 1,5  | 4,1   | 11    | 20    | 31          | 43    | 55    | —     | 81          | —     | 108   | 282   |
| 283   | Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .   | 10H <sub>2</sub> O | 3,16   | 3,95  | 6,23  | 9,95  | 13,50       | 17,45 | 21,83 | —     | 30,04       | —     | 40,26 | 283   |
| 284   | Na <sub>2</sub> S . . . . .                               | 9H <sub>2</sub> O  | —  | 15,42 | 18,8  | 22,6  | 28,5        | —     | —     | —     | —           | —     | —     | 284   |
| 285   | Na <sub>2</sub> S . . . . .                               | 6H <sub>2</sub> O  | —  | —     | —     | —     | —           | 36,4  | 39,1  | 43,31 | 49,15       | 57,28 | —     | 285   |
| 286   | Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> . . . . .                 | 7H <sub>2</sub> O  | 13,9   | 20    | 26,9  | 36    | —           | —     | —     | —     | —           | —     | —     | 286   |
| 287   | Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> . . . . .                 | —                  | —  | —     | —     | —     | 37,0        | —     | 33,2  | —     | 29,0        | —     | 26,6  | 287   |
| 288   | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .                 | 10H <sub>2</sub> O | 5,0  | 9,0   | 19,4  | 40,8  | —           | —     | —     | —     | —           | —     | —     | 288   |
| 289   | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .                 | 7H <sub>2</sub> O  | 19,5   | 30    | 44    | —     | —           | —     | —     | —     | —           | —     | —     | 289   |
| 290   | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .                 | —                  | —  | —     | —     | 50,4  | 48,8        | 46,7  | 45,3  | 44,1  | 43,7        | 42,9  | 42,5  | 290   |
| 291   | Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .   | 5H <sub>2</sub> O  | 52,5   | 61,0  | 70,0  | 84,7  | 102,6       | —     | —     | —     | —           | —     | —     | 291   |
| 292   | Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .   | 2H <sub>2</sub> O  | —  | —     | —     | —     | —           | —     | 206,6 | —     | —           | —     | —     | 292   |
| 293   | Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .   | —                  | —  | —     | —     | —     | —           | —     | —     | —     | 245         | —     | 266   | 293   |
| 294   | Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .   | 7H <sub>2</sub> O  | 45,5   | —     | —     | —     | —           | —     | —     | —     | —           | —     | —     | 294   |
| 295   | Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .   | —                  | —  | —     | 65,3  | —     | 71,1        | —     | 79,9  | —     | 88,7        | —     | 100   | 295   |
| 296   | Na <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub> . . . . .                | 10H <sub>2</sub> O | 13,30  | —     | —     | 78,74 | —           | —     | —     | —     | —           | —     | —     | 296   |
| 297   | Na <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub> . . . . .                | —                  | —  | —     | —     | —     | —           | 80,15 | —     | —     | —           | —     | 72,83 | 297   |
| 298   | Na <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> . . . . .                | —                  | 0,43   | —     | 0,73  | —     | 1,03        | —     | —     | —     | 1,86        | —     | 2,46  | 298   |
| 299   | NaVO <sub>3</sub> . . . . .                               | —                  | —  | —     | —     | —     | 26,23       | —     | 32,97 | 36,9  | —           | —     | —     | 299   |
| 300   | Na <sub>2</sub> WO <sub>4</sub> . . . . .                 | 10H <sub>2</sub> O | 57,58  | —     | —     | —     | —           | —     | —     | —     | —           | —     | —     | 300   |
| 301   | Na <sub>2</sub> WO <sub>4</sub> . . . . .                 | 2H <sub>2</sub> O  | 71,61  | —     | 72,4  | —     | 77,9        | —     | —     | —     | 91,2        | —     | 97,2  | 301   |
| 302   | Nd <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . . . . . | 8H <sub>2</sub> O  | 9,6  | —     | 7,1   | 5,3   | 4,1         | 3,3   | 2,8   | 2,5   | —           | 1,2   | 1,2   | 302   |
| 303   | NiBr <sub>2</sub> . . . . .                               | 3H <sub>2</sub> O  | 112,8  | 122,3 | 130,9 | 138,1 | 144,5       | 150,0 | 152,5 | —     | 153,8       | —     | 155,1 | 303   |
| 304   | NiCl <sub>2</sub> . . . . .                               | 6H <sub>2</sub> O  | 51,7   | —     | 55,3  | —     | —           | —     | —     | —     | —           | —     | —     | 304   |

\* Число молекул воды в кристаллогидрате (Т. Ф.), находящемся в равновесии

с насыщенным раствором.

| № пп.                                  | Формула  | Т. Ф. *              | Темпера                           |                          |                          |                          | Темпера, °C              |                          |                          |                          |                          |                         |                         | № пп. |
|--|--|----------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|
|  |  |                      | 0                                 | 10                       | 20                       | 30                       | 40                       | 50                       | 60                       | 70                       | 80                       | 90                      | 100                     |       |
|  |  |                      | Растворимость безводного вещества |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                         |                         |       |
| в 100 г воды при данной температуре, г |  |                      |                                   |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                         |                         |       |
| 305                                    | NiCl <sub>2</sub> . . . . .  | 4H <sub>2</sub> O    | —                                 | —                        | —                        | —                        | 72,5                     | —                        | 80,5                     | —                        | —                        | —                       | —                       | 305   |
| 306                                    | NiCl <sub>2</sub> . . . . .  | 2H <sub>2</sub> O    | —                                 | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | 86,9                     | —                       | 88,0                    | 306   |
| 307                                    | NiJ <sub>2</sub> . . . . .   | —                    | 124,3                             | 135,3                    | 148,1                    | 161,1                    | 174,0                    | 183,2                    | 184,1                    | 185,7                    | 187,4                    | 188,2                   | —                       | 307   |
| 308                                    | Ni(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>        | 6H <sub>2</sub> O    | —                                 | —                        | —                        | —                        | 11,5                     | 14,4                     | 17,0                     | 19,8                     | 25,5                     | —                       | —                       | 308   |
| 309                                    | Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                              | 6H <sub>2</sub> O    | 79,58                             | —                        | 96,32                    | —                        | 122,3                    | —                        | —                        | —                        | —                        | —                       | —                       | 309   |
| 310                                    | Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                              | 4H <sub>2</sub> O    | —                                 | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | 163,1                    | 177,4                    | —                        | —                       | —                       | 310   |
| 311                                    | Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                              | 2H <sub>2</sub> O    | —                                 | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | 235,2                   | —                       | 311   |
| 312                                    | NiSO <sub>4</sub> . . . . .  | 7H <sub>2</sub> O    | 27,22                             | 32                       | —                        | 42,46                    | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                       | —                       | 312   |
| 313                                    | NiSO <sub>4</sub> . . . . .  | 6H <sub>2</sub> O    | —                                 | —                        | —                        | —                        | —                        | 50,15                    | 54,80                    | 59,44                    | 63,17                    | —                       | 76,7                    | 313   |
| 314                                    | O <sub>2</sub> . . . . .   | —                    | 6,948 · 10 <sup>-3</sup>          | 5,370 · 10 <sup>-3</sup> | 4,339 · 10 <sup>-3</sup> | 3,508 · 10 <sup>-3</sup> | 3,081 · 10 <sup>-3</sup> | 2,657 · 10 <sup>-3</sup> | 2,274 · 10 <sup>-3</sup> | 1,857 · 10 <sup>-3</sup> | 1,381 · 10 <sup>-3</sup> | 7,97 · 10 <sup>-4</sup> | 0                       | 314   |
| 315                                    | O <sub>3</sub> . . . . .   | —                    | 3,9 · 10 <sup>-3</sup>            | 2,9 · 10 <sup>-3</sup>   | 2,1 · 10 <sup>-3</sup>   | 7 · 10 <sup>-4</sup>     | 4 · 10 <sup>-4</sup>     | 1 · 10 <sup>-4</sup>     | 0                        | —                        | —                        | —                       | —                       | 315   |
| 316                                    | PbBr <sub>2</sub> . . . . .  | —                    | 0,4554                            | —                        | 0,85                     | 1,15                     | 1,53                     | 1,94                     | 2,36                     | —                        | 3,34                     | —                       | 4,75                    | 316   |
| 317                                    | Pb(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>           | 3H <sub>2</sub> O    | —                                 | 45,6 (15 °C)             | 55,0 (25 °C)             | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                       | 200                     | 317   |
| 318                                    | PbCl <sub>2</sub> . . . . .  | —                    | 0,6728                            | —                        | 0,99                     | 1,20                     | 1,45                     | 1,70                     | 1,98                     | —                        | 2,62                     | —                       | 3,34                    | 318   |
| 319                                    | PbCrO <sub>4</sub> . . . . .   | —                    | —                                 | —                        | 4,3 · 10 <sup>-6</sup>   | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                       | —                       | 319   |
| 320                                    | PbJ <sub>2</sub> . . . . .   | —                    | 4,42 · 10 <sup>-2</sup>           | —                        | 6,8 · 10 <sup>-2</sup>   | 9,0 · 10 <sup>-2</sup>   | 12,5 · 10 <sup>-2</sup>  | 16,4 · 10 <sup>-2</sup>  | 19,7 · 10 <sup>-2</sup>  | —                        | 30,2 · 10 <sup>-2</sup>  | —                       | 43,6 · 10 <sup>-2</sup> | 320   |
| 321                                    | Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                              | —                    | 38,8                              | 48,3                     | 56,5                     | 66                       | 75                       | 85                       | 95                       | —                        | 115                      | —                       | 138,8                   | 321   |
| 322                                    | PbSO <sub>4</sub> . . . . .  | —                    | 2,8 · 10 <sup>-3</sup>            | 3,5 · 10 <sup>-3</sup>   | 4,1 · 10 <sup>-3</sup>   | 4,9 · 10 <sup>-3</sup>   | 5,6 · 10 <sup>-3</sup>   | —                        | —                        | —                        | —                        | —                       | —                       | 322   |
| 323                                    | RbAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                            | 12H <sub>2</sub> O   | 0,72                              | —                        | 2,59                     | —                        | 3,52                     | —                        | 7,39                     | —                        | 43,25                    | —                       | 69                      | 323   |
| 324                                    | RbCl . . . . .   | —                    | 77,0                              | 84,4                     | 91,1                     | 97,6                     | 103,5                    | 109,3                    | 115,5                    | 121,4                    | 127,2                    | 133,1                   | 138,9                   | 324   |
| 325                                    | RbClO <sub>3</sub> . . . . .   | —                    | 2,14                              | —                        | 5,4                      | 8,0                      | —                        | 15,98                    | —                        | —                        | —                        | —                       | 62,8                    | 325   |
| 326                                    | RbClO <sub>4</sub> . . . . .   | —                    | 0,5                               | 0,6                      | 1,0                      | 1,5                      | 2,3                      | 3,5                      | 4,85                     | 6,72                     | 9,2                      | 12,7                    | 18                      | 326   |
| 327                                    | RbNO <sub>3</sub> . . . . .  | —                    | 19,5                              | 33,0                     | 53,3                     | 81,3                     | 116,7                    | 155,6                    | 200                      | 251                      | 309                      | 375                     | 452                     | 327   |
| 328                                    | Rb <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub> . . . . .                              | —                    | 13,7 · 10 <sup>-3</sup>           | 20,0 · 10 <sup>-3</sup>  | 28,2 · 10 <sup>-3</sup>  | 39,7 · 10 <sup>-3</sup>  | 56,5 · 10 <sup>-3</sup>  | —                        | 99,7 · 10 <sup>-3</sup>  | —                        | 182 · 10 <sup>-3</sup>   | —                       | 334 · 10 <sup>-3</sup>  | 328   |
| 329                                    | Rb <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .                                | —                    | 36,4                              | 42,6                     | 48,2                     | 53,5                     | 58,5                     | 63,1                     | 67,4                     | 71,4                     | 75,0                     | 78,7                    | 81,8                    | 329   |
| 330                                    | SO <sub>2</sub> . . . . .  | —                    | 22,83                             | 16,21                    | 11,29                    | 7,81                     | 5,41                     | 4,5                      | —                        | —                        | —                        | —                       | —                       | 330   |
| 331                                    | SbCl <sub>3</sub> . . . . .  | —                    | 601,6                             | —                        | 931,5                    | 1068,0                   | 1368,0                   | 1917,0                   | 4531,0                   | —                        | ∞                        | —                       | —                       | 331   |
| 332                                    | SbF <sub>3</sub> . . . . .   | —                    | 384,7                             | —                        | 444,7                    | 563,6                    | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                       | —                       | 332   |
| 333                                    | SnCl <sub>2</sub> . . . . .  | 2H <sub>2</sub> O    | 83,9                              | —                        | 269,8 (15 °C)            | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                       | —                       | 333   |
| 334                                    | SnJ <sub>2</sub> . . . . .   | —                    | —                                 | —                        | 1,0                      | 1,2                      | 1,4                      | 1,7                      | 2,1                      | 2,5                      | 3,0                      | 3,4                     | 4,0                     | 334   |
| 335                                    | SnSO <sub>4</sub> . . . . .  | —                    | —                                 | —                        | 19                       | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                       | 18                      | 335   |
| 336                                    | SrBr <sub>2</sub> . . . . .  | 6H <sub>2</sub> O    | 85,2                              | 93,0                     | 102,4                    | 111,9                    | 123,2                    | 135,8                    | 150,0                    | —                        | 181,8                    | —                       | 222,5                   | 336   |
| 337                                    | Sr(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> . . . . . | 4H <sub>2</sub> O    | 36,9                              | 43,61                    | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                        | —                       | —                       | 337   |
| 338                                    | Sr(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> . . . . . | 1/2 H <sub>2</sub> O | —                                 | 42,95                    | 41,6                     | 39,5                     | —                        | 37,35                    | —                        | 36,24                    | 36,10                    | 36,24                   | 36,4                    | 338   |
| 339                                    | SrCl <sub>2</sub> . . . . .  | 6H <sub>2</sub> O    | 43,5                              | 47,7                     | 52,9                     | 58,7                     | 65,3                     | 72,4                     | 81,8                     | —                        | —                        | —                       | —                       | 339   |

с насыщенным раствором.

\* Число молекул воды в кристаллогидрате (Т. Ф.), находящемся в равновесии

| № пп. | Формула   | Т. Ф. *                | Температура, °С                        |       |                         |       | № пп.                   |           |              |            |            |             |           |     |  |
|-------|---|------------------------|--|-------|-------------------------|-------|-------------------------|-----------|--------------|------------|------------|-------------|-----------|-----|--|
|       |   |                        | 0                                      | 10    | 20                      | 30    |                         |           |              |            |            |             |           |     |  |
|       |   |                        | Растворимость безводного вещества      |       |                         |       |                         |           |              |            |            |             |           |     |  |
|       |   |                        |  |       |                         |       | 40                      | 50        | 60           | 70         | 80         | 90          | 100       |     |  |
|       |   |                        | в 100 г воды при данной температуре, г |       |                         |       |                         |           |              |            |            |             |           |     |  |
| 340   | SrCl <sub>2</sub> . . . . .                               | 2H <sub>2</sub> O      | —                                      | —     | —                       | —     | —                       | —         | —            | 85,9       | 90,5       | —           | 100,8     | 340 |  |
| 341   | SrJ <sub>2</sub> . . . . .                                | 6H <sub>2</sub> O      | 165,3                                  | —     | 177,8                   | —     | 191,5                   | —         | 217,5        | —          | 270,4      | —           | —         | 341 |  |
| 342   | SrJ <sub>2</sub> . . . . .                                | 2H <sub>2</sub> O      | —                                      | —     | —                       | —     | —                       | —         | —            | —          | —          | 365,2       | 383,1     | 342 |  |
| 343   | Sr(NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .               | H <sub>2</sub> O       | 52,7                                   | —     | 63,95                   | —     | —                       | 83,5      | 97,2         | —          | —          | 130,4       | 138,7     | 343 |  |
| 344   | Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .               | 4H <sub>2</sub> O      | 40,1                                   | —     | 70,5                    | —     | —                       | —         | —            | —          | —          | —           | —         | 344 |  |
| 345   | Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .               | —                      | —                                      | —     | —                       | 88,6  | —                       | —         | —            | —          | —          | —           | —         | 345 |  |
| 346   | Sr(OH) <sub>2</sub> . . . . .<br>(в расчете на SrO)       | 8H <sub>2</sub> O      | 0,35                                   | 0,48  | 0,69                    | 1,01  | 90,1<br>1,50            | —<br>2,18 | 93,8<br>3,13 | 96<br>4,53 | 98<br>7,03 | 100<br>13,6 | —<br>24,2 | 346 |  |
| 347   | Th(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .               | 9H <sub>2</sub> O      | 0,74                                   | 0,98  | 1,38                    | 1,95  | 2,998                   | 5,22      | —            | —          | —          | —           | —         | 347 |  |
| 348   | Th(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .               | 8H <sub>2</sub> O      | 1,0                                    | 1,25  | 1,62                    | —     | —                       | —         | —            | —          | —          | —           | —         | 348 |  |
| 349   | Th(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .               | 6H <sub>2</sub> O      | 1,50                                   | —     | 1,90                    | 2,45  | —                       | —         | 6,64         | —          | —          | —           | —         | 349 |  |
| 350   | Th(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .               | 4H <sub>2</sub> O      | —                                      | —     | —                       | —     | —                       | —         | —            | —          | —          | —           | —         | 350 |  |
| 351   | Th(SeO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .              | —                      | 0,498                                  | —     | —                       | —     | 4,04                    | 2,54      | 1,63         | 1,09       | —          | —           | —         | 351 |  |
| 352   | TlBrO <sub>3</sub> . . . . .                              | —                      | —                                      | —     | 3,46 · 10 <sup>-2</sup> | —     | 7,36 · 10 <sup>-2</sup> | —         | —            | —          | —          | —           | —         | 352 |  |
| 353   | TlCl . . . . .  | —                      | 0,21                                   | 0,25  | 0,33                    | 0,42  | 0,52                    | 0,63      | 0,8          | —          | 1,2        | —           | 1,8       | 353 |  |
| 354   | TlClO <sub>3</sub> . . . . .                              | —                      | 2,0                                    | —     | 3,92                    | —     | —                       | 12,67     | —            | —          | 36,65      | —           | 57,31     | 354 |  |
| 355   | TlClO <sub>4</sub> . . . . .                              | —                      | 6,0                                    | 8,04  | —                       | 19,72 | —                       | 39,62     | —            | 65,32      | 81,49      | —           | 166,6     | 355 |  |
| 356   | TlJO <sub>3</sub> . . . . .                               | —                      | —                                      | —     | 0,058                   | —     | —                       | —         | —            | —          | —          | —           | —         | 356 |  |
| 357   | TlNO <sub>3</sub> . . . . .                               | —                      | 3,91                                   | 6,22  | 9,55                    | 14,3  | —                       | —         | —            | —          | —          | —           | —         | 357 |  |
| 358   | TlOH . . . . .  | —                      | 25,44                                  | —     | —                       | 39,9  | 20,9                    | 30,4      | 46,2         | 69,5       | 111,0      | 200,0       | 414,0     | 358 |  |
| 359   | Tl <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .                 | —                      | 2,70                                   | 3,70  | 4,87                    | 6,16  | 49,5                    | —         | 73,8         | —          | 106,0      | 126,1       | 148,3     | 359 |  |
| 360   | Tl <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub> . . . . .                | —                      | —                                      | 2,13  | 2,8                     | —     | —                       | 9,21      | 10,92        | 12,74      | 14,61      | 16,53       | 18,45     | 360 |  |
|       |   |                        |  |       |                         |       |                         |           |              |            | 8,5        | —           | 10,86     |     |  |
| 361   | UO <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . . | 6H <sub>2</sub> O      | 98,0                                   | 108,3 | 125,7                   | —     | —                       | 203,1     | 365,2        | —          | —          | —           | —         | 361 |  |
| 362   | Yb <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . . . . . | 8H <sub>2</sub> O      | 44,2                                   | —     | 38,4                    | —     | 21,0                    | —         | 10,4         | 7,22       | 6,92       | 5,83        | 4,67      | 362 |  |
| 363   | ZnBr <sub>2</sub> . . . . .                               | 2H <sub>2</sub> O      | 389,0                                  | —     | 446,4                   | 528,1 | —                       | —         | —            | —          | —          | —           | —         | 363 |  |
| 364   | ZnBr <sub>2</sub> . . . . .                               | —                      | —                                      | —     | —                       | —     | 592,6                   | —         | 618,4        | —          | 644,6      | —           | 672,0     | 364 |  |
| 365   | ZnCl <sub>2</sub> . . . . .                               | 3H <sub>2</sub> O      | 207,7                                  | —     | —                       | —     | —                       | —         | —            | —          | —          | —           | —         | 365 |  |
| 366   | ZnCl <sub>2</sub> . . . . .                               | 2 1/2 H <sub>2</sub> O | —                                      | 271,7 | 367,3                   | —     | —                       | —         | —            | —          | —          | —           | —         | 366 |  |
| 367   | ZnCl <sub>2</sub> . . . . .                               | —                      | —                                      | —     | —                       | —     | —                       | —         | —            | —          | —          | —           | —         | 367 |  |
| 368   | Zn(ClO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .              | 6H <sub>2</sub> O      | 145,1                                  | 152,5 | —                       | —     | 452,5                   | —         | 488,3        | —          | 541,1      | —           | 614,4     | 368 |  |
| 369   | Zn(ClO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .              | 4H <sub>2</sub> O      | —                                      | —     | 200,3                   | 209,2 | —                       | —         | —            | —          | —          | —           | —         | 369 |  |
| 370   | ZnJ <sub>2</sub> . . . . .                                | 2H <sub>2</sub> O      | 430,7                                  | 457,3 | 484,9                   | —     | 223,1                   | 273,2     | —            | —          | —          | —           | —         | 370 |  |
| 371   | ZnJ <sub>2</sub> . . . . .                                | —                      | 429,3                                  | —     | —                       | —     | —                       | —         | —            | —          | —          | —           | —         | 371 |  |
| 372   | Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .               | 6H <sub>2</sub> O      | 94,77                                  | —     | 118,4                   | —     | 445,2                   | —         | 467,3        | —          | 490,0      | —           | 510,5     | 372 |  |
| 373   | Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .               | 3H <sub>2</sub> O      | —                                      | —     | —                       | —     | —                       | —         | —            | —          | —          | —           | —         | 373 |  |
| 374   | ZnSO <sub>4</sub> . . . . .                               | 7H <sub>2</sub> O      | 41,9                                   | 47,0  | 54,4                    | —     | 206,9                   | —         | —            | —          | —          | —           | —         | 374 |  |
| 375   | ZnSO <sub>4</sub> . . . . .                               | 6H <sub>2</sub> O      | —                                      | —     | —                       | —     | 70,1                    | 77,0      | —            | —          | —          | —           | —         | 375 |  |
| 376   | ZnSO <sub>4</sub> . . . . .                               | H <sub>2</sub> O       | —                                      | —     | —                       | —     | —                       | —         | —            | —          | 86,6       | 83,5        | 80,8      | 376 |  |

\* Число молекул воды в кристаллогидрате (Т. Ф.), находящемся в равновесии

с насыщенным раствором.

### Растворимости некоторых неорганических соединений в органических растворителях при 18—20 °С

Растворимости выражены в граммах безводного вещества на 100 г чистого растворителя

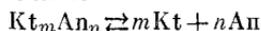
| Формула   | Растворимость в         |              |             |              |  |
|---|-------------------------|--------------|-------------|--------------|--|
|   | этаноле<br>(абсолютном) | метаноле     | ацетоне     | пиридине     |  |
| AgCl . . . . .  | —                       | —            | —           | 1,9          |  |
| AgNO <sub>3</sub> . . . . .                                     | 2,1                     | 3,7          | —           | 36,6         |  |
| AlBr <sub>3</sub> . . . . .                                     | —                       | —            | 0,44        | 8,14 (25 °С) |  |
| BaBr <sub>2</sub> . . . . .                                     | 4,1                     | —            | —           | —            |  |
| BaCl <sub>2</sub> . . . . .                                     | —                       | 2,2 (15 °С)  | —           | —            |  |
| Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .                     | —                       | 0,5 (25 °С)  | —           | —            |  |
| Bi <sub>2</sub> . . . . .                                       | 3,5                     | —            | —           | —            |  |
| Bi(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 5H <sub>2</sub> O . . . . . | —                       | —            | 41,7        | —            |  |
| CaBr <sub>2</sub> . . . . .                                     | 53,5                    | —            | —           | —            |  |
| CaCl <sub>2</sub> . . . . .                                     | —                       | 29,2         | —           | 1,66 (25 °С) |  |
| CdBr <sub>2</sub> . . . . .                                     | —                       | —            | 1,56        | —            |  |
| CdCl <sub>2</sub> . . . . .                                     | 1,5 (15 °С)             | 1,71 (15 °С) | —           | 0,8 (15 °С)  |  |
| CdJ <sub>2</sub> . . . . .                                      | 102 (15 °С)             | —            | 25          | 0,43 (25 °С) |  |
| CeCl <sub>3</sub> . . . . .                                     | —                       | —            | —           | 1,58 (0 °С)  |  |
| CoCl <sub>2</sub> . . . . .                                     | —                       | —            | 2,8         | 0,6 (25 °С)  |  |
| CoSO <sub>4</sub> . . . . .                                     | —                       | 1,04         | —           | —            |  |
| CoSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O . . . . .                 | 2,5 (3 °С)              | 5,5          | —           | —            |  |
| CuCl <sub>2</sub> . . . . .                                     | —                       | 67,8         | —           | —            |  |
| CuCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O . . . . .                 | —                       | —            | 2,9         | 0,35 (25 °С) |  |
|   |                         |              | 8,9 (15 °С) | —            |  |

| Формула                               | Растворимость в         |              |                |              |  |
|---------------------------------------|-------------------------|--------------|----------------|--------------|--|
|                                       | этаноле<br>(абсолютном) | метаноле     | ацетоне        | пиридине     |  |
| FeCl <sub>3</sub>                     | —                       | —            | 63             | —            |  |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>        | 41 (25 °C)              | —            | 0,5            | —            |  |
| HCl                                   | 41                      | —            | —              | —            |  |
| HgBr <sub>2</sub>                     | 23 (25 °C)              | 88,7         | —              | —            |  |
| Hg(CN) <sub>2</sub>                   | 9,5 (25 °C)             | 69,5 (25 °C) | —              | 65           |  |
| HgCl <sub>2</sub>                     | 49 (25 °C)              | 44,1 (25 °C) | —              | 25           |  |
| HgJ <sub>2</sub>                      | 2,2 (25 °C)             | 52,2         | 143            | 32           |  |
| I <sub>2</sub>                        | 19 (15 °C)              | 3,4 (25 °C)  | 2 (25 °C)      | —            |  |
| KBr                                   | 0,14 (25 °C)            | —            | 0,02 (25 °C)   | —            |  |
| KCN                                   | 0,9                     | 2 (25 °C)    | —              | —            |  |
| KCNS                                  | —                       | 4,9 (25 °C)  | 20,8 (22,5 °C) | —            |  |
| KCl                                   | 0,0034                  | 0,5          | —              | —            |  |
| KJ                                    | 1,75                    | 16,5         | —              | —            |  |
| KOH                                   | 37 (30 °C)              | —            | —              | —            |  |
| LiBr                                  | 72 (25 °C)              | —            | —              | —            |  |
| LiCl                                  | 24                      | —            | —              | —            |  |
| MgBr <sub>2</sub>                     | —                       | —            | —              | —            |  |
| MgSO <sub>4</sub>                     | 1,3 (3 °C)              | 1,2          | —              | 13,5 (28 °C) |  |
| MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O | —                       | 41           | —              | 0,5          |  |
| NH <sub>3</sub>                       | 11,9                    | 23,8         | —              | —            |  |
| NH <sub>4</sub> Br                    | 3,2                     | 12,5         | —              | —            |  |
| NH <sub>4</sub> Cl                    | 0,6 (15 °C)             | 3,4          | —              | —            |  |
| NH <sub>4</sub> ClO <sub>4</sub>      | 2,2 (25 °C)             | —            | 2,3 (25 °C)    | —            |  |

| Формула                                   | Растворимость в         |                |         |              |  |
|---|-------------------------|----------------|---------|--------------|--|
|   | этаноле<br>(абсолютном) | метаноле       | ацетоне | пиридине     |  |
| $\text{NH}_4\text{J}$                     | 26,3 (25 °C)            | —              | —       | —            |  |
| $\text{NH}_4\text{NO}_3$                  | 3,8                     | 17,1           | —       | —            |  |
| $\text{NaBr}$                             | 2,3                     | 17,4           | —       | —            |  |
| $\text{NaCl}$                             | 0,07                    | 1,41           | —       | —            |  |
| $\text{Na}_2\text{CrO}_4$                 | —                       | 0,35 (15 °C)   | —       | —            |  |
| $\text{NaJ}$                              | 43,1 (22,5 °C)          | 77,7 (22,5 °C) | —       | —            |  |
| $\text{NaNO}_2$                           | 0,31                    | 4,4            | —       | —            |  |
| $\text{NaNO}_3$                           | 0,036 (25 °C)           | 0,41           | —       | —            |  |
| $\text{NaOH}$                             | 17,2                    | 30,9           | —       | —            |  |
| $\text{NiCl}_2$                           | 10                      | —              | —       | —            |  |
| $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | 53,7                    | —              | —       | —            |  |
| $\text{NiSO}_4$                           | —                       | 4 (15 °C)      | —       | —            |  |
| $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 2,2                     | 20 (15 °C)     | —       | —            |  |
| $\text{P}$                                | 0,31                    | —              | —       | —            |  |
| $\text{PbCl}_2$                           | —                       | —              | —       | —            |  |
| $\text{PbJ}_2$                            | —                       | —              | —       | —            |  |
| $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$                | 0,04                    | 1,4            | 2,5     | 0,21 (15 °C) |  |
| $\text{S}$                                | 0,05                    | 0,03           | 538     | 5,8 (25 °C)  |  |
| $\text{SbCl}_3$                           | —                       | —              | —       | —            |  |
| $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | —                       | 63,3 (6 °C)    | 43,5    | 2,6          |  |
| $\text{ZnCl}_2$                           | —                       | —              | —       | —            |  |
| $\text{ZnSO}_4$                           | —                       | 0,65           | —       | —            |  |
| $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | —                       | 5,9            | —       | —            |  |

### Произведения растворимости важнейших малорастворимых веществ

Произведение растворимости (ПР) вещества  $Kt_mAn_n$ , распадающегося на ионы по уравнению



равно  $ПР = a_{Kt}^m \cdot a_{An}^n$ , где  $a_{Kt}$  — активность катиона  $Kt$ , а  $a_{An}$  — актив-

ность аниона  $An$ . Показателем произведения растворимости  $pПР$  называют логарифм произведения растворимости, взятый с обратным знаком. При вычислении растворимости той или иной малорастворимой соли в воде или растворе других солей по величине произведения растворимости следует учитывать: 1) реакции образующихся катионов с гидроксильными ионами воды; 2) реакции образующихся анионов с ионами водорода; 3) ионную силу раствора, от которой зависят коэффициенты активности, а в некоторых случаях еще и 4) возможности образования комплексных ионов. Выполнение таких расчетов описано в учебниках аналитической химии, наиболее полно в книге Н. П. Комарь, Основы качественного химического анализа, т. I, Харьков, 1955, стр. 169—178.

Кроме того, следует учитывать наличие в растворе недиссоциированных молекул растворенной соли, концентрации которых находят делением ПР на соответствующую величину  $K$  (табл. 37; цифры, отмеченные звездочкой).

| Формула вещества                | ПР                    | $pПР = -\lg ПР$ |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------|
| $Ac_2 (C_2O_4)_3$               | $2 \cdot 10^{-24}$    | 23,7            |
| $Ac (OH)_3$                     | $10^{-15}$            | 15              |
| $Ag_3AsO_3$                     | $1 \cdot 10^{-17}$    | 17              |
| $Ag_3AsO_4$                     | $10^{-22}$            | 22              |
| $AgBO_2$                        | $4 \cdot 10^{-1}$     | 0,4             |
| $AgBr$                          | $5,3 \cdot 10^{-13}$  | 12,28           |
| $AgBrO_3$                       | $5,5 \cdot 10^{-5}$   | 4,26            |
| $AgC_2H_3O_2$                   | $4 \cdot 10^{-3}$     | 2,4             |
| $AgCN$                          | $2,3 \cdot 10^{-16}$  | 15,64           |
| $AgCNO$                         | $2,3 \cdot 10^{-7}$   | 6,64            |
| $AgCNS$                         | $1,1 \cdot 10^{-12}$  | 11,97           |
| $AgCNSe$                        | $4,0 \cdot 10^{-16}$  | 15,40           |
| $Ag_2CO_3$                      | $8,2 \cdot 10^{-12}$  | 11,09           |
| $Ag_2C_2O_4$                    | $1 \cdot 10^{-11}$    | 11              |
| $AgCl$                          | $1,78 \cdot 10^{-10}$ | 9,75            |
| $AgClO_2$                       | $2 \cdot 10^{-4}$     | 3,7             |
| $AgClO_3$                       | $5,0 \cdot 10^{-2}$   | 1,3             |
| $Ag_2CrO_4$                     | $1,1 \cdot 10^{-12}$  | 11,95           |
| $Ag_2Cr_2O_7$                   | $1 \cdot 10^{-10}$    | 10              |
| $Ag_3Fe (CN)_6$                 | $1 \cdot 10^{-22}$    | 22              |
| $Ag_4Fe (CN)_8$                 | $1,5 \cdot 10^{-41}$  | 40,82           |
| $Ag_2HVO_4 (2Ag^+, HVO_4^{2-})$ | $2 \cdot 10^{-14}$    | 13,7            |

| Формула вещества   | ПР                    | pПР = -lgПР |
|--|-----------------------|-------------|
| AgJ  | $8,3 \cdot 10^{-17}$  | 16,08       |
| AgJO <sub>3</sub>  | $3,0 \cdot 10^{-8}$   | 7,52        |
| AgMnO <sub>4</sub>   | $1,6 \cdot 10^{-3}$   | 2,79        |
| Ag <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>   | $2,8 \cdot 10^{-12}$  | 11,55       |
| AgN <sub>3</sub>   | $2,9 \cdot 10^{-9}$   | 8,54        |
| AgNO <sub>2</sub>  | $1,6 \cdot 10^{-4}$   | 3,80        |
| Ag <sub>2</sub> O (Ag <sup>+</sup> , OH <sup>-</sup> )   | $1,6 \cdot 10^{-8}$   | 7,80        |
| Ag <sub>2</sub> PO <sub>3</sub> F (2Ag <sup>+</sup> , PO <sub>3</sub> F <sup>2-</sup> )  | $8,9 \cdot 10^{-4}$   | 3,05        |
| Ag <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>  | $1,3 \cdot 10^{-20}$  | 19,89       |
| AgReO <sub>4</sub>   | $7,95 \cdot 10^{-5}$  | 4,10        |
| Ag <sub>2</sub> S  | $6,3 \cdot 10^{-50}$  | 49,20       |
| Ag <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>  | $1,50 \cdot 10^{-14}$ | 13,82       |
| AgSO <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> (Ag <sup>+</sup> , SO <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> <sup>-</sup> )                            | $1 \cdot 10^{-1}$     | 1           |
| Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | $1,6 \cdot 10^{-5}$   | 4,80        |
| Ag <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub>   | $9,8 \cdot 10^{-16}$  | 15,01       |
| Ag <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub>   | $5,6 \cdot 10^{-8}$   | 7,25        |
| AgVO <sub>3</sub>  | $5 \cdot 10^{-7}$     | 6,3         |
| Ag <sub>2</sub> WO <sub>4</sub>  | $5,5 \cdot 10^{-12}$  | 11,26       |
| AlAsO <sub>4</sub>   | $1,6 \cdot 10^{-16}$  | 15,80       |
| Al(OH) <sub>3</sub> (Al <sup>3+</sup> , 3OH <sup>-</sup> )   | $1 \cdot 10^{-32}$    | 32,0        |
| (AlOH <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> )   | $1 \cdot 10^{-23}$    | 23,0        |
| (H <sup>+</sup> , AlO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )  | $1,6 \cdot 10^{-13}$  | 12,80       |
| AlPO <sub>4</sub>  | $5,75 \cdot 10^{-19}$ | 18,24       |
| Am(OH) <sub>3</sub>  | $2,7 \cdot 10^{-20}$  | 19,57       |
| Am(OH) <sub>4</sub>  | $10^{-56}$            | 56          |
| As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1/2As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + 1/2H <sub>2</sub> O = AsO <sup>+</sup> + OH <sup>-</sup> ) | $9,5 \cdot 10^{-16}$  | 15,02       |
| AuBr   | $5,0 \cdot 10^{-17}$  | 16,3        |
| AuBr <sub>3</sub>  | $4,0 \cdot 10^{-36}$  | 35,4        |
| AuCl   | $2,0 \cdot 10^{-13}$  | 12,7        |
| AuCl <sub>3</sub>  | $3,2 \cdot 10^{-25}$  | 24,5        |
| Au(OH) <sub>3</sub>  | $10^{-53}$            | 53          |
| AuJ  | $1,6 \cdot 10^{-23}$  | 22,8        |
| AuJ <sub>3</sub>   | $10^{-46}$            | 46          |
| Ba <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>   | $1,1 \cdot 10^{-13}$  | 12,96       |
| Ba(BrO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>   | $5,5 \cdot 10^{-6}$   | 5,26        |
| BaCO <sub>3</sub>  | $5,1 \cdot 10^{-9}$   | 8,29        |
| BaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>  | $1,1 \cdot 10^{-7}$   | 6,96        |
| BaCrO <sub>4</sub>   | $1,2 \cdot 10^{-10}$  | 9,93        |
| BaF <sub>2</sub>   | $1,1 \cdot 10^{-6}$   | 5,98        |
| Ba <sub>2</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>  | $3 \cdot 10^{-8}$     | 7,5         |
| Ba(JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | $1,50 \cdot 10^{-9}$  | 8,82        |
| BaMnO <sub>4</sub>   | $2,5 \cdot 10^{-10}$  | 9,60        |
| BaMoO <sub>4</sub>   | $4 \cdot 10^{-8}$     | 7,40        |
| Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | $4,5 \cdot 10^{-3}$   | 2,35        |
| Ba(OH) <sub>2</sub>  | $5,0 \cdot 10^{-3}$   | 2,3         |
| BaPO <sub>3</sub> F  | $4 \cdot 10^{-7}$     | 6,4         |
| Ba <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  | $6,03 \cdot 10^{-39}$ | 38,22       |

| Формула вещества  | ПР                    | pПР = -lgПР |
|---|-----------------------|-------------|
| Ba <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   | 3·10 <sup>-11</sup>   | 10,5        |
| BaPt(CN) <sub>4</sub>   | 4·10 <sup>-3</sup>    | 2,4         |
| Ba(ReO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  | 5,25·10 <sup>-2</sup> | 1,28        |
| BaSO <sub>3</sub>   | 8,0·10 <sup>-7</sup>  | 6,1         |
| BaSO <sub>4</sub>   | 1,1·10 <sup>-10</sup> | 9,97        |
| BaS <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 6·10 <sup>-5</sup>    | 4,2         |
| BaSeO <sub>4</sub>  | 2,8·10 <sup>-11</sup> | 10,55       |
| BeCO <sub>3</sub>   | 1·10 <sup>-3</sup>    | 3           |
| BeMoO <sub>4</sub>  | 3,5·10 <sup>-2</sup>  | 1,5         |
| Be(OH) <sub>2</sub> (Be <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> )  | 2,0·10 <sup>-18</sup> | 17,70       |
| (BeOH <sup>+</sup> , OH <sup>-</sup> )  | 6,3·10 <sup>-13</sup> | 12,20       |
| BiAsO <sub>4</sub>  | 2,8·10 <sup>-10</sup> | 9,36        |
| BiI <sub>3</sub>  | 8,1·10 <sup>-19</sup> | 18,09       |
| BiOCl (BiO <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> )   | 7·10 <sup>-9</sup>    | 8,85        |
| (BiOCl + H <sub>2</sub> O =<br>= Bi <sup>3+</sup> + 2OH <sup>-</sup> + Cl <sup>-</sup> )                            | 1,8·10 <sup>-31</sup> | 30,75       |
| BiOOH (BiO <sup>+</sup> , OH <sup>-</sup> )   | 1,0·10 <sup>-12</sup> | 12,0        |
| Bi(OH) <sub>3</sub>   | 3,2·10 <sup>-40</sup> | 39,5        |
| BiPO <sub>4</sub>   | 1,3·10 <sup>-23</sup> | 22,90       |
| Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub>  | 1·10 <sup>-97</sup>   | 97          |
| Ca <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  | 6,8·10 <sup>-19</sup> | 18,17       |
| CaCO <sub>3</sub>   | 4,8·10 <sup>-9</sup>  | 8,32        |
| CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>   | 2,3·10 <sup>-9</sup>  | 8,64        |
| CaCrO <sub>4</sub>  | 7,1·10 <sup>-4</sup>  | 3,15        |
| CaF <sub>2</sub>  | 4,0·10 <sup>-11</sup> | 10,40       |
| CaHPO <sub>4</sub> (Ca <sup>2+</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )   | 2,7·10 <sup>-7</sup>  | 6,57        |
| Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (Ca <sup>2+</sup> , 2H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) | 1·10 <sup>-3</sup>    | 3           |
| Ca(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>   | 4·10 <sup>-8</sup>    | 7,4         |
| Ca(JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>   | 7,0·10 <sup>-7</sup>  | 6,15        |
| Ca(OH) <sub>2</sub> (Ca <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> )  | 5,5·10 <sup>-6</sup>  | 5,26        |
| (CaOH <sup>+</sup> , OH <sup>-</sup> )  | 1,4·10 <sup>-4</sup>  | 3,86        |
| Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>   | 2,0·10 <sup>-29</sup> | 28,70       |
| CaPO <sub>3</sub> F (Ca <sup>2+</sup> , PO <sub>3</sub> F <sup>2-</sup> )   | 4·10 <sup>-3</sup>    | 2,4         |
| Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> OH  | 1,6·10 <sup>-58</sup> | 57,8        |
| CaSO <sub>3</sub>   | 1,3·10 <sup>-8</sup>  | 7,89        |
| CaSO <sub>4</sub>   | 2,37·10 <sup>-5</sup> | 4,63        |
| CaSeO <sub>3</sub>  | 4,7·10 <sup>-6</sup>  | 5,53        |
| CaSiF <sub>6</sub>  | 8,1·10 <sup>-4</sup>  | 3,09        |
| CaWO <sub>4</sub>   | 9,0·10 <sup>-9</sup>  | 8,06        |
| Cd <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  | 2,2·10 <sup>-33</sup> | 32,66       |
| Cd(CN) <sub>2</sub>   | 1,0·10 <sup>-8</sup>  | 8,0         |
| CdCO <sub>3</sub>   | 5,2·10 <sup>-12</sup> | 11,3        |
| CdC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>   | 1,5·10 <sup>-8</sup>  | 7,8         |
| Cd <sub>2</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>   | 3,2·10 <sup>-17</sup> | 16,49       |
| Cd(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> (BF <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>   | 2·10 <sup>-6</sup>    | 5,7         |
| Cd(OH) <sub>2</sub>   | 2,2·10 <sup>-14</sup> | 13,66       |
| (свежеосажденная)   |                       |             |

| Формула вещества  | ПР                     | pПР = -lgПР |
|---|------------------------|-------------|
| Cd(OH) <sub>2</sub><br>(после старения)   | 5,9·10 <sup>-15</sup>  | 14,23       |
| CdS   | 7,9·10 <sup>-27</sup>  | 26,10       |
| CdSeO <sub>3</sub>  | 1,30·10 <sup>-9</sup>  | 8,89        |
| CdWO <sub>4</sub>   | 2·10 <sup>-6</sup>     | 5,7         |
| Ce <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>                   | 2,5·10 <sup>-29</sup>  | 28,60       |
| Ce(JO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>   | 3,2·10 <sup>-10</sup>  | 9,50        |
| Ce(JO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>   | 5·10 <sup>-17</sup>    | 16,3        |
| Ce(OH) <sub>3</sub>   | 1,5·10 <sup>-20</sup>  | 19,82       |
| CeO <sub>2</sub> (Ce <sup>4+</sup> , 4OH <sup>-</sup> )                         | 8·10 <sup>-37</sup>    | 36,1        |
| Ce <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>                                 | 2·10 <sup>-2</sup>     | 1,7         |
| Ce <sub>2</sub> (SeO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>                                | 3,75·10 <sup>-25</sup> | 24,43       |
| Co <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>                                | 7,6·10 <sup>-29</sup>  | 28,12       |
| CoCO <sub>3</sub>   | 8·10 <sup>-13</sup>    | 12,1        |
| CoC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>   | 4·10 <sup>-8</sup>     | 7,4         |
| Co <sub>2</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>   | 1,8·10 <sup>-15</sup>  | 14,74       |
| CoHg(CNS) <sub>4</sub> [Co <sup>2+</sup> , Hg(CNS) <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ] | 1,50·10 <sup>-6</sup>  | 5,82        |
| Co(JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>   | 1,0·10 <sup>-4</sup>   | 4,0         |
| Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> (BF <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>               | 4·10 <sup>-6</sup>     | 5,4         |
| Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> (ReO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>              | 1,7·10 <sup>-12</sup>  | 11,77       |
| Co(OH) <sub>2</sub><br>(голубая)  | 6,3·10 <sup>-15</sup>  | 14,20       |
| Co(OH) <sub>2</sub><br>(розовая, свежесозданная)                                | 2,0·10 <sup>-15</sup>  | 14,80       |
| Co(OH) <sub>2</sub><br>(розовая, после старения)                                | 2,0·10 <sup>-16</sup>  | 15,70       |
| Co(OH) <sub>3</sub>   | 4·10 <sup>-45</sup>    | 44,4        |
| CoS α   | 4,0·10 <sup>-21</sup>  | 20,40       |
| CoS β   | 2,0·10 <sup>-25</sup>  | 24,70       |
| CoSeO <sub>3</sub>  | 1,6·10 <sup>-7</sup>   | 6,8         |
| CrAsO <sub>4</sub>  | 7,8·10 <sup>-21</sup>  | 20,11       |
| Cr(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> (BF <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>               | 6,2·10 <sup>-5</sup>   | 4,21        |
| Cr(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> (MnO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>              | 4,0·10 <sup>-8</sup>   | 7,40        |
| Cr(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> (SO <sub>3</sub> F) <sub>3</sub>              | 4,3·10 <sup>-4</sup>   | 3,9         |
| Cr(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> (ReO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>              | 7,7·10 <sup>-12</sup>  | 11,11       |
| Cr(OH) <sub>2</sub>   | 1,0·10 <sup>-17</sup>  | 17,0        |
| Cr(OH) <sub>3</sub> (Cr <sup>3+</sup> , 3OH <sup>-</sup> )                      | 6,3·10 <sup>-31</sup>  | 30,20       |
| Cr(OH) <sub>3</sub> (CrOH <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> )                    | 6,3·10 <sup>-21</sup>  | 20,20       |
| CrPO <sub>4</sub><br>(фиолетовый)   | 1,0·10 <sup>-17</sup>  | 17,00       |
| CrPO <sub>4</sub><br>(зеленый)  | 2,4·10 <sup>-23</sup>  | 22,62       |
| CsAuCl <sub>4</sub> (Cs <sup>+</sup> , AuCl <sub>4</sub> <sup>-</sup> )         | 1·10 <sup>-3</sup>     | 3           |
| CsBF <sub>4</sub> (Cs <sup>+</sup> , BF <sub>4</sub> <sup>-</sup> )             | 2·10 <sup>-5</sup>     | 4,7         |
| CsBH <sub>4</sub> (Cs <sup>+</sup> , BH <sub>4</sub> <sup>-</sup> )             | 2,5·10 <sup>-7</sup>   | 6,6         |
| CsBrO <sub>3</sub>  | 2·10 <sup>-2</sup>     | 1,7         |
| CsClO <sub>3</sub>  | 4·10 <sup>-2</sup>     | 1,4         |

| Формула вещества  | ПР                       | pПР = -lgПР |
|---|--------------------------|-------------|
| CsClO <sub>4</sub>  | 4 · 10 <sup>-3</sup>     | 2,4         |
| Cs <sub>3</sub> Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> [3Cs <sup>+</sup> , Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> <sup>3-</sup> ] | 5,8 · 10 <sup>-16</sup>  | 15,24       |
| CsHgCl <sub>3</sub> (Cs <sup>+</sup> , HgCl <sub>3</sub> <sup>-</sup> )   | 2 · 10 <sup>-3</sup>     | 2,7         |
| CsJO <sub>3</sub>   | 1,0 · 10 <sup>-2</sup>   | 2,0         |
| CsJO <sub>4</sub>   | 4,4 · 10 <sup>-3</sup>   | 2,36        |
| CsMnO <sub>4</sub>  | 9,1 · 10 <sup>-5</sup>   | 4,08        |
| Cs <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>   | 3 · 10 <sup>-8</sup>     | 7,44        |
| Cs <sub>2</sub> PtF <sub>6</sub>  | 2,39 · 10 <sup>-6</sup>  | 5,62        |
| CsReO <sub>4</sub>  | 4,0 · 10 <sup>-4</sup>   | 3,40        |
| Cs <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>  | 1,26 · 10 <sup>-5</sup>  | 4,90        |
| Cs <sub>2</sub> SnCl <sub>6</sub> (2Cs <sup>+</sup> , SnCl <sub>6</sub> <sup>2-</sup> )                                 | 3,6 · 10 <sup>-8</sup>   | 7,44        |
| Cu <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  | 7,6 · 10 <sup>-36</sup>  | 35,12       |
| CuBr  | 5,25 · 10 <sup>-9</sup>  | 8,28        |
| CuCN  | 3,2 · 10 <sup>-20</sup>  | 19,49       |
| CuCNS   | 4,8 · 10 <sup>-15</sup>  | 14,32       |
| CuCO <sub>3</sub>   | 2,5 · 10 <sup>-10</sup>  | 9,6         |
| CuC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>   | 3 · 10 <sup>-8</sup>     | 7,5         |
| CuCl  | 1,2 · 10 <sup>-6</sup>   | 5,92        |
| CuCrO <sub>4</sub>  | 3,6 · 10 <sup>-6</sup>   | 5,44        |
| Cu <sub>2</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>   | 1,3 · 10 <sup>-16</sup>  | 15,89       |
| CuJ   | 1,1 · 10 <sup>-12</sup>  | 11,96       |
| Cu(JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>   | 7,4 · 10 <sup>-8</sup>   | 7,13        |
| CuN <sub>3</sub>  | 5,0 · 10 <sup>-9</sup>   | 8,3         |
| Cu <sub>2</sub> O (2Cu <sup>+</sup> , OII <sup>-</sup> )  | 1 · 10 <sup>-14</sup>    | 14,0        |
| Cu(OH) <sub>2</sub> (Cu <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> )  | 5,0 · 10 <sup>-20</sup>  | 19,30       |
| (CuOH <sup>+</sup> , OH <sup>-</sup> )  | 1,5 · 10 <sup>-13</sup>  | 12,83       |
| CuS   | 6,3 · 10 <sup>-36</sup>  | 35,20       |
| Cu <sub>2</sub> S   | 2,5 · 10 <sup>-48</sup>  | 47,60       |
| CuSe  | 1 · 10 <sup>-49</sup>    | 49          |
| CuSeO <sub>3</sub>  | 2,1 · 10 <sup>-8</sup>   | 7,68        |
| CuWO <sub>4</sub>   | 1 · 10 <sup>-5</sup>     | 5           |
| FeAsO <sub>4</sub>  | 5,8 · 10 <sup>-21</sup>  | 20,24       |
| FeCO <sub>3</sub>   | 3,47 · 10 <sup>-11</sup> | 10,46       |
| FeC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>   | 2 · 10 <sup>-7</sup>     | 6,7         |
| Fe <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sub>3</sub>   | 3,0 · 10 <sup>-41</sup>  | 40,52       |
| Fe(OH) <sub>2</sub> (Fe <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> )  | 1 · 10 <sup>-15</sup>    | 15,0        |
| (FeOH <sup>+</sup> , OH <sup>-</sup> )  | 5 · 10 <sup>-10</sup>    | 9,3         |
| Fe(OH) <sub>3</sub> (Fe <sup>3+</sup> , 3OH <sup>-</sup> )  | 3,2 · 10 <sup>-38</sup>  | 37,50       |
| (FeOH <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> )  | 2 · 10 <sup>-26</sup>    | 25,70       |
| [Fe(OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup> , OH <sup>-</sup> ]   | 4 · 10 <sup>-17</sup>    | 16,40       |
| FePO <sub>4</sub>   | 1,30 · 10 <sup>-22</sup> | 21,89       |
| FeS   | 5 · 10 <sup>-18</sup>    | 17,3        |
| FeS <sub>2</sub> (Fe <sup>2+</sup> , S <sub>2</sub> <sup>2-</sup> )   | 6,3 · 10 <sup>-31</sup>  | 30,2        |
| FeSe  | 1 · 10 <sup>-26</sup>    | 26          |
| Fe <sub>2</sub> (SeO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>  | 2 · 10 <sup>-31</sup>    | 30,7        |
| Ga <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sub>3</sub>   | 1,5 · 10 <sup>-34</sup>  | 33,82       |
| Ga(OH) <sub>3</sub>   | 7,1 · 10 <sup>-36</sup>  | 35,15       |

| Формула вещества  | ПР                       | pПР = -lgПР |
|---|--------------------------|-------------|
| GeO <sub>2</sub> (Ge <sup>4+</sup> , 4OH <sup>-</sup> ) . . . . .   | 1 · 10 <sup>-57</sup>    | 57,0        |
| GeS . . . . .   | 3 · 10 <sup>-35</sup>    | 34,5        |
| HfO (OH) <sub>2</sub> (HfO <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> ) . . . . .   | 4 · 10 <sup>-26</sup>    | 25,4        |
| Hg <sub>2</sub> Br <sub>2</sub> (Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , 2Br <sup>-</sup> ) . . . . .   | 5,8 · 10 <sup>-23</sup>  | 22,24       |
| Hg <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ) . . . . .  | 8,9 · 10 <sup>-17</sup>  | 16,05       |
| Hg <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) . . . . .                | 1 · 10 <sup>-13</sup>    | 13          |
| Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , 2Cl <sup>-</sup> ) . . . . .   | 1,3 · 10 <sup>-18</sup>  | 17,88       |
| Hg <sub>2</sub> (CNS) <sub>2</sub> (Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , 2CNS <sup>-</sup> ) . . . . .   | 3,0 · 10 <sup>-20</sup>  | 19,52       |
| Hg <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> (Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) . . . . .  | 5,0 · 10 <sup>-9</sup>   | 8,70        |
| Hg <sub>2</sub> J <sub>2</sub> (Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , 2J <sup>-</sup> ) . . . . .   | 4,5 · 10 <sup>-29</sup>  | 28,35       |
| Hg <sub>2</sub> (JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , 2JO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) . . . . .                            | 2,45 · 10 <sup>-14</sup> | 13,71       |
| HgO (Hg <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> ) . . . . .  | 3,0 · 10 <sup>-26</sup>  | 25,52       |
| Hg <sub>2</sub> O (Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> ) . . . . .   | 1,6 · 10 <sup>-23</sup>  | 22,8        |
| HgS * . . . . .   | 1,6 · 10 <sup>-52</sup>  | 51,8        |
| (черный)<br>HgS . . . . .   | 4,0 · 10 <sup>-53</sup>  | 52,40       |
| (красный)<br>Hg <sub>2</sub> S (Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , S <sup>2-</sup> ) . . . . .   | 1 · 10 <sup>-47</sup>    | 47,0        |
| Hg <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> (Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ) . . . . .  | 1,0 · 10 <sup>-27</sup>  | 27,0        |
| Hg <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> (Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , SeO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ) . . . . .  | 6,3 · 10 <sup>-15</sup>  | 14,2        |
| Hg <sub>2</sub> WO <sub>4</sub> (Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , WO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) . . . . .  | 1,10 · 10 <sup>-17</sup> | 16,96       |
| In <sub>4</sub> [Fe (CN) <sub>6</sub> ] <sub>3</sub> . . . . .  | 1,9 · 10 <sup>-44</sup>  | 43,72       |
| In (JO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> . . . . .  | 3 · 10 <sup>-3</sup>     | 2,5         |
| In (OH) <sub>3</sub> . . . . .  | 5 · 10 <sup>-34</sup>    | 33,3        |
| In <sub>2</sub> S <sub>3</sub> . . . . .  | 1 · 10 <sup>-88</sup>    | 88          |
| Ir <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (2Ir <sup>3+</sup> , 3OH <sup>-</sup> ) . . . . .  | 2 · 10 <sup>-48</sup>    | 47,7        |
| IrO <sub>2</sub> (Ir <sup>4+</sup> , 4OH <sup>-</sup> ) . . . . .   | 1,6 · 10 <sup>-72</sup>  | 71,8        |
| IrS <sub>2</sub> . . . . .  | 1 · 10 <sup>-75</sup>    | 75          |
| K <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> (3K <sup>+</sup> , AlF <sub>6</sub> <sup>3-</sup> ) . . . . .   | 1,6 · 10 <sup>-9</sup>   | 8,80        |
| KBF <sub>4</sub> (K <sup>+</sup> , BF <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) . . . . .   | 2 · 10 <sup>-3</sup>     | 2,7         |
| KBH <sub>4</sub> (K <sup>+</sup> , BH <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) . . . . .   | 1,3 · 10 <sup>-3</sup>   | 2,9         |
| K(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>4</sub> B [K <sup>+</sup> , (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>4</sub> B <sup>-</sup> ] . . . . .           | 2,25 · 10 <sup>-8</sup>  | 7,65        |
| KClO <sub>4</sub> . . . . .   | 1,1 · 10 <sup>-2</sup>   | 1,97        |
| K <sub>3</sub> Co (NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> [3K <sup>+</sup> , Co (NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> <sup>3-</sup> ] . . . . .                     | 4,3 · 10 <sup>-10</sup>  | 9,37        |
| K <sub>2</sub> NaCo (NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> [2K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , Co (NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> <sup>3-</sup> ] . . . . . | 2,2 · 10 <sup>-11</sup>  | 10,66       |
| K <sub>2</sub> GeF <sub>6</sub> (2K <sup>+</sup> , GeF <sub>6</sub> <sup>2-</sup> ) . . . . .   | 3,0 · 10 <sup>-5</sup>   | 4,52        |
| K <sub>3</sub> HfF <sub>6</sub> (2K <sup>+</sup> , HfF <sub>6</sub> <sup>2-</sup> ) . . . . .   | 2 · 10 <sup>-3</sup>     | 2,7         |
| K <sub>2</sub> IrCl <sub>6</sub> (2K <sup>+</sup> , IrCl <sub>6</sub> <sup>2-</sup> ) . . . . .   | 6,8 · 10 <sup>-5</sup>   | 4,17        |
| KJO <sub>4</sub> . . . . .  | 8,3 · 10 <sup>-4</sup>   | 3,08        |
| K <sub>2</sub> PdCl <sub>4</sub> (2K <sup>+</sup> , PdCl <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) . . . . .   | 1,6 · 10 <sup>-5</sup>   | 4,9         |

\* Произведения растворимости солей ртути (II) (за исключением HgS) здесь не приведены, потому что их очень малые значения могут создать неверные представления о соответствующих малых растворимостях этих солей. В действительности при переходе солей ртути (II) в раствор образуется очень мало свободных ионов (произведение концентраций которых и дает величину ПР), но относительно много недиссоциированных молекул — Hg(CN)<sub>2</sub>, HgCl<sub>2</sub> и т. п.

О степени диссоциации солей ртути (II) следует судить по константам, помещенным в табл. 37.

| Формула вещества                | ПР                   | pПР = -lgПР |
|---------------------------------|----------------------|-------------|
| $K_2PdCl_6 (2K^+, PdCl_6^{2-})$ | $6,0 \cdot 10^{-6}$  | 5,2         |
| $K_2PtCl_4 (2K^+, PtCl_4^{2-})$ | $8 \cdot 10^{-3}$    | 2,1         |
| $K_2PtCl_6 (2K^+, PtCl_6^{2-})$ | $1,4 \cdot 10^{-6}$  | 5,85        |
| $K_2PtF_6 (2K^+, PtF_6^{2-})$   | $2,9 \cdot 10^{-5}$  | 4,54        |
| $KReO_4$                        | $1,9 \cdot 10^{-3}$  | 2,72        |
| $K_2SiF_6$                      | $4 \cdot 10^{-5}$    | 4,4         |
| $K_2TiF_6 (2K^+, TiF_6^{2-})$   | $5 \cdot 10^{-4}$    | 3,3         |
| $K_2ZrF_6 (2K^+, ZrF_6^{2-})$   | $5 \cdot 10^{-4}$    | 3,3         |
| $La (BrO_3)_3$                  | $3 \cdot 10^{-3}$    | 2,5         |
| $La_2 (C_2O_4)_3$               | $4 \cdot 10^{-26}$   | 25,4        |
| $La (JO_3)_3$                   | $6,2 \cdot 10^{-12}$ | 11,21       |
| $La_2 (MoO_4)_3$                | $4 \cdot 10^{-21}$   | 20,4        |
| $La (OH)_3$                     | $1,0 \cdot 10^{-19}$ | 19,0        |
| $La_2 (SO_4)_3$                 | $3 \cdot 10^{-5}$    | 4,5         |
| $Li_2CO_3$                      | $3,98 \cdot 10^{-3}$ | 2,40        |
| $LiF$                           | $3,8 \cdot 10^{-3}$  | 2,42        |
| $LiOH$                          | $4 \cdot 10^{-2}$    | 1,4         |
| $Li_3PO_4$                      | $3,2 \cdot 10^{-9}$  | 8,5         |
| $Mg_3 (AsO_4)_2$                | $2,1 \cdot 10^{-20}$ | 19,68       |
| $MgCO_3$                        | $4,0 \cdot 10^{-5}$  | 4,4         |
| $MgC_2O_4$                      | $8,6 \cdot 10^{-5}$  | 4,1         |
| $MgF_2$                         | $6,5 \cdot 10^{-9}$  | 8,19        |
| $Mg (JO_3)_2$                   | $3 \cdot 10^{-3}$    | 2,5         |
| $MgK_2Fe (CN)_6$                | $5 \cdot 10^{-9}$    | 8,3         |
| $Mg (NH_4)_2Fe (CN)_6$          | $4 \cdot 10^{-8}$    | 7,4         |
| $MgNH_4PO_4$                    | $2,5 \cdot 10^{-13}$ | 12,6        |
| $Mg (OH)_2$                     | $6,0 \cdot 10^{-10}$ | 9,22        |
| (свежеосажденная)               |                      |             |
| $Mg (OH)_2 (Mg^{2+}, 2OH^-)$    | $1,8 \cdot 10^{-11}$ | 10,74       |
| (после старения)                |                      |             |
| $(MgOH^+, OH^-)$                | $2,3 \cdot 10^{-7}$  | 6,64        |
| $Mg_3 (PO_4)_2$                 | $1 \cdot 10^{-13}$   | 13          |
| $MgSO_3$                        | $3 \cdot 10^{-3}$    | 2,5         |
| $MgSeO_3$                       | $1,30 \cdot 10^{-5}$ | 4,89        |
| $Mn_3 (AsO_4)_2$                | $1,9 \cdot 10^{-29}$ | 28,72       |
| $MnCO_3$                        | $1,8 \cdot 10^{-11}$ | 10,74       |
| $MnC_2O_4$                      | $1 \cdot 10^{-15}$   | 15          |
| $Mn_2Fe (CN)_6$                 | $8,0 \cdot 10^{-13}$ | 12,10       |
| $MnNH_4PO_4$                    | $1 \cdot 10^{-12}$   | 12          |
| $Mn (OH)_2 (Mn^{2+}, 2OH^-)$    | $4,5 \cdot 10^{-13}$ | 12,35       |
| ( $MnOH^+, OH^-$ )              | $1,1 \cdot 10^{-9}$  | 8,95        |
| $Mn (OH)_3$                     | $1 \cdot 10^{-36}$   | 36          |
| $MnS^*$                         | $2,5 \cdot 10^{-10}$ | 9,60        |
| (телесного цвета)               |                      |             |

\* Значения ПР<sub>MnS</sub> даны по Ringbom A., Solubilities of Sulfides. Report to Analytical Section IUPAC, July, 1953; они значительно отличаются от многих найденных ранее, например для модификации телесного цвета:  $7 \cdot 10^{-16}$  (Bruner, Zawadski),  $1,1 \cdot 10^{-15}$  (Капустинский); для модификации зеленого цвета:  $6,2 \cdot 10^{-22}$  (Bruner, Zawadski).

| Формула вещества   | ПР                   | pПР = -lgПР |
|--|----------------------|-------------|
| MnS * . . . . .  | $2,5 \cdot 10^{-13}$ | 12,60       |
| (зеленый)  |                      |             |
| MnSeO <sub>3</sub> . . . . .   | $1,26 \cdot 10^{-7}$ | 6,9         |
| Mo (OH) <sub>4</sub> . . . . .   | $10^{-50}$           | 50,0        |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> (3NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , AlF <sub>6</sub> <sup>3-</sup> ) . . . . .                                     | $1,6 \cdot 10^{-8}$  | 2,80        |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> Co (NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> [3NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Co (NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> <sup>3-</sup> ] . . . . . | $7,6 \cdot 10^{-6}$  | 5,12        |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> IrCl <sub>6</sub> . . . . .  | $3 \cdot 10^{-5}$    | 4,5         |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub> . . . . .  | $9 \cdot 10^{-6}$    | 5,05        |
| Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> . . . . .   | $4,1 \cdot 10^{-10}$ | 9,39        |
| Na <sub>2</sub> BeF <sub>4</sub> . . . . .   | $7 \cdot 10^{-8}$    | 2,15        |
| Na <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .   | $3 \cdot 10^{-8}$    | 2,5         |
| NaSb (OH) <sub>6</sub> [Na <sup>+</sup> , Sb (OH) <sub>6</sub> <sup>-</sup> ] . . . . .  | $4 \cdot 10^{-8}$    | 7,4         |
| Na <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> . . . . .   | $5 \cdot 10^{-4}$    | 3,3         |
| Ni <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .   | $3,1 \cdot 10^{-26}$ | 25,51       |
| Ni (CN) <sub>2</sub> . . . . .   | $3 \cdot 10^{-23}$   | 22,5        |
| NiCO <sub>3</sub> . . . . .  | $6,6 \cdot 10^{-9}$  | 8,18        |
| NiC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .  | $4 \cdot 10^{-10}$   | 9,4         |
| Ni (ClO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .  | $10^{-4}$            | 4           |
| Ni <sub>2</sub> Fe (CN) <sub>6</sub> . . . . .   | $1,3 \cdot 10^{-15}$ | 14,89       |
| Ni (JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .   | $1,40 \cdot 10^{-8}$ | 7,85        |
| Ni (NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> (BF <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .   | $1 \cdot 10^{-6}$    | 6           |
| Ni (NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> (ReO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .  | $5,1 \cdot 10^{-4}$  | 3,29        |
| Ni (OH) <sub>2</sub> . . . . .   | $2,0 \cdot 10^{-15}$ | 14,70       |
| (свежеосажденная)  |                      |             |
| Ni (OH) <sub>2</sub> . . . . .   | $6,3 \cdot 10^{-18}$ | 17,20       |
| (после старения)   |                      |             |
| NiS α . . . . .  | $3,2 \cdot 10^{-19}$ | 18,50       |
| NiS β . . . . .  | $1 \cdot 10^{-24}$   | 24,0        |
| NiS γ . . . . .  | $2,0 \cdot 10^{-26}$ | 25,70       |
| NiSeO <sub>3</sub> . . . . .   | $1,0 \cdot 10^{-5}$  | 5,0         |
| NpO <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> (NpO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> ) . . . . .  | $2,5 \cdot 10^{-22}$ | 21,6        |
| Pb <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .   | $4,1 \cdot 10^{-36}$ | 35,39       |
| PbBr <sub>2</sub> . . . . .  | $9,1 \cdot 10^{-6}$  | 5,04        |
| Pb (BrO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .  | $3,2 \cdot 10^{-4}$  | 3,5         |
| Pb (CNS) <sub>2</sub> . . . . .  | $2,0 \cdot 10^{-5}$  | 4,70        |
| PbCO <sub>3</sub> . . . . .  | $1,0 \cdot 10^{-13}$ | 13,0        |
| PbC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .  | $8,3 \cdot 10^{-12}$ | 11,1        |
| PbCl <sub>2</sub> . . . . .  | $1,6 \cdot 10^{-5}$  | 4,79        |
| PbClF . . . . .  | $2,8 \cdot 10^{-9}$  | 8,55        |
| PbCrO <sub>4</sub> . . . . .   | $1,8 \cdot 10^{-14}$ | 13,75       |
| PbF <sub>2</sub> . . . . .   | $2,7 \cdot 10^{-8}$  | 7,57        |
| Pb <sub>2</sub> Fe (CN) <sub>6</sub> . . . . .   | $3,5 \cdot 10^{-15}$ | 14,46       |
| PbJ <sub>2</sub> . . . . .   | $1,1 \cdot 10^{-9}$  | 8,98        |

\* Значения ПР<sub>MnS</sub> даны по Ringbom A., Solubilities of Sulfides. Report to Analytical Section IUPAC, July, 1953; они значительно отличаются от многих найденных ранее, например для модификации телесного цвета:  $7 \cdot 10^{-16}$  (Bruner, Zawadski),  $1,1 \cdot 10^{-15}$  (Капустинский); для модификации зеленого цвета:  $6,2 \cdot 10^{-22}$  (Bruner, Zawadski).

| Формула вещества  | ПР                       | pПР = -lgПР |
|---|--------------------------|-------------|
| Pb (JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 2,6 · 10 <sup>-13</sup>  | 12,58       |
| PbMoO <sub>4</sub>  | 4,0 · 10 <sup>-6</sup>   | 5,4         |
| Pb (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 2,5 · 10 <sup>-11</sup>  | 10,6        |
| Pb (OH) <sub>2</sub> (Pb <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> )   | 1,1 · 10 <sup>-20</sup>  | 19,96       |
| (PbOH <sup>+</sup> , OH <sup>-</sup> )  | 3,6 · 10 <sup>-13</sup>  | 12,44       |
| PbO <sub>2</sub> (Pb <sup>4+</sup> , 4OH <sup>-</sup> )   | 3,0 · 10 <sup>-66</sup>  | 65,5        |
| Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (2Pb <sup>2+</sup> , PbO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )                                      | 5,3 · 10 <sup>-51</sup>  | 50,28       |
| Pb <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>   | 7,9 · 10 <sup>-43</sup>  | 42,10       |
| Pb <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> Cl  | 7,5 · 10 <sup>-80</sup>  | 79,12       |
| PbPO <sub>3</sub> F   | 1 · 10 <sup>-7</sup>     | 7,0         |
| PbS   | 2,5 · 10 <sup>-27</sup>  | 26,60       |
| PbSO <sub>4</sub>   | 1,6 · 10 <sup>-8</sup>   | 7,80        |
| PbS <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 6 · 10 <sup>-4</sup>     | 3,2         |
| PbSe  | 1 · 10 <sup>-38</sup>    | 38          |
| PbSeO <sub>3</sub>  | 3 · 10 <sup>-12</sup>    | 11,5        |
| PbSeO <sub>4</sub>  | 1,45 · 10 <sup>-7</sup>  | 6,84        |
| PbWO <sub>4</sub>   | 4,5 · 10 <sup>-7</sup>   | 6,35        |
| Pd (OH) <sub>4</sub>  | 6,5 · 10 <sup>-71</sup>  | 70,2        |
| PoS   | 5 · 10 <sup>-29</sup>    | 28,3        |
| Po (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  | 2,6 · 10 <sup>-7</sup>   | 6,58        |
| PtBr <sub>4</sub>   | 3 · 10 <sup>-41</sup>    | 40,5        |
| PtCl <sub>4</sub>   | 8,0 · 10 <sup>-29</sup>  | 28,1        |
| Pt (OH) <sub>2</sub>  | 1 · 10 <sup>-35</sup>    | 35          |
| PtO <sub>2</sub> (Pt <sup>4+</sup> , 4OH <sup>-</sup> )   | 1,6 · 10 <sup>-72</sup>  | 71,8        |
| PtS   | 8 · 10 <sup>-73</sup>    | 72,1        |
| Pu (OH) <sub>3</sub>  | 2 · 10 <sup>-20</sup>    | 19,7        |
| Pu (OH) <sub>4</sub>  | 1 · 10 <sup>-52</sup>    | 52          |
| PuO <sub>2</sub> OH (PuO <sub>2</sub> <sup>+</sup> , OH <sup>-</sup> )  | 1 · 10 <sup>-3</sup>     | 3           |
| PuO <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> (PuO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> )                                   | 3,2 · 10 <sup>-21</sup>  | 20,5        |
| Pu (JO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>  | 5 · 10 <sup>-13</sup>    | 12,3        |
| Ra (JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 8,8 · 10 <sup>-10</sup>  | 9,06        |
| Ra (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 6,2 · 10 <sup>-3</sup>   | 2,21        |
| RaSO <sub>4</sub>   | 4,2 · 10 <sup>-15</sup>  | 14,38       |
| RbBF <sub>4</sub>   | 1 · 10 <sup>-3</sup>     | 3,0         |
| RbBH <sub>4</sub>   | 2,5 · 10 <sup>-4</sup>   | 3,6         |
| RbBrO <sub>3</sub>  | 2 · 10 <sup>-2</sup>     | 1,7         |
| RbClO <sub>4</sub>  | 5,0 · 10 <sup>-3</sup>   | 2,3         |
| Rb <sub>3</sub> Co (NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> [3Rb <sup>+</sup> , Co (NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> <sup>3-</sup> ] | 1,48 · 10 <sup>-15</sup> | 14,83       |
| RbJO <sub>4</sub>   | 5,5 · 10 <sup>-4</sup>   | 3,26        |
| RbMnO <sub>4</sub>  | 2,9 · 10 <sup>-3</sup>   | 2,54        |
| Rb <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub> (2Rb <sup>+</sup> , PtCl <sub>6</sub> <sup>2-</sup> )                                   | 9 · 10 <sup>-8</sup>     | 7,2         |
| Rb <sub>2</sub> PtF <sub>6</sub> (2Rb <sup>+</sup> , PtF <sub>6</sub> <sup>2-</sup> )                                     | 7,63 · 10 <sup>-7</sup>  | 6,12        |
| RbReO <sub>4</sub>  | 9,6 · 10 <sup>-4</sup>   | 3,02        |
| Rb <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>  | 5 · 10 <sup>-7</sup>     | 6,3         |
| Rb <sub>2</sub> TiF <sub>6</sub>  | 5,5 · 10 <sup>-5</sup>   | 4,26        |

| Формула вещества  | ПР                    | pПР = -lgПР |
|---|-----------------------|-------------|
| $\text{Rh}_2\text{O}_3 (\text{Rh}^{3+}, 3\text{OH}^-)$                              | $2 \cdot 10^{-48}$    | 47,7        |
| $\text{Ru}_2\text{O}_3 (\text{Ru}^{3+}, 3\text{OH}^-)$                              | $1 \cdot 10^{-45}$    | 45,0        |
| $\text{Sb}_2\text{O}_3 (2\text{Sb}^{3+}, 3\text{OH}^-)$                             | $4 \cdot 10^{-42}$    | 41,4        |
| $\text{Sb}_2\text{O}_3 (\text{SbO}^+, \text{OH}^-)$                                 | $7,9 \cdot 10^{-18}$  | 17,1        |
| $\text{Sb}_2\text{S}_3$   | $1,6 \cdot 10^{-93}$  | 92,8        |
| $\text{Sc}(\text{OH})_3$  | $1 \cdot 10^{-27}$    | 27          |
| $\text{SnI}_2$  | $1,0 \cdot 10^{-4}$   | 4,0         |
| $\text{Sn}(\text{OH})_2 (\text{Sn}^{2+}, 2\text{OH}^-)$                             | $6,3 \cdot 10^{-27}$  | 26,20       |
| $\text{Sn}(\text{OH})_2 (\text{SnOH}^+, \text{OH}^-)$                               | $3,2 \cdot 10^{-17}$  | 16,50       |
| $\text{Sn}(\text{OH})_4$  | $1 \cdot 10^{-57}$    | 57          |
| $\text{SnS}$  | $1 \cdot 10^{-25}$    | 25,0        |
| $\text{Sr}_3(\text{AsO}_4)_2$   | $1,3 \cdot 10^{-18}$  | 17,79       |
| $\text{SrCO}_3$   | $1,1 \cdot 10^{-10}$  | 9,96        |
| $\text{SrC}_2\text{O}_4$  | $5,6 \cdot 10^{-8}$   | 7,25        |
| $\text{SrCrO}_4$  | $3,6 \cdot 10^{-5}$   | 4,44        |
| $\text{SrF}_2$  | $2,5 \cdot 10^{-9}$   | 8,61        |
| $\text{Sr}(\text{JO}_3)_2$  | $3,3 \cdot 10^{-7}$   | 6,48        |
| $\text{SrMoO}_4$  | $2 \cdot 10^{-7}$     | 6,7         |
| $\text{Sr}(\text{OH})_2$  | $3,2 \cdot 10^{-4}$   | 3,50        |
| $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$  | $1 \cdot 10^{-31}$    | 31          |
| $\text{SrPO}_3\text{F}$   | $3 \cdot 10^{-3}$     | 2,5         |
| $\text{SrSO}_3$   | $4 \cdot 10^{-8}$     | 7,4         |
| $\text{SrSO}_4$   | $3,2 \cdot 10^{-7}$   | 6,49        |
| $\text{SrSeO}_3$  | $8,5 \cdot 10^{-7}$   | 6,07        |
| $\text{SrSiF}_6$  | $1,5 \cdot 10^{-2}$   | 1,82        |
| $\text{SrWO}_4$   | $2,2 \cdot 10^{-10}$  | 9,77        |
| $\text{Te}(\text{OH})_4$  | $3,0 \cdot 10^{-54}$  | 53,52       |
| $\text{Th}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$   | $2,0 \cdot 10^{-5}$   | 4,70        |
| $\text{Th}(\text{JO}_3)_4$  | $2,5 \cdot 10^{-15}$  | 14,6        |
| $\text{Th}(\text{OH})_4$  | $3,2 \cdot 10^{-45}$  | 44,5        |
| $\text{Th}_3(\text{PO}_4)_3$  | $2,57 \cdot 10^{-79}$ | 78,59       |
| $\text{Th}(\text{SO}_4)_2$  | $4 \cdot 10^{-3}$     | 2,4         |
| $\text{TiO}(\text{OH})_2$   | $1 \cdot 10^{-29}$    | 29          |
| $\text{TlBr}$   | $3,89 \cdot 10^{-6}$  | 5,41        |
| $\text{TlBrO}_3$  | $3,89 \cdot 10^{-4}$  | 3,41        |
| $\text{TlCNS}$  | $1,7 \cdot 10^{-4}$   | 3,77        |
| $\text{Tl}_2\text{CO}_3$  | $4 \cdot 10^{-3}$     | 2,4         |
| $\text{TlCl}$   | $1,7 \cdot 10^{-4}$   | 3,76        |
| $\text{TlClO}_4$  | $4 \cdot 10^{-2}$     | 1,4         |
| $\text{Tl}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6 [3\text{Tl}^+, \text{Co}(\text{NO}_2)_3^{3-}]$ | $1,0 \cdot 10^{-16}$  | 16,00       |
| $\text{Tl}_2\text{CrO}_4$   | $9,8 \cdot 10^{-13}$  | 12,01       |
| $\text{Tl}_4\text{Fe}(\text{CN})_3$   | $5 \cdot 10^{-10}$    | 9,3         |
| $\text{TlI}$  | $6,5 \cdot 10^{-8}$   | 7,19        |
| $\text{TlI}_2\text{O}_3$  | $3,1 \cdot 10^{-6}$   | 5,51        |

| Формула вещества   | ПР                     | pПР = -lgПР |
|--|------------------------|-------------|
| Tl(OH) <sub>3</sub>  | 6,3·10 <sup>-46</sup>  | 45,20       |
| Tl <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>  | 6,7·10 <sup>-8</sup>   | 7,18        |
| Tl <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>  | 4·10 <sup>-12</sup>    | 11,4        |
| TlReO <sub>4</sub>   | 1,2·10 <sup>-5</sup>   | 4,92        |
| Tl <sub>2</sub> S  | 5,0·10 <sup>-21</sup>  | 20,30       |
| Tl <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>  | 6,3·10 <sup>-4</sup>   | 3,2         |
| Tl <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | 4·10 <sup>-3</sup>     | 2,4         |
| Tl <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 2,0·10 <sup>-7</sup>   | 6,70        |
| TlVO <sub>3</sub>  | 1·10 <sup>-5</sup>     | 5           |
| Tl <sub>4</sub> V <sub>2</sub> O <sub>7</sub>  | 1·10 <sup>-11</sup>    | 11          |
| UO <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>  | 4·10 <sup>-4</sup>     | 3,4         |
| (UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>  | 7,0·10 <sup>-14</sup>  | 13,15       |
| UO <sub>2</sub> HAsO <sub>4</sub> (UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , HAsO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) | 3,2·10 <sup>-11</sup>  | 10,50       |
| UO <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> (UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )   | 2,14·10 <sup>-11</sup> | 10,67       |
| UO <sub>2</sub> (JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 3·10 <sup>-8</sup>     | 7,5         |
| UO <sub>2</sub> KAsO <sub>4</sub>  | 2,5·10 <sup>-23</sup>  | 22,60       |
| UO <sub>2</sub> KPO <sub>4</sub>   | 7,8·10 <sup>-24</sup>  | 23,11       |
| UO <sub>2</sub> NH <sub>4</sub> AsO <sub>4</sub>   | 1,7·10 <sup>-24</sup>  | 23,77       |
| UO <sub>2</sub> NH <sub>4</sub> PO <sub>4</sub>  | 4,4·10 <sup>-27</sup>  | 26,36       |
| UO <sub>2</sub> NaAsO <sub>4</sub>   | 1,3·10 <sup>-22</sup>  | 21,87       |
| U(OH) <sub>3</sub>   | 1·10 <sup>-19</sup>    | 19,0        |
| U(OH) <sub>4</sub>   | 1·10 <sup>-45</sup>    | 45,0        |
| UO <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>  | 1·10 <sup>-22</sup>    | 22,0        |
| VO(OH) <sub>2</sub>  | 7,4·10 <sup>-23</sup>  | 22,13       |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (VO <sub>2</sub> <sup>+</sup> , OH <sup>-</sup> )                      | 1,6·10 <sup>-15</sup>  | 14,8        |
| (VO) <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  | 8·10 <sup>-25</sup>    | 24,1        |
| W(OH) <sub>4</sub>   | 10 <sup>-50</sup>      | 50,0        |
| Y(OH) <sub>3</sub>   | 8·10 <sup>-23</sup>    | 22,1        |
| Zn <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>   | 1,07·10 <sup>-27</sup> | 26,97       |
| Zn(CN) <sub>2</sub>  | 2,6·10 <sup>-18</sup>  | 12,59       |
| ZnCO <sub>3</sub>  | 1,45·10 <sup>-11</sup> | 10,84       |
| ZnC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>  | 1,5·10 <sup>-9</sup>   | 8,8         |
| Zn(JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 2·10 <sup>-8</sup>     | 7,7         |
| ZnHg(CNS) <sub>4</sub> [Zn <sup>2+</sup> , Hg(CNS) <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]                      | 2,2·10 <sup>-7</sup>   | 6,66        |
| Zn(OH) <sub>2</sub> . . (Zn <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> )                                       | 7,1·10 <sup>-18</sup>  | 17,15       |
| (ZnOH <sup>+</sup> , OH <sup>-</sup> )   | 1,8·10 <sup>-18</sup>  | 12,75       |
| Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  | 9,1·10 <sup>-33</sup>  | 32,04       |
| ZnS α  | 1,6·10 <sup>-24</sup>  | 23,80       |
| (сфалерит)   |                        |             |
| ZnSβ   | 2,5·10 <sup>-22</sup>  | 21,60       |
| (вурцит)   |                        |             |
| ZnSe   | 1·10 <sup>-31</sup>    | 31          |
| ZnSeO <sub>3</sub>   | 2,57·10 <sup>-7</sup>  | 6,59        |
| ZrO(OH) <sub>2</sub>   | 2·10 <sup>-24</sup>    | 23,7        |
| Zr(OH) <sub>4</sub> (Zr <sup>4+</sup> , 4OH <sup>-</sup> )   | 6,3·10 <sup>-49</sup>  | 48,2        |
| [Zr(OH) <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> ]  | 3,2·10 <sup>-16</sup>  | 25,50       |
| Zr <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub>  | 10 <sup>-132</sup>     | 132         |

## Коэффициенты активности различных ионов

| Ионы | Значения коэффициента активности при ионной силе $\mu$ |       |        |       |      |       |      |     |
|------|--|-------|--------|-------|------|-------|------|-----|
|      | 0,0005   | 0,001 | 0,0025 | 0,005 | 0,01 | 0,025 | 0,05 | 0,1 |

## Ионы неорганических соединений

|   |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| H <sup>+</sup> . . . . .  | 0,975 | 0,967 | 0,950 | 0,933 | 0,914 | 0,88  | 0,86  | 0,83  |
| Li <sup>+</sup> . . . . .   | 0,975 | 0,965 | 0,948 | 0,929 | 0,907 | 0,87  | 0,835 | 0,80  |
| Rb <sup>+</sup> , Cs <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Ag <sup>+</sup> , Tl <sup>+</sup> . . . . .  | 0,975 | 0,964 | 0,945 | 0,924 | 0,898 | 0,85  | 0,80  | 0,75  |
| K <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , J <sup>-</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ,<br>NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> . . . . .  | 0,975 | 0,964 | 0,945 | 0,925 | 0,899 | 0,85  | 0,805 | 0,755 |
| OH <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , CNS <sup>-</sup> , CNO <sup>-</sup> , HS <sup>-</sup> ,<br>ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , JO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ,<br>MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> . . . . .   | 0,975 | 0,964 | 0,946 | 0,926 | 0,900 | 0,855 | 0,81  | 0,76  |
| Na <sup>+</sup> , CdCl <sup>+</sup> , ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , JO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ,<br>H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , H <sub>2</sub> AsO <sub>3</sub> <sup>-</sup> . . . . .  | 0,975 | 0,964 | 0,947 | 0,928 | 0,902 | 0,86  | 0,82  | 0,775 |
| Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , S <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup> , S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> <sup>2-</sup> ,<br>SeO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> . . . . . | 0,903 | 0,867 | 0,803 | 0,740 | 0,660 | 0,545 | 0,445 | 0,355 |
| Pb <sup>2+</sup> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> . . . . .   | 0,903 | 0,868 | 0,805 | 0,742 | 0,665 | 0,55  | 0,455 | 0,37  |
| Sr <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup> , Ra <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup> ,<br>S <sup>2-</sup> , S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , WO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> . . . . .   | 0,903 | 0,868 | 0,805 | 0,744 | 0,67  | 0,555 | 0,465 | 0,38  |
| Ca <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Sn <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> ,<br>Fe <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , CO <sup>2+</sup> . . . . .  | 0,905 | 0,870 | 0,809 | 0,749 | 0,675 | 0,57  | 0,485 | 0,405 |
| Mg <sup>2+</sup> , Be <sup>2+</sup> . . . . .   | 0,906 | 0,872 | 0,813 | 0,755 | 0,69  | 0,595 | 0,52  | 0,45  |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , [Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup> . . . . .  | 0,796 | 0,725 | 0,612 | 0,505 | 0,395 | 0,25  | 0,16  | 0,095 |
| Al <sup>3+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Cr <sup>3+</sup> , Sc <sup>3+</sup> , Y <sup>3+</sup> , La <sup>3+</sup> ,<br>In <sup>3+</sup> , Ce <sup>3+</sup> , Pr <sup>3+</sup> , Nd <sup>3+</sup> , Sm <sup>3+</sup> . . . . .  | 0,802 | 0,738 | 0,632 | 0,54  | 0,445 | 0,325 | 0,245 | 0,18  |
| [Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>4-</sup> . . . . .  | 0,668 | 0,57  | 0,425 | 0,31  | 0,20  | 0,10  | 0,048 | 0,021 |
| Th <sup>4+</sup> , Zr <sup>4+</sup> , Ce <sup>4+</sup> , Sn <sup>4+</sup> . . . . .   | 0,678 | 0,588 | 0,455 | 0,35  | 0,255 | 0,155 | 0,10  | 0,065 |

## Ионы органических соединений

|   |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| HCOO <sup>-</sup> , H <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> <sup>-</sup> , CH <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> ,<br>(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> <sup>+</sup> . . . . .   | 0,975 | 0,964 | 0,946 | 0,926 | 0,900 | 0,855 | 0,81  | 0,76  |
| -OOCCH <sub>2</sub> NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> , (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> NH <sup>+</sup> ,<br>C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> . . . . .  | 0,975 | 0,964 | 0,947 | 0,927 | 0,901 | 0,855 | 0,815 | 0,77  |
| CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> , (CH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> N <sup>+</sup> , CH <sub>2</sub> ClCOO <sup>-</sup> ,<br>NH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COO <sup>-</sup> . . . . .  | 0,975 | 0,964 | 0,947 | 0,928 | 0,902 | 0,86  | 0,82  | 0,775 |
| CHCl <sub>2</sub> COO <sup>-</sup> , CCl <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> ,<br>(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub> NH <sup>+</sup> , C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> . . . . .  | 0,975 | 0,964 | 0,947 | 0,928 | 0,904 | 0,865 | 0,83  | 0,79  |
| C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COO <sup>-</sup> , C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> OHCOO <sup>-</sup> ,<br>C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> ClCOO <sup>-</sup> , C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> COO <sup>-</sup> ,<br>H <sub>2</sub> C=CHCH <sub>2</sub> COO <sup>-</sup> , (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>4</sub> N <sup>+</sup> ,<br>(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C=CHCOO <sup>-</sup> , (C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> ) <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> <sup>+</sup> . . . . . | 0,975 | 0,965 | 0,948 | 0,929 | 0,907 | 0,87  | 0,835 | 0,80  |
| [OC <sub>6</sub> H <sub>2</sub> (NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> ] <sup>-</sup> , (C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> ) <sub>3</sub> NH <sup>+</sup> . . . . .  | 0,975 | 0,965 | 0,948 | 0,930 | 0,909 | 0,875 | 0,845 | 0,81  |
| (COO) <sub>3</sub> <sup>3-</sup> , HC <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> <sup>-</sup> . . . . .   | 0,903 | 0,867 | 0,804 | 0,741 | 0,662 | 0,55  | 0,45  | 0,36  |
| H <sub>2</sub> C(COO) <sub>2</sub> <sup>2-</sup> , (CH <sub>2</sub> COO) <sub>2</sub> <sup>2-</sup> ,<br>(CHOHCOO) <sub>2</sub> <sup>2-</sup> . . . . .   | 0,903 | 0,868 | 0,805 | 0,744 | 0,67  | 0,555 | 0,465 | 0,38  |
| C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (COO) <sub>2</sub> <sup>2-</sup> , H <sub>2</sub> C(CH <sub>2</sub> COO) <sub>2</sub> <sup>2-</sup> ,<br>CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> (COO) <sub>2</sub> <sup>2-</sup> . . . . .   | 0,905 | 0,870 | 0,809 | 0,749 | 0,675 | 0,57  | 0,485 | 0,405 |
| C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> <sup>-</sup> . . . . .   | 0,796 | 0,728 | 0,616 | 0,51  | 0,405 | 0,27  | 0,18  | 0,115 |

\* Ионная сила  $\mu = \frac{C_1 Z_1^2 + C_2 Z_2^2 + C_3 Z_3^2 + \dots + C_n Z_n^2}{2}$ , где  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$  — концентрации всех

105 присутствующих в растворе ионов, а  $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$  — соответствующие величины зарядов этих ионов.

## Калибрование стеклянной посуды

Поправка  $A$  равна разности между 1000 г (масса 1 л воды в пустоте при 4 °С) и массой 1 л воды в пустоте при температуре, указанной в первом столбце.

Поправка  $B$  — на взвешивание в воздухе латунными разновесками (плотность латуни 8,4 г/см<sup>3</sup>) — вычислена при допущении, что барометрическое давление мало отличается от 760 мм рт. ст. и что относительная влажность воздуха — около 50%. Поскольку при изменении барометрического давления на 10 мм рт. ст. эта величина изменяется в среднем на 14 мг, при большом отклонении давления от 760 мм величину  $B$  надо заменить более точной:  $B' = B + (P - 760) 1,4$  мг, где  $P$  — барометрическое давление.

Поправка  $C$  — на расширение (или сжатие) сосуда в зависимости от температуры выше или ниже нормальной (20 °С) — вычислена по среднему коэффициенту расширения стекла, равному  $25 \cdot 10^{-6}$ .

В последнем столбце дана масса воды в воздухе при температуре опыта, занимающей при 20 °С объем, равный 1 л. При калибровании сосудов меньшей емкости берется соответствующая часть этой массы.

| Температура<br>°С | Масса<br>1000 мл воды<br>в пустоте<br>г<br>( $d \cdot 1000$ ) | Поправка<br>$A$<br>г | Поправка<br>$B$<br>г | Поправка<br>$C$<br>г | $A + B + C$<br>г | $\frac{1000 - (A + B + C)}{g}$ |
|-------------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|--------------------------------|
| 9                 | 999,81  | 0,19                 | 1,10                 | +0,28                | 1,57             | 998,43                         |
| 10                | 999,73  | 0,27                 | 1,09                 | +0,25                | 1,61             | 998,39                         |
| 11                | 999,63  | 0,37                 | 1,09                 | +0,23                | 1,69             | 998,31                         |
| 12                | 999,52  | 0,48                 | 1,09                 | +0,20                | 1,77             | 998,23                         |
| 13                | 999,40  | 0,60                 | 1,08                 | +0,18                | 1,86             | 998,14                         |
| 14                | 999,27  | 0,73                 | 1,08                 | +0,15                | 1,96             | 998,04                         |
| 15                | 999,13  | 0,87                 | 1,07                 | +0,13                | 2,07             | 997,93                         |
| 16                | 998,97  | 1,03                 | 1,07                 | +0,10                | 2,20             | 997,80                         |
| 17                | 998,80  | 1,20                 | 1,07                 | +0,08                | 2,35             | 997,65                         |
| 18                | 998,62  | 1,38                 | 1,06                 | +0,05                | 2,49             | 997,51                         |
| 19                | 998,43  | 1,57                 | 1,06                 | +0,03                | 2,66             | 997,34                         |
| 20                | 998,23  | 1,77                 | 1,05                 | 0,00                 | 2,82             | 997,18                         |
| 21                | 998,02  | 1,98                 | 1,05                 | -0,03                | 3,00             | 997,00                         |
| 22                | 997,80  | 2,20                 | 1,05                 | -0,05                | 3,20             | 996,80                         |
| 23                | 997,57  | 2,43                 | 1,04                 | -0,08                | 3,39             | 996,61                         |
| 24                | 997,33  | 2,67                 | 1,04                 | -0,10                | 3,61             | 996,39                         |
| 25                | 997,08  | 2,92                 | 1,03                 | -0,13                | 3,82             | 996,18                         |
| 26                | 996,82  | 3,18                 | 1,03                 | -0,15                | 4,06             | 995,94                         |
| 27                | 996,55  | 3,45                 | 1,03                 | -0,18                | 4,30             | 995,70                         |
| 28                | 996,27  | 3,73                 | 1,02                 | -0,20                | 4,55             | 995,45                         |
| 29                | 995,98  | 4,02                 | 1,02                 | -0,23                | 4,81             | 995,19                         |
| 30                | 995,68  | 4,32                 | 1,01                 | -0,25                | 5,08             | 994,92                         |
| 31                | 995,37  | 4,63                 | 1,01                 | -0,28                | 5,36             | 994,64                         |
| 32                | 995,06  | 4,94                 | 1,01                 | -0,30                | 5,65             | 994,35                         |
| 33                | 994,73  | 5,27                 | 1,00                 | -0,33                | 5,94             | 994,06                         |
| 34                | 994,40  | 5,60                 | 1,00                 | -0,35                | 6,25             | 993,75                         |
| 35                | 994,06  | 5,94                 | 0,99                 | -0,38                | 6,55             | 993,45                         |

### Вычисления результатов объемно-аналитических определений \*

1 мл титрующего раствора оттитровывает  $N_s E_x$  мг определяемого вещества ( $N_s$  — нормальность титрующего раствора \*\*,  $E_x$  — эквивалентный вес определяемого вещества, приведенный в таблице). Если  $g$  — навеска анализируемого материала в мг,  $V$  — объем титрующего раствора, израсходованного на титрование, то процентное содержание определяемого вещества  $x$  равно:

$$x = \frac{V N_s E_x \cdot 100}{g}$$

#### А. Кислотно-основные титрования (ацидиметрия и алкалиметрия)

Применяемые для титрования вещества и концентрации их нормальных растворов:

| а) кислоты                                  |         |                                |   |  |
|---|---------|--------------------------------|---|--|
| Формула . . . . .                           | HCl     | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | HNO <sub>3</sub>                        | H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O |
| Концентрация 1 н. растворов (г/л) . . . . . | 36,461  | 49,039                         | 63,0129                                 | 63,0333  |
| б) щелочи                                   |         |                                |   |  |
| Формула . . . . .                           | NaOH    | KOH                            | Ba(OH) <sub>2</sub> · 8H <sub>2</sub> O |  |
| Концентрация 1 н. растворов (г/л) . . . . . | 39,9972 | 56,109                         | 157,74                                  |  |

| Определяемое вещество  | $\frac{E}{M}^{***}$ | Эквивалентный вес, E | lg E   |
|--|---------------------|----------------------|--------|
| Al . . . . .   | 1/3                 | 8,99383              | 95 394 |
| B (титрование H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> с фенолфталеином в присутствии маннита или глицерина) . . . . . | 1                   | 10,811               | 03 387 |
| Ba(OH) <sub>2</sub> . . . . .  | 1/2                 | 85,675               | 93 285 |
| Ba(OH) <sub>2</sub> · 8H <sub>2</sub> O . . . . .  | 1/2                 | 157,74               | 19 794 |
| CO <sub>2</sub> . . . . .  | 1/2                 | 22,0050              | 34 252 |
| CO <sub>3</sub> . . . . .  | 1/2                 | 30,0047              | 47 719 |
| CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> . . . . .   | 1                   | 59,0450              | 77 118 |
| CaCO <sub>3</sub> . . . . .  | 1/2                 | 50,045               | 69 936 |
| Ca (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .  | 1/2                 | 81,057               | 90 879 |
| CaO . . . . .  | 1/2                 | 28,040               | 44 778 |
| Ca (OH) <sub>2</sub> . . . . .   | 1/2                 | 37,047               | 56 875 |

\* О пользовании таблицей см. стр. 366.

\*\* В обозначениях  $N_s$ ,  $E_x$  и т. п. здесь и в следующих таблицах символ  $s$  внизу буквы относится к титрующим растворам, символ  $x$  — к титруемым растворам определяемого вещества.

\*\*\* M — молекулярный вес.

| Определяемое вещество   | $\frac{E}{M^*}$ | Эквивалентный вес, E | lg E   |
|---|-----------------|----------------------|--------|
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> (с фенолфталеином в присутствии маннита или глицерина) . . . .   | 1               | 61,833               | 79 122 |
| HBr . . . . .   | 1               | 80,917               | 90 804 |
| HClO <sub>2</sub> . . . . .   | 1               | 46,0259              | 66 300 |
| (муравьиная)  |                 |                      |        |
| HClO <sub>2</sub> . . . . .   | 1               | 60,0530              | 77 853 |
| (уксусная)  |                 |                      |        |
| H <sub>2</sub> C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>4</sub> . . . . .   | 1/2             | 59,045               | 77 118 |
| (янтарная)  |                 |                      |        |
| H <sub>2</sub> C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> . . . . .   | 1/2             | 75,0445              | 87 532 |
| (винная)  |                 |                      |        |
| H <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> . . . . .   | 1/3             | 64,0420              | 80 646 |
| (лимонная)  |                 |                      |        |
| H <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> · H <sub>2</sub> O . . . . .  | 1/3             | 70,0473              | 84 539 |
| HClO <sub>2</sub> . . . . .   | 1               | 122,125              | 08 680 |
| (бензойная)   |                 |                      |        |
| H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .  | 1/2             | 45,0179              | 65 339 |
| (щавелевая)   |                 |                      |        |
| H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O . . . . .  | 1/2             | 63,0333              | 79 957 |
| HCl . . . . .   | 1               | 36,461               | 56 183 |
| HClO <sub>4</sub> . . . . .   | 1               | 100,459              | 00 199 |
| HF . . . . .  | 1               | 20,0064              | 30 117 |
| HJ . . . . .  | 1               | 127,9124             | 10 691 |
| HJO <sub>3</sub> . . . . .  | 1               | 175,9106             | 24 529 |
| HNO <sub>3</sub> . . . . .  | 1               | 63,0129              | 79 943 |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (с метиловым оранжевым, или метиловым желтым, или бромкрезоловым синим) . . . . .                          | 1               | 97,9953              | 99 121 |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (с тимолфталеином, или фенолфталеином, или тимоловым синим в присутствии NaCl) . . . . .                   | 1/2             | 48,9977              | 69 018 |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (с фенолфталеином в присутствии CaCl <sub>2</sub> ) . . . . .  | 1/3             | 32,6651              | 51 408 |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (титрование фосфомолибдатного осадка) . . . . .  | 1/23            | 4,2607               | 62 948 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .  | 1/2             | 49,039               | 69 054 |
| K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (с тимоловым синим или фенолфталеином) . . . . .   | 1               | 138,213              | 14 055 |
| K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (с метиловым желтым, или метиловым оранжевым, или бромфеноловым синим, или бромкрезоловым синим) . . . . . | 1/2             | 69,107               | 83 952 |
| KHCO <sub>3</sub> . . . . .   | 1               | 100,119              | 00 052 |
| KHC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> . . . . .  | 1               | 188,183              | 27 458 |
| (бикарбонат)  |                 |                      |        |
| KHC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> O <sub>4</sub> . . . . .  | 1               | 204,229              | 31 012 |
| (бифталат)  |                 |                      |        |
| KH (JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .  | 1               | 389,915              | 59 097 |
| KOH . . . . .   | 1               | 54,109               | 74 903 |

\* M — молекулярный вес.

| Определяемое вещество  | $\frac{E}{M^*}$ | Эквивалентный вес, E | lg E   |
|--|-----------------|----------------------|--------|
| Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (с тимоловым синим или фенолфталеином) . . . . .   | 1               | 73,887               | 86 857 |
| Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (с метиловым желтым, или метиловым оранжевым, или бромфеноловым синим, или бромкрезоловым синим) . . . . . | 1/2             | 36,944               | 56 754 |
| MgCO <sub>3</sub> . . . . .  | 1/2             | 42,1605              | 62 491 |
| MgO . . . . .  | 1/2             | 20,1555              | 30 439 |
| N (по Кьельдалю) . . . . .   | 1               | 14,0067              | 14 634 |
| 6,25 N («белок») . . . . .   | —               | 87,5419              | 94 222 |
| 6,37 N («казеин») . . . . .  | —               | 89,2227              | 95 048 |
| 5,55 N («желатин») . . . . .   | —               | 77,7372              | 89 063 |
| NH <sub>3</sub> . . . . .  | 1               | 17,0306              | 23 123 |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> . . . . .   | 1               | 18,0386              | 25 620 |
| NH <sub>4</sub> Cl . . . . .   | —               | 53,492               | 72 829 |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .  | 1/2             | 66,070               | 82 000 |
| Na (титрование щелочью с фенолфталеином осадка)  |                 |                      |        |
| NaZn(UO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> ·6H <sub>2</sub> O . . . . .              | 1/10            | 2,29898              | 36 154 |
| Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O . . . . .  | 1/2             | 190,69               | 28 033 |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (с тимоловым синим или фенолфталеином) . . . . .   | 1               | 105,9890             | 02 526 |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (с метиловым желтым, или метиловым оранжевым, или бромфеноловым синим, или бромкрезоловым синим) . . . . . | 1/2             | 52,9945              | 72 423 |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·10H <sub>2</sub> O . . . . .  | 1/2             | 143,071              | 15 555 |
| NaHCO <sub>3</sub> . . . . .   | 1               | 84,0071              | 92 432 |
| NaOH . . . . .   | 1               | 39,9972              | 60 203 |
| P (титрование фосфоромолибдатного осадка) . . . . .  | 1/23            | 1,3467               | 12 927 |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (титрование фосфоромолибдатного осадка) . . . . .  | 1/23            | 4,1292               | 61 587 |

**Б. Методы окисления — восстановления (перманганометрия, хроматометрия, иодометрия, броматометрия, цериметрия и т. п.)**

Применяемые для титрования вещества и концентрации их нормальных растворов:

а) окислители

|                   |                   |  |  |
|-------------------|-------------------|--|--|
| Формула . . . . . | KMnO <sub>4</sub> | Ce(NH <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O | Ce(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O |
| Концентрация      |                   |  |  |
| 1 н. раствора     |                   |  |  |
| (g/l) . . . . .   | 31,6075           | 632,55   | 404,30   |

\* M — молекулярный вес.

|                                  |          |             |              |
|----------------------------------|----------|-------------|--------------|
| Формула . . . . .                | $J_2$    | $KBrO_3$    | $K_2Cr_2O_7$ |
| Концентрация 1 н. раствора (г/л) | 126,9044 | 27,835      | 49,032       |
| Формула . . . . .                | $KJO_3$  | $Ca(ClO)_2$ | $NH_4VO_3$   |
| Концентрация 1 н. раствора (г/л) | 35,6674  | 35,745      | 116,979      |

б) восстановители

|                                  |                                       |                                  |                      |
|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Формула . . . . .                | $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$              | $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ | $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ |
| Концентрация 1 н. раствора (г/л) | 248,18                                | 392,14                           | 278,02               |
| Формула . . . . .                | $C_6H_8O_6$<br>(аскорбиновая кислота) | $Hg_2(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$       |                      |
| Концентрация 1 н. раствора (г/л) | 88,064                                | 280,61                           |                      |

| Определяемое вещество                                  | $\frac{E}{M^*}$ | Эквивалентный вес E | lg E   |
|--|-----------------|---------------------|--------|
| Al (после осаждения оксихинолином)                     | $\frac{1}{12}$  | 2,24846             | 35 189 |
| As ( $As^{3+} \rightleftharpoons As^{5+}$ ) . . . . .  | $\frac{1}{2}$   | 37,46080            | 57 358 |
| Ba (после осаждения в виде $BaCrO_4$ )                 | $\frac{1}{3}$   | 45,780              | 66 068 |
| Bi (после осаждения оксихинолином)                     | $\frac{1}{12}$  | 17,4150             | 24 092 |
| Bг . . . . .   | 1               | 79,909              | 90 260 |
| $BгO_3^-$ . . . . .                                    | $\frac{1}{6}$   | 21,3178             | 32 874 |
| $C_6H_5OH$ (по Коппешауру) . . . . .<br>(февол)        | $\frac{1}{6}$   | 15,6857             | 19 550 |
| $CN^-$ (подометрически и по Шулеку) . . . . .          | $\frac{1}{2}$   | 13,00895            | 11 424 |
| $CNS^-$ (перманганатометрически) . . . . .             | $\frac{1}{6}$   | 9,6803              | 98 589 |
| $CNS^-$ (подометрически по Группу и Шидду) . . . . .   | $\frac{1}{8}$   | 7,2603              | 86 095 |
| Ca (после осаждения в виде $CaC_2O_4$ )                | $\frac{1}{2}$   | 20,040              | 30 190 |
| Cd (после осаждения оксихинолином)                     | $\frac{1}{8}$   | 14,050              | 14 768 |
| Ce (после осаждения оксихинолином)                     | $\frac{1}{12}$  | 11,677              | 06 733 |
| Cl (активный) . . . . .                                | 1               | 35,453              | 54 965 |
| $Cl_2$ . . . . .                                       | $\frac{1}{2}$   | 35,453              | 54 965 |
| $ClO^-$ . . . . .                                      | $\frac{1}{2}$   | 25,726              | 41 037 |
| $ClO_3^-$ . . . . .                                    | $\frac{1}{6}$   | 13,9035             | 14 312 |
| Co [после осаждения в виде $K_3Co(NO_2)_6$ ] . . . . . | $\frac{1}{11}$  | 5,3576              | 72 897 |
| Co (после осаждения оксихинолином)                     | $\frac{1}{8}$   | 7,3667              | 86 727 |
| Cr ( $Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 2Cr^{3+}$ ) . . . . .   | $\frac{1}{3}$   | 17,3320             | 23 885 |
| $CrO_4^{2-}$ . . . . .                                 | $\frac{1}{3}$   | 38,6647             | 58 731 |

\* M -- молекулярный вес.

| Определяемое вещество  | $\frac{E}{M^*}$ | Эквивалентный вес, E | lg E   |
|--|-----------------|----------------------|--------|
| $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ . . . . .   | $\frac{1}{6}$   | 35,9980              | 55 628 |
| Cu (подометрически) . . . . .  | 1               | 63,54                | 80 305 |
| Cu (титрование перманганатом осадка<br>CuCNS) . . . . .  | $\frac{1}{6}$   | 10,590               | 02 490 |
| Cu (после осаждения оксихинолином)   | $\frac{1}{8}$   | 7,943                | 89 998 |
| Fe ( $\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$ ) . . . . .                                      | 1               | 55,847               | 74 700 |
| Fe (после осаждения оксихинолином)   | $\frac{1}{12}$  | 4,6539               | 66 782 |
| $\text{Fe}(\text{CN})_6 [\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} \rightarrow \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}]$ . . . . . | 1               | 211,954              | 32 624 |
| FeO . . . . .  | 1               | 71,846               | 85 640 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .   | $\frac{1}{2}$   | 79,846               | 90 225 |
| Fe(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O . . . . .          | 1               | 392,14               | 59 344 |
| FeSO <sub>4</sub> . . . . .  | 1               | 151,91               | 18 159 |
| FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O . . . . .  | 1               | 278,02               | 44 408 |
| Ga (после осаждения оксихинолином)   | $\frac{1}{12}$  | 5,810                | 76 418 |
| HCN (подометрически и по Шулеку) . . . . .   | $\frac{1}{2}$   | 13,5129              | 13 075 |
| HCNS (перманганатометрически) . . . . .  | $\frac{1}{6}$   | 9,8483               | 99 336 |
| HCNS (подометрически по Руппу и<br>Шидлу) . . . . .  | $\frac{1}{8}$   | 7,3863               | 86 843 |
| H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .   | $\frac{1}{2}$   | 45,0180              | 65 339 |
| (щавелевая)  |                 |                      |        |
| H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O . . . . .                               | $\frac{1}{2}$   | 63,0333              | 79 957 |
| HJ . . . . .   | 1               | 127,9124             | 10 691 |
| HNO <sub>2</sub> . . . . .   | $\frac{1}{2}$   | 23,5068              | 37 119 |
| H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> . . . . .  | $\frac{1}{2}$   | 17,0074              | 23 064 |
| H <sub>2</sub> S (подометрически) . . . . .  | $\frac{1}{2}$   | 17,040               | 23 147 |
| H <sub>2</sub> S (броматометрически и перманганатометрически) . . . . .                                  | $\frac{1}{8}$   | 4,2600               | 62 941 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> . . . . .   | $\frac{1}{2}$   | 41,039               | 61 320 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (через хромат бария) . . . . .  | $\frac{1}{3}$   | 32,693               | 51 445 |
| In (после осаждения оксихинолином)   | $\frac{1}{12}$  | 9,5682               | 98 083 |
| J . . . . .  | 1               | 126,9044             | 10 348 |
| J- (после окисления до иода нитритом)  | 1               | 126,9044             | 10 348 |
| J- (после окисления до JO <sub>3</sub> <sup>-</sup> бромом)  | $\frac{1}{6}$   | 21,1507              | 32 533 |
| JO <sub>3</sub> <sup>-</sup> . . . . .   | $\frac{1}{6}$   | 29,1504              | 46 464 |
| KBrO <sub>3</sub> . . . . .  | $\frac{1}{6}$   | 27,835               | 44 459 |
| KClO <sub>3</sub> . . . . .  | $\frac{1}{6}$   | 20,426               | 31 018 |
| K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> . . . . .  | $\frac{1}{3}$   | 64,733               | 81 113 |
| K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . . . . .  | $\frac{1}{6}$   | 49,032               | 69 048 |
| K <sub>3</sub> Fe (CN) <sub>6</sub> . . . . .  | 1               | 329,26               | 51 754 |
| K <sub>4</sub> Fe (CN) <sub>6</sub> . . . . .  | 1               | 368,36               | 56 627 |
| K <sub>4</sub> Fe (CN) <sub>6</sub> · 3H <sub>2</sub> O . . . . .  | 1               | 422,41               | 62 573 |
| KH(JO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .  | $\frac{1}{12}$  | 32,4929              | 51 179 |
| KJO <sub>3</sub> . . . . .   | $\frac{1}{6}$   | 35,6674              | 55 227 |

\* M — молекулярный вес.

| Определяемое вещество   | $\frac{E}{M^*}$ | Эквивалентный вес, $E$ | $\lg E$ |
|---|-----------------|------------------------|---------|
| KMnO <sub>4</sub> . . . . .   | 1/5             | 31,6075                | 49 979  |
| KNO <sub>2</sub> . . . . .  | 1/2             | 42,554                 | 62 894  |
| Mg (после осаждения оксихинолином)  | 1/8             | 3,0390                 | 48 273  |
| Mn (висмутатным методом) . . . . .  | 1/5             | 10,9876                | 04 090  |
| Mn (методом Фольгарда) . . . . .  | 3/10            | 16,4814                | 21 699  |
| Mn (методом Форд-Вильямса или Гампе) . . . . .  | 1/2             | 27,4691                | 43 884  |
| Mn (после осаждения оксихинолином)  | 1/8             | 6,5782                 | 81 811  |
| MnO <sub>2</sub> в пиролюзите (обработка FeSO <sub>4</sub> —KMnO <sub>4</sub> ) . . . . .   | 1/2             | 43,4685                | 63 817  |
| Mo (подометрически) . . . . .   | 1               | 95,94                  | 98 200  |
| Mo (после восстановления цинком) . . . . .  | 1/3             | 31,980                 | 50 488  |
| Mo (после осаждения оксихинолином)  | 1/8             | 11,993                 | 07 893  |
| NH <sub>2</sub> OH . . . . .  | 1/2             | 16,5131                | 21 783  |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> . . . . .  | 1/2             | 23,0028                | 36 178  |
| Na [растворение осадка NaZn (UO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> · (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> · 6H <sub>2</sub> O, восстановление цинком и титрование] . . . . . | 1/6             | 3,8316                 | 58 338  |
| Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .   | 1/2             | 67,000                 | 82 607  |
| NaClO . . . . .   | 1/2             | 37,221                 | 57 079  |
| NaNO <sub>2</sub> . . . . .   | 1/2             | 34,4977                | 53 779  |
| Na <sub>2</sub> S (S <sup>2-</sup> → S <sup>0</sup> ) . . . . .   | 1/2             | 39,022                 | 59 131  |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> . . . . .   | 1/2             | 63,021                 | 79 949  |
| Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .   | 1               | 158,11                 | 19 896  |
| Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 5H <sub>2</sub> O . . . . .   | 1               | 248,18                 | 39 477  |
| Nb . . . . .  | 1/2             | 46,453                 | 66 701  |
| Nb (эмпир.) . . . . .   | —               | 49,9                   | 69 810  |
| Ni (после осаждения оксихинолином)  | 1/8             | 7,339                  | 86 564  |
| O («активный кислород») . . . . .   | 1/2             | 7,9997                 | 90 307  |
| O <sub>3</sub> . . . . .  | 1/2             | 23,9991                | 38 019  |
| P (титрование фосфомолибдатного осадка перманганатом после восстановления цинком) . . . . .   | 1/36            | 0,8638                 | 93 469  |
| Pb (после осаждения PbC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) . . . . .   | 1/2             | 103,595                | 01 534  |
| Pb (после осаждения PbCrO <sub>4</sub> ) . . . . .  | 1/3             | 69,063                 | 83 925  |
| Pb (после осаждения оксихинолином)  | 1/8             | 25,899                 | 41 328  |
| S (S <sup>2-</sup> → S <sup>0</sup> ) . . . . .   | 1/2             | 16,032                 | 20 499  |
| S (S <sup>2-</sup> → SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) . . . . .  | 1/8             | 4,008                  | 60 293  |
| SO <sub>2</sub> . . . . .   | 1/2             | 32,032                 | 50 558  |
| SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> . . . . .   | 1/2             | 40,031                 | 60 240  |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (через хромат бария) . . . . .  | 1/3             | 32,021                 | 50 543  |
| S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (2S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> → S <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup> ) . . . . .   | 1               | 112,13                 | 04 972  |
| S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> → 2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) . . . . .   | 1/8             | 14,016                 | 14 662  |

\* M — молекулярный вес.

| Определяемое вещество  | $\frac{E}{M^*}$ | Эквивалентный вес, E | lg E   |
|--|-----------------|----------------------|--------|
| Sb ( $\text{Sb}^{3+} \rightarrow \text{Sb}^{5+}$ ) . . . . . | $\frac{1}{2}$   | 60,875               | 78 444 |
| Sb (после осаждения оксихинолином)                           | $\frac{1}{12}$  | 10,146               | 00 629 |
| Sn ( $\text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{4+}$ ) . . . . . | $\frac{1}{2}$   | 59,345               | 77 338 |
| Th (после осаждения оксихинолином)                           | $\frac{1}{16}$  | 14,502               | 16 143 |
| Ti . . . . .   | 1               | 47,90                | 68 034 |
| Ti (после осаждения оксихинолином)                           | $\frac{1}{8}$   | 5,988                | 77 728 |
| U ( $\text{U}^{4+} \rightarrow \text{UO}_2^{2+}$ ) . . . . . | $\frac{1}{2}$   | 119,015              | 07 560 |
| U (после осаждения оксихинолином)                            | $\frac{1}{12}$  | 19,836               | 29 745 |
| V ( $\text{VO}^{2+} \rightarrow \text{VO}_3^-$ ) . . . . .   | 1               | 50,942               | 70 708 |
| V (после осаждения оксихинолином)                            | $\frac{1}{8}$   | 6,368                | 80 400 |
| Zn (после осаждения оксихинолином)                           | $\frac{1}{8}$   | 8,171                | 91 228 |
| Zr (после осаждения оксихинолином)                           | $\frac{1}{16}$  | 5,701                | 75 595 |

### В. Методы осаждения и комплексообразования \*\*

Применяемые для титрования вещества и концентрации их нормальных растворов:

|  |                     |   |        |                                 |
|--|---------------------|---|--------|---------------------------------|
| Формула . . . . .                          | AgNO <sub>3</sub>   | Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O                | KCNS   | NaCl                            |
| Концентрация 1 н. раствора (г/л) . . . . . | 169,875             | 171,31  | 97,184 | 58,443                          |
| Формула . . . . .                          | NH <sub>4</sub> CNS | Hg <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O |        | K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> |
| Концентрация 1 н. раствора (г/л) . . . . . | 76,120              | 280,61  |        | 97,099                          |

| Определяемое вещество  | $\frac{E}{M^*}$ | Эквивалентный вес, E | lg E   |
|--|-----------------|----------------------|--------|
| Ag . . . . .   | 1               | 107,870              | 03 290 |
| AgNO <sub>3</sub> . . . . .  | 1               | 169,875              | 23 013 |
| Ba (прямым титрованием K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> ) . . . . . | $\frac{1}{2}$   | 68,670               | 83 677 |
| Br <sup>-</sup> . . . . .  | 1               | 79,909               | 90 260 |
| CN <sup>-</sup> (по Морю, Фольгарду, Фаянсу) . . . . .             | 1               | 25,0179              | 41 527 |
| CN <sup>-</sup> (по Либиху, Дениже) . . . . .                      | 2               | 52,0357              | 71 630 |
| CNS <sup>-</sup> (по Фольгарду) . . . . .                          | 1               | 58,082               | 76 404 |
| Cl <sup>-</sup> . . . . .  | 1               | 35,453               | 54 965 |
| F <sup>-</sup> (после осаждения в виде PbClF) . . . . .            | 1               | 18,9984              | 27 872 |
| HBr . . . . .  | 1               | 80,917               | 90 804 |

\* M — молекулярный вес.

\*\* Методы титрования комплексом III см. п. Г, стр. 114.

| Определяемое вещество            | $\frac{E}{M^*}$ | Эквивалентный вес, E | lg E   |
|----------------------------------|-----------------|----------------------|--------|
| HCN (по Мору, Фольгарду, Фаянсу) | 1               | 27,0258              | 43 178 |
| HCN (по Либиху, Дениже)          | 2               | 54,0516              | 73 281 |
| HCNS (по Фольгарду)              | 1               | 59,090               | 77 151 |
| HCl                              | 1               | 36,461               | 56 183 |
| HJ                               | 1               | 127,9124             | 10 691 |
| Hg (с роданидом)                 | 1/2             | 100,295              | 00 128 |
| I                                | 1               | 126,9044             | 10 348 |
| KBr                              | 1               | 119,011              | 07 559 |
| KCN (по Мору, Фольгарду, Фаянсу) | 1               | 65,120               | 81 371 |
| KCN (по Либиху, Дениже)          | 2               | 130,240              | 11 474 |
| KCl                              | 1               | 74,555               | 87 248 |
| KJ                               | 1               | 166,006              | 22 012 |
| NH <sub>4</sub> Cl               | 1               | 53,492               | 72 829 |
| NaBr                             | 1               | 102,899              | 01 241 |
| NaCl                             | 1               | 58,443               | 76 673 |
| NaJ                              | 1               | 149,8942             | 17 578 |

## Г. Методы титрования комплексом III

(этилендиаминтетраацетатом натрия, ЭДТА, трилоном В)

Применяемые для титрования вещества и концентрации их нормальных (молярных) растворов:

|  |   |   |
|--|---|---|
| Формула                                | $\text{Na}_2\text{H}_2\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_8\text{N}_2$ | $\text{Na}_2\text{H}_2\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_8\text{N}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ |
| Концентрация 1 н. (1 M) раствора (г/л) | 336,211   | 372,242   |

| Определяемое вещество                                     | $\frac{E}{M^*}$ | Эквивалентный вес, E | lg E   |
|---|-----------------|----------------------|--------|
| Ag [после добавления $\text{K}_2\text{Ni}(\text{CN})_4$ ] | 2               | 215,74               | 33 393 |
| Al  | 1               | 26,9815              | 43 106 |
| As (в виде $\text{MgNH}_4\text{AsO}_4$ )                  | 1               | 74,9216              | 87 461 |
| $\text{AsO}_4^{3-}$ (в виде $\text{MgNH}_4\text{AsO}_4$ ) | 1               | 138,9192             | 14 276 |
| Ba  | 1               | 137,34               | 13 780 |
| Bi  | 1               | 208,980              | 32 010 |
| Br (через AgBr)   | 2               | 159,818              | 20 363 |

\* M — молекулярный вес.

| Определяемое вещество   | $\frac{E}{M}^*$ | Эквивалентный вес, E | lg E   |
|---|-----------------|----------------------|--------|
| CN <sup>-</sup> (после добавления соли Ni <sup>2+</sup> ) . . .   | 4               | 104,0714             | 01 733 |
| CNS <sup>-</sup> (через AgCNS) . . . . .  | 2               | 116,16               | 06 506 |
| Ca . . . . .  | 1               | 40,08                | 60 293 |
| Cd . . . . .  | 1               | 112,40               | 05 077 |
| Ce . . . . .  | 1               | 140,12               | 14 650 |
| Cl (через AgCl) . . . . .   | 2               | 70,906               | 85 068 |
| Co . . . . .  | 1               | 58,9332              | 77 036 |
| Cr . . . . .  | 1               | 51,996               | 71 597 |
| Cu . . . . .  | 1               | 63,54                | 80 305 |
| F (после добавления соли Ca <sup>2+</sup> ) . . .   | 2               | 37,9968              | 57 974 |
| F (через PbClF) . . . . .   | 1               | 18,9984              | 27 872 |
| Fe . . . . .  | 1               | 55,847               | 74 700 |
| Ga . . . . .  | 1               | 69,72                | 84 336 |
| Hg . . . . .  | 1               | 200,59               | 30 231 |
| In . . . . .  | 1               | 114,82               | 06 002 |
| Ir . . . . .  | 1               | 192,2                | 28 375 |
| J (через AgJ) . . . . .   | 2               | 253,8088             | 40 451 |
| K [в виде NaK <sub>2</sub> Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ] . . . . .  | 2               | 78,204               | 89 323 |
| La . . . . .  | 1               | 138,91               | 14 273 |
| Mg . . . . .  | 1               | 24,312               | 38 582 |
| Mn . . . . .  | 1               | 54,9381              | 73 987 |
| Mo (в виде CaMoO <sub>4</sub> ) . . . . .   | 1               | 95,94                | 98 200 |
| Na [в виде<br>NaZn(UO <sub>2</sub> ) · (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> · 6H <sub>2</sub> O]. . . | 1               | 22,9898              | 36 154 |
| Ni . . . . .  | 1               | 58,71                | 76 871 |
| P (в виде MgNH <sub>4</sub> PO <sub>4</sub> ) . . . . .   | 1               | 30,9738              | 49 099 |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (в виде MgNH <sub>4</sub> PO <sub>4</sub> ) . . . . .   | 1               | 94,9714              | 97 759 |
| Pb . . . . .  | 1               | 207,19               | 31 637 |
| Pd [после добавления K <sub>2</sub> Ni(CN) <sub>4</sub> ] . . .   | 1               | 106,4                | 02 694 |
| Pt [после добавления K <sub>2</sub> Ni(CN) <sub>4</sub> ] . . .   | 1               | 195,09               | 29 024 |
| S (в виде BaSO <sub>4</sub> ) . . . . .   | 1               | 32,064               | 50 602 |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (в виде BaSO <sub>4</sub> ) . . . . .   | 1               | 96,062               | 98 255 |
| Sn (II) . . . . .   | 1               | 118,69               | 07 441 |
| Sr . . . . .  | 1               | 87,62                | 94 260 |
| Th . . . . .  | 1               | 232,038              | 36 556 |
| Ti . . . . .  | 1               | 47,90                | 68 034 |
| Tl . . . . .  | 1               | 204,37               | 31 042 |
| U . . . . .   | 2               | 476,06               | 67 766 |
| V (IV) . . . . .  | 1               | 50,942               | 70 708 |
| W (в виде CaWO <sub>4</sub> ) . . . . .   | 1               | 183,85               | 26 446 |
| Zn . . . . .  | 1               | 65,37                | 81 538 |
| Zr . . . . .  | 1               | 91,22                | 96 009 |

\* M — молекулярный вес.

## Маскирующие реактивы при титровании комплексом III

| Маскирующий реактив                                       | pH  | Индикатор (метод)          | Маскируемые ионы  | Титруемые ионы  |
|---|-----|----------------------------|---|---|
| Аскорбиновая кислота                                      | 2,5 | Пирокатехиновый фиолетовый | $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$  | $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{Th}^{\text{IV}}$  |
| Аскорбиновая кислота + KCN                                | 10  | Эриохром черный Т          | $\text{Fe}^{3+}$ и все ионы, маскируемые KCN  | $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$                                       |
| Аскорбиновая кислота + KI или аскорбиновая кислота + KCNS | 5—6 | ПАН*                       | $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$   | $\text{Zn}^{2+}$  |
| 2,3-Димеркаптопропанол (димеркапрол, дикантол, BAL)       | 10  | Эриохром черный Т          | $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{Ag}^{+}$ , $\text{As}^{3+}$ , $\text{Sb}^{3+}$ , $\text{Sn}^{\text{IV}}$ ( $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Mn}^{3+}$ и $\text{Fe}^{3+}$ только в малых количествах, так как их комплексы с маскирующим реактивом сильно окрашены) | $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ (и $\text{Mn}^{2+}$ в присутствии гидроксилamina и триэтиламина)            |
| Диэтилдитиокарбамат                                       | 10  | Эриохром черный Т          | $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Pd}^{2+}$ , $\text{Bi}^{3+}$  | $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ |
|   |     |                            |   |   |
|   |     |                            |   |   |
| Иодид-ион   | 5—6 | ПАН*                       | $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Tl}^{3+}$  | $\text{Zn}^{2+}$  |
| Муравьиная кислота или формальдегид                       | 2,5 | Пирокатехиновый фиолетовый | $\text{Hg}^{2+}$  | $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{Th}^{\text{IV}}$  |
| Оксалат-ион   | 2   | Пирокатехиновый фиолетовый | $\text{Sn}^{2+}$ (Р. $\text{Zn}^{3+}$ ) **  | $\text{Bi}^{3+}$  |
| Пентадион-2,4   | 7   | Потенциометрически         | $\text{Al}^{3+}$ , $\text{UO}_2^{2+}$   | $\text{La}^{3+}$ , (Р. $\text{Zn}^{3+}$ ) **, $\text{Zn}^{2+}$  |
| Пентадион-2,4 + цитрат-ион                                | 7   | Потенциометрически         | $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Th}^{\text{IV}}$  | $\text{Zn}^{2+}$  |
| Перекись водорода   | 10  | Эриохром черный Т          | $\text{Tl}^{\text{IV}}$ , $\text{UO}_2^{2+}$  | $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$   |
| Сульфосалициловая кислота                                 | 4,5 | Потенциометрически         | $\text{UO}_2^{2+}$ , $\text{Al}^{3+}$   | (Р. $\text{Zn}^{3+}$ ) **, $\text{Y}^{3+}$ , $\text{Th}^{\text{IV}}$  |

\* ПАН— 1-(2-пиридил-азо)-2-нафтол.

\*\* Р. З. — редкоземельные элементы (лантаниды, Y и Sc).

| Маскирующий реактив                            | pH    | Индикатор (метод)          | Маскируемые ионы  | Титруемые ионы  |
|--|-------|----------------------------|---|---|
| Тартрат-ион                                    | 5—6   | ПАН*                       | $UO_2^{2+}$ , $Sb^{3+}$   | $Zn^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Ni^{2+}$ , $Cu^{2+}$ , (P. З. $3^{3+}$ )**   |
| Тартрат-ион                                    | 7     | Потенциометрически         | $Mo^{IV}$ , $Nb^V$ , $Sb^{3+}$ , $W^{VI}$ , $UO_2^{2+}$   | $Zn^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , $Cu^{2+}$ , $Hg^{2+}$ , $Pb^{2+}$   |
| Тиомалат                                       | 3     | Пирокатехиновый фиолетовый | $Fe^{3+}$ , $Bi^{3+}$   | $Th^{IV}$   |
| Тиомочевина                                    | 5—6   | ПАН*                       | $Cu^{2+}$ , $Hg^{2+}$   | $Zn^{2+}$   |
| Тиосемикарбазид                                | 5     | ПАН*                       | $Cu^{2+}$ , $Hg^{2+}$   | $Zn^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , $Pb^{2+}$   |
| Тиосульфат-ион                                 | 6     | ПАН*                       | $Cu^{2+}$   | $Zn^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , $Ni^{2+}$   |
| Триэтаноламин                                  | 10    | Эриохром черный Т          | $Al^{3+}$ , $Fe^{3+}$ , $Sn^{IV}$   | $Mg^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Cd^{2+}$ [ $Mn^{2+}$ в присутствии аскорбиновой кислоты, $Pb^{2+}$ и (P. З. $3^{2+}$ )]**<br>$Ca^{2+}$ , $Ni^{2+}$ |
|  | 11—12 | Мурексид                   | $Al^{3+}$ , $Fe^{3+}$ , ( $Mn^{III}$ )  |   |
| Унитиол (2,3-димеркаптопропансульфонат натрия) | 10—11 | Эриохром черный Т          | $Zn^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , $Hg^{2+}$ , $Pb^{2+}$ , $Sn^{III}$ , $Sn^{IV}$ , $As^{III}$ , $As^V$ , $Sb^{III}$ , $Sb^V$ , $Bi^{3+}$ , $Ag^+$   | $Ca^{2+}$ , $Mg^{2+}$ , $Sr^{2+}$ , $Ba^{2+}$   |
| Фторид-ион                                     | 6     | ПАН*                       | $Be^{2+}$ , $Nb^V$ , $Ta^V$ , $Ti^{IV}$   | $Cu^{2+}$ , $Zn^{2+}$   |
| Фторид-ион                                     | 6     | Пирокатехиновый фиолетовый | $Al^{3+}$ , $Ti^{IV}$   | $Cu^{2+}$ ( $Fe^{3+}$ обратным титрованием)   |
| Фторид-ион                                     | 10    | Эриохром черный Т          | $Al^{3+}$ , $Mg^{2+}$ , $Ca^{2+}$ , $Sr^{2+}$ , $Ba^{2+}$ (P. З. $3^{3+}$ )**   | $Zn^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , $Mn^{2+}$ ( $Ni^{2+}$ и $Co^{2+}$ обратным титрованием)   |
| Цианид-ион                                     | 10    | Эриохром черный Т          | $Cu^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Hg^{2+}$ , $Ni^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , $Pt^{2+}$ , $Pd^{2+}$ , $Ag^+$ , $Tl^{3+}$ . Добавление формальдегида или хлоралгидрата демаскирует $Cd^{2+}$ и $Zn^{2+}$ | $Ca^{2+}$ , $Mg^{2+}$ , $Sr^{2+}$ , $Ba^{2+}$ , $Pb^{2+}$ , $Mn^{2+}$ , $In^{3+}$ (P. З. $3^{3+}$ )**, $Ga^{3+}$                            |
| Цитрат-ион                                     | 5—6   | ПАН*                       | $UO_2^{2+}$ , $Th^{IV}$ , $Zr^{IV}$ , $Sn^{2+}$   | $Zn^{2+}$   |
| Цитрат-ион                                     | 7     | Потенциометрически         | $UO_2^{2+}$ , $Th^{IV}$ , $Zr^{IV}$ , $Sb^{3+}$ , $Ti^{IV}$ , $Nb^V$ , $Ta^V$ , $Mo^{VI}$ , $W^{VI}$ , $Be^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Cr^{3+}$  | $Cd^{2+}$ , $Cu^{2+}$ , $Hg^{2+}$ , $Pb^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Y^{3+}$  |

\* ПАН — 1-(2-пиридил-азо)-2-нафтол.

\*\* P. З. — редкоземельные элементы (лантаниды, Y и Sc).

## Вычисление результатов газовых и газометрических анализов\*

Если анализ того или иного вещества сводится к получению какого-нибудь газа, объем которого измеряют, то для дальнейших расчетов надо привести этот объем к нормальным условиям, т. е. к  $0^\circ\text{C}$  и давлению 760 мм рт. ст.

Здесь возможны три случая:

### 1. Газ собирали сухим над ртутью

В этом случае объем газа при нормальных условиях ( $V_0$ ) находят по приближенной, но достаточно точной формуле

$$V_0 = V \frac{P_0}{(1 + \alpha t) 760} = VF$$

где  $V$  — измеренный объем газа;

$t$  — температура газа;

$\alpha = 0,003670$ ;

$P_0$  — показание барометра, приведенное к  $0^\circ\text{C}$ .

$$F = \frac{P_0}{(1 + \alpha t) 760}$$

Величину  $P_0$  находят по формуле

$$P_0 = \left( P_t - \frac{1}{8} t' \right) \text{мм рт. ст.}$$

где  $P_t$  — наблюдаемое показание барометра;

$t'$  — температура ртути в барометре (измеряют температуру воздуха у барометра).

$$\lg V_0 = \lg V + \lg F$$

Величины  $\lg F$  для различных значений  $t$  и  $F_0$  указаны в табл. 15, А.

### 2. Газ собирали над водой

В этом случае в показание барометра надо не только ввести поправку на температуру ртути в барометре, но и вычесть давление (упругость) водяных паров при температуре  $t$ :

$$P_0 = P_t - \frac{1}{8} t' - P_B$$

\* О пользовании таблицей см. стр. 371.

Величина  $P_B$  — давление паров воды при соответствующей температуре газа над водой, приводится в разделе Б этой таблицы.

*3. Газ собирали над раствором КОН или над насыщенным раствором NaCl*

В этом случае надо вычесть из величины  $P_t$  значение давления паров воды над соответствующим поглотительным водным раствором:

$$P_0 = P_t - \frac{1}{8} t' - P_B$$

Величины  $P_B$  для водных растворов приведены в табл. 15, Б.

Если собранный газ является именно тем компонентом, содержание которого определяют в анализируемом веществе, то, чтобы найти массу этого газа, очевидно, надо найденный объем  $V_0$  умножить на  $\rho$  — плотность этого газа при нормальных условиях; отсюда содержание искомого компонента в процентах ( $x$ ) равно:

$$x = \frac{V_0 \cdot \rho \cdot 100}{g}$$

где  $g$  — навеска анализируемого вещества.

Соответствующие величины массы 1 л газа в граммах или 1 мл в миллиграммах и их логарифмы даны в разделе В табл. 15.

Но если по массе собранного газа рассчитывают процентное содержание какой-либо составной части анализируемого вещества, из которого этот газ выделяется, то найденную массу надо умножить на величину  $f'$ . В разделе Г табл. 15 даны величины  $f'$ , являющиеся произведением фактора пересчета на плотность газа.

Фактор пересчета вычисляют на основании реакции, в результате которой получается измеряемый газ. Так, определяя Al по количеству выделяющегося  $H_2$ , находят, что на 1 атом Al выделяется 3 атома H:

$$f' = \frac{Al}{(3H) \cdot (\rho_H)} + \frac{Al \rho_H}{3H} = \frac{26,982 \cdot 0,08988}{3 \cdot 1,0080} = 0,8020$$

Обозначения: Al — ат. вес Al;

H — » » H;

$\rho_H$  — плотность  $H_2$  по табл. 15, В.

Таким образом, процентное содержание искомой составной части ( $x$ ) находят по формуле:

$$x = \frac{V_0 f' \cdot 100}{g}$$

или

$$x = \frac{VFf' \cdot 100}{g}$$

А. Приведение объема газа к нормальным условиям

| Температура<br>°С      | Исправленное показание барометра $P_0$ , мм рт. ст. |        |        |        |        |        |        | Пропорциональные части   |
|------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
|                        | 660   | 661    | 662    | 663    | 664    | 665    | 666    |  |
| Логарифм множителя $F$ |   |        |        |        |        |        |        |  |
| 5                      | 93 083  | 93 149 | 93 214 | 93 280 | 93 345 | 93 410 | 93 476 | 66<br>1 6,6<br>2 13,2<br>3 19,8<br>4 26,4<br>5 33,0<br>6 39,6<br>7 46,2<br>8 52,8<br>9 59,4      |
| 6                      | 92 927  | 92 993 | 93 058 | 93 134 | 93 189 | 93 254 | 93 320 |  |
| 7                      | 92 771  | 92 837 | 92 903 | 92 969 | 93 034 | 93 099 | 93 164 |  |
| 8                      | 92 616  | 92 682 | 92 748 | 92 814 | 82 879 | 92 944 | 93 009 |  |
| 9                      | 92 462  | 92 528 | 92 593 | 92 659 | 92 724 | 92 789 | 92 855 |  |
| 10                     | 92 308  | 92 373 | 92 439 | 92 505 | 92 570 | 92 635 | 92 701 | 154<br>1 15,4<br>2 30,8<br>3 46,2<br>4 61,6<br>5 77,0<br>6 92,4<br>7 107,8<br>8 123,2<br>9 138,6 |
| 11                     | 92 154  | 92 220 | 92 286 | 92 352 | 92 417 | 92 482 | 92 547 |  |
| 12                     | 92 001  | 92 067 | 92 133 | 92 199 | 92 264 | 92 329 | 92 394 |  |
| 13                     | 91 849  | 91 914 | 91 980 | 92 046 | 92 111 | 92 176 | 92 242 |  |
| 14                     | 91 697  | 91 762 | 91 828 | 91 894 | 91 959 | 92 024 | 92 090 |  |
| 15                     | 91 546  | 91 612 | 91 677 | 91 743 | 91 808 | 91 873 | 91 939 | 148<br>1 14,8<br>2 29,6<br>3 44,4<br>4 59,2<br>5 74,0<br>6 88,8<br>7 103,6<br>8 118,4<br>9 133,2 |
| 16                     | 91 395  | 91 461 | 91 526 | 91 592 | 91 657 | 91 722 | 91 788 |  |
| 17                     | 91 245  | 91 311 | 91 376 | 91 442 | 91 507 | 91 572 | 91 638 |  |
| 18                     | 91 095  | 91 161 | 91 226 | 91 292 | 91 357 | 91 422 | 91 488 |  |
| 19                     | 90 946  | 91 011 | 91 077 | 91 143 | 91 208 | 91 273 | 91 339 |  |
| 20                     | 90 797  | 90 862 | 90 928 | 90 994 | 91 059 | 91 124 | 91 190 | 142<br>1 14,2<br>2 28,4<br>3 42,6<br>4 56,8<br>5 71,0<br>6 85,2<br>7 99,4<br>8 112,6<br>9 127,8  |
| 21                     | 90 649  | 90 714 | 90 780 | 90 846 | 90 911 | 90 976 | 91 042 |  |
| 22                     | 90 501  | 90 567 | 90 632 | 90 698 | 90 763 | 90 828 | 90 894 |  |
| 23                     | 90 354  | 90 420 | 90 485 | 90 551 | 90 616 | 90 681 | 90 747 |  |
| 24                     | 90 207  | 90 273 | 90 338 | 90 404 | 90 469 | 90 534 | 90 600 |  |
| 25                     | 90 061  | 90 127 | 90 192 | 90 258 | 90 323 | 90 388 | 90 454 |  |
| 26                     | 89 915  | 89 980 | 90 046 | 90 112 | 90 177 | 90 242 | 90 308 |  |
| 27                     | 89 770  | 89 836 | 89 901 | 89 967 | 90 032 | 90 097 | 90 163 |  |
| 28                     | 89 625  | 89 690 | 89 756 | 89 822 | 89 887 | 89 952 | 90 018 |  |
| 29                     | 89 481  | 89 547 | 89 612 | 89 678 | 89 743 | 89 808 | 89 874 |  |
| 30                     | 89 337  | 89 403 | 89 469 | 89 534 | 89 600 | 89 665 | 89 730 |  |
| 31                     | 89 194  | 89 260 | 89 326 | 89 391 | 89 457 | 89 522 | 89 587 |  |
| 32                     | 89 051  | 89 117 | 89 183 | 89 248 | 89 314 | 89 379 | 89 444 |  |
| 33                     | 88 909  | 88 975 | 88 041 | 89 106 | 89 172 | 89 237 | 89 302 |  |
| 34                     | 88 767  | 88 833 | 88 899 | 88 964 | 89 030 | 89 095 | 89 160 |  |

| Температура<br>°С | Исправленное показание барометра $P_0$ , мм рт. ст. |     |     |     |     |     |     | Пропорциональные части |
|-------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------|
|                   | 667   | 668 | 669 | 670 | 671 | 672 | 673 |                        |

Логарифм множителя  $F$

|    |        |        |        |        |        |        |        |         |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 5  | 93 541 | 93 606 | 93 671 | 93 736 | 93 801 | 93 866 | 93 931 |         |
| 6  | 93 385 | 93 450 | 93 515 | 93 580 | 93 645 | 93 710 | 93 775 |         |
| 7  | 93 229 | 93 294 | 93 359 | 93 425 | 93 490 | 93 554 | 93 619 |         |
| 8  | 93 074 | 93 139 | 93 205 | 93 270 | 93 339 | 93 399 | 93 464 |         |
| 9  | 92 920 | 92 985 | 93 050 | 93 115 | 93 180 | 93 244 | 93 309 |         |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 65      |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 1 6,5   |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 2 13,0  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 3 19,5  |
| 10 | 92 766 | 92 831 | 92 896 | 92 961 | 93 026 | 93 090 | 93 155 | 4 26,0  |
| 11 | 92 612 | 92 677 | 92 742 | 92 807 | 92 872 | 92 937 | 93 002 | 5 32,5  |
| 12 | 92 459 | 92 524 | 92 589 | 92 654 | 92 719 | 92 784 | 92 849 | 6 39,0  |
| 13 | 92 307 | 92 372 | 92 437 | 92 502 | 92 567 | 92 631 | 92 696 | 7 45,5  |
| 14 | 92 155 | 92 220 | 92 285 | 92 350 | 92 415 | 92 479 | 92 544 | 8 52,0  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 9 58,5  |
|    |        |        |        |        |        |        |        |         |
| 15 | 92 004 | 92 069 | 92 134 | 92 199 | 92 264 | 92 328 | 92 393 |         |
| 16 | 91 854 | 91 918 | 91 983 | 92 048 | 92 113 | 92 177 | 92 242 |         |
| 17 | 91 703 | 91 768 | 91 833 | 91 898 | 91 963 | 92 027 | 92 092 |         |
| 18 | 91 553 | 91 618 | 91 683 | 91 748 | 91 813 | 91 877 | 91 942 |         |
| 19 | 91 404 | 91 469 | 91 533 | 91 599 | 91 664 | 91 728 | 91 793 | 151     |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 1 15,1  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 2 30,2  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 3 45,3  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 4 60,4  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 5 75,5  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6 90,6  |
| 20 | 91 255 | 91 320 | 91 385 | 91 450 | 91 515 | 91 579 | 91 644 | 7 105,7 |
| 21 | 91 107 | 91 172 | 91 237 | 91 302 | 91 367 | 91 431 | 91 496 | 8 120,8 |
| 22 | 90 959 | 91 024 | 91 089 | 91 154 | 91 219 | 91 283 | 91 348 | 9 135,9 |
| 23 | 90 812 | 90 877 | 90 942 | 91 007 | 91 072 | 91 136 | 91 201 |         |
| 24 | 90 665 | 90 730 | 90 795 | 90 860 | 90 925 | 90 989 | 91 054 |         |
|    |        |        |        |        |        |        |        |         |
| 25 | 90 519 | 90 584 | 90 649 | 90 714 | 90 779 | 90 843 | 90 908 | 145     |
| 26 | 90 373 | 90 438 | 90 503 | 90 568 | 90 633 | 90 697 | 90 762 | 1 14,5  |
| 27 | 90 228 | 90 293 | 90 358 | 90 423 | 90 488 | 90 552 | 90 617 | 2 29,0  |
| 28 | 90 083 | 90 148 | 90 213 | 90 278 | 90 343 | 90 407 | 90 472 | 3 43,5  |
| 29 | 89 939 | 90 004 | 90 069 | 90 134 | 90 199 | 90 263 | 90 328 | 4 58,0  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 5 72,5  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6 87,0  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 7 101,5 |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 8 116,0 |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 9 130,5 |
|    |        |        |        |        |        |        |        |         |
| 30 | 89 796 | 89 861 | 89 926 | 89 990 | 90 055 | 90 120 | 90 185 |         |
| 31 | 89 653 | 89 718 | 89 783 | 89 847 | 89 912 | 89 977 | 90 042 |         |
| 32 | 89 510 | 89 575 | 89 640 | 89 704 | 89 769 | 89 834 | 89 899 |         |
| 33 | 89 368 | 89 433 | 89 498 | 89 562 | 89 627 | 89 692 | 89 757 |         |
| 34 | 89 226 | 89 291 | 89 356 | 89 420 | 89 485 | 89 550 | 89 615 |         |

| Температура<br>°C    | Исправленное показание барометра P <sub>0</sub> , мм рт. ст. |        |        |        |        |        |        | Пропорциональные части   |  |
|----------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|
|                      | 674  | 675    | 676    | 677    | 678    | 679    | 680    |  |  |
| Логарифм множителя F |  |        |        |        |        |        |        |  |  |
| 5                    | 93 995   | 94 060 | 94 124 | 94 188 | 94 252 | 94 316 | 94 380 | 64<br>1 6,4<br>2 12,8<br>3 19,2<br>4 25,6<br>5 32,0<br>6 38,4<br>7 44,8<br>8 51,2<br>9 57,6      |  |
| 6                    | 93 839   | 93 904 | 93 968 | 94 032 | 94 096 | 94 160 | 94 224 |  |  |
| 7                    | 93 683   | 93 748 | 93 812 | 93 876 | 93 940 | 94 004 | 94 068 |  |  |
| 8                    | 93 528   | 93 593 | 93 657 | 93 721 | 93 785 | 93 849 | 93 913 |  |  |
| 9                    | 93 373   | 93 438 | 93 502 | 93 566 | 93 630 | 93 694 | 93 758 |  |  |
| 10                   | 93 219   | 93 284 | 93 348 | 93 412 | 93 476 | 93 540 | 93 604 |  | 154<br>1 15,4<br>2 30,8<br>3 46,2<br>4 61,6<br>5 77,0<br>6 92,4<br>7 107,8<br>8 123,2<br>9 138,6 |
| 11                   | 93 066   | 93 131 | 93 195 | 93 259 | 93 323 | 93 387 | 93 451 |  |  |
| 12                   | 92 913   | 92 978 | 93 042 | 93 106 | 93 170 | 93 234 | 93 298 |  |  |
| 13                   | 92 761   | 92 826 | 92 889 | 92 954 | 93 018 | 93 082 | 93 145 |  |  |
| 14                   | 92 609   | 92 674 | 92 737 | 92 802 | 92 866 | 92 930 | 92 993 |  |  |
| 15                   | 92 458   | 92 522 | 92 586 | 92 651 | 92 715 | 92 779 | 92 842 |  |  |
| 16                   | 92 307   | 92 371 | 92 435 | 92 500 | 92 564 | 92 628 | 92 691 |  |  |
| 17                   | 92 156   | 92 221 | 92 285 | 92 349 | 92 413 | 92 478 | 92 541 |  |  |
| 18                   | 92 006   | 92 071 | 92 135 | 92 199 | 92 263 | 92 327 | 92 391 |  |  |
| 19                   | 91 857   | 91 922 | 91 986 | 92 050 | 92 114 | 92 178 | 92 242 |  |  |
| 20                   | 91 708   | 91 773 | 91 837 | 91 901 | 91 965 | 92 029 | 92 093 | 148<br>1 14,8<br>2 29,6<br>3 44,4<br>4 59,2<br>5 74,0<br>6 88,8<br>7 103,6<br>8 118,4<br>9 133,2 |  |
| 21                   | 91 560   | 91 625 | 91 689 | 91 753 | 91 817 | 91 881 | 91 945 |  |  |
| 22                   | 91 412   | 91 477 | 91 541 | 91 605 | 91 669 | 91 733 | 91 797 |  |  |
| 23                   | 91 265   | 91 330 | 91 394 | 91 458 | 91 522 | 91 586 | 91 650 |  |  |
| 24                   | 91 118   | 91 183 | 91 247 | 91 311 | 91 375 | 91 439 | 91 503 |  |  |
| 25                   | 90 972   | 91 037 | 91 101 | 91 165 | 91 229 | 91 293 | 91 357 |  |  |
| 26                   | 90 826   | 90 891 | 90 955 | 91 019 | 91 083 | 91 147 | 91 211 |  |  |
| 27                   | 90 681   | 90 746 | 90 810 | 90 874 | 90 938 | 91 002 | 91 066 |  |  |
| 28                   | 90 536   | 90 601 | 90 665 | 90 729 | 90 793 | 90 857 | 90 911 |  |  |
| 29                   | 90 392   | 90 457 | 90 521 | 90 585 | 90 649 | 90 713 | 90 777 |  |  |
| 30                   | 90 249   | 90 313 | 90 378 | 90 442 | 90 506 | 90 570 | 90 634 | 142<br>1 14,2<br>2 28,4<br>3 42,6<br>4 56,8<br>5 71,0<br>6 85,2<br>7 99,4<br>8 113,2<br>9 127,8  |  |
| 31                   | 90 106   | 90 170 | 90 235 | 90 299 | 90 363 | 90 427 | 90 491 |  |  |
| 32                   | 89 963   | 90 027 | 90 092 | 90 156 | 90 220 | 90 284 | 90 348 |  |  |
| 33                   | 89 821   | 89 885 | 89 950 | 90 014 | 90 078 | 90 142 | 90 206 |  |  |
| 34                   | 89 679   | 89 743 | 89 808 | 89 872 | 89 936 | 90 000 | 90 064 |  |  |

| Температура<br>°С | Исправленное показание барометра $P_0$ , мм рт. ст. |     |     |     |     |     |     | Пропорциональные части |
|-------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------|
|                   | 681   | 682 | 683 | 684 | 685 | 686 | 687 |                        |

Логарифм множителя  $F$

|    |        |        |        |        |        |        |        |          |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| 5  | 94 444 | 94 507 | 94 571 | 94 634 | 94 698 | 94 761 | 94 825 |          |
| 6  | 94 288 | 94 351 | 94 415 | 94 478 | 94 544 | 94 605 | 94 669 |          |
| 7  | 94 132 | 94 195 | 94 259 | 94 323 | 94 387 | 94 449 | 94 513 |          |
| 8  | 93 977 | 94 040 | 94 104 | 94 168 | 94 232 | 94 294 | 94 358 |          |
| 9  | 93 822 | 93 886 | 93 950 | 94 013 | 94 077 | 94 140 | 94 203 |          |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 63       |
| 10 | 93 668 | 93 732 | 93 796 | 93 859 | 93 923 | 93 986 | 94 049 | 1 6,3    |
| 11 | 93 515 | 93 578 | 93 644 | 93 705 | 93 769 | 93 832 | 93 896 | 2 12,6   |
| 12 | 93 362 | 93 425 | 93 489 | 93 552 | 93 616 | 93 679 | 93 743 | 3 18,9   |
| 13 | 93 209 | 93 273 | 93 337 | 93 400 | 93 464 | 93 527 | 93 590 | 4 25,2   |
| 14 | 93 057 | 93 121 | 93 185 | 93 248 | 93 312 | 93 375 | 93 438 | 5 31,5   |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6        |
| 15 | 92 906 | 92 970 | 93 034 | 93 097 | 93 161 | 93 224 | 93 287 | 7 37,8   |
| 16 | 92 755 | 92 819 | 92 883 | 92 946 | 93 010 | 93 073 | 93 136 | 8 44,1   |
| 17 | 92 605 | 92 669 | 92 733 | 92 796 | 92 860 | 92 923 | 92 986 | 9 50,4   |
| 18 | 92 455 | 92 519 | 92 583 | 92 646 | 92 710 | 92 773 | 92 836 | 10 56,7  |
| 19 | 92 306 | 92 370 | 92 434 | 92 497 | 92 561 | 92 624 | 92 687 |          |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 151      |
| 20 | 92 157 | 92 221 | 92 285 | 92 348 | 92 412 | 92 475 | 92 538 | 1 15,1   |
| 21 | 92 009 | 92 073 | 92 137 | 92 200 | 92 264 | 92 327 | 92 390 | 2 30,2   |
| 22 | 91 861 | 91 925 | 91 989 | 92 052 | 92 116 | 92 179 | 92 242 | 3 45,3   |
| 23 | 91 714 | 91 778 | 91 842 | 91 905 | 91 969 | 92 032 | 92 095 | 4 60,4   |
| 24 | 91 567 | 91 631 | 91 695 | 91 758 | 91 822 | 91 885 | 91 948 | 5 75,5   |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6        |
| 25 | 91 421 | 91 485 | 91 549 | 91 612 | 91 676 | 91 739 | 91 802 | 7 90,6   |
| 26 | 91 275 | 91 339 | 91 403 | 91 466 | 91 530 | 91 593 | 91 656 | 8 105,7  |
| 27 | 91 130 | 91 194 | 91 258 | 91 321 | 91 385 | 91 448 | 91 511 | 9 120,8  |
| 28 | 90 975 | 91 049 | 91 113 | 91 176 | 91 240 | 91 303 | 91 366 | 10 135,9 |
| 29 | 90 841 | 90 905 | 90 969 | 91 032 | 91 096 | 91 159 | 91 222 |          |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 145      |
| 30 | 90 698 | 90 761 | 90 825 | 90 889 | 90 952 | 91 015 | 91 079 | 1 14,5   |
| 31 | 90 555 | 90 618 | 90 682 | 90 746 | 90 809 | 90 872 | 90 936 | 2 29,0   |
| 32 | 90 412 | 90 475 | 90 539 | 90 603 | 90 666 | 90 729 | 90 793 | 3 43,5   |
| 33 | 90 270 | 90 333 | 90 397 | 90 461 | 90 524 | 90 587 | 90 651 | 4 58,0   |
| 34 | 90 128 | 90 191 | 90 255 | 90 319 | 90 382 | 90 445 | 90 509 | 5 72,5   |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6        |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 7 87,0   |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 7 101,5  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 8 116,0  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 9 130,5  |

| Температура<br>°C      | Исправленное показание барометра $P_0$ , мм рт. ст. |        |        |        |        |        |        | Пропорциональные части   |
|------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
|                        | 688   | 689    | 690    | 691    | 692    | 693    | 694    |  |
| Логарифм множителя $F$ |   |        |        |        |        |        |        |  |
| 5                      | 94 888  | 94 951 | 95 014 | 95 077 | 95 139 | 95 202 | 95 265 | 63<br>1<br>2 6,3<br>3 12,6<br>4 18,9<br>5 25,2<br>6 31,5<br>7 37,8<br>8 44,1<br>9 50,4<br>56,7   |
| 6                      | 94 732  | 94 795 | 94 858 | 94 921 | 94 983 | 95 046 | 95 109 |  |
| 7                      | 94 576  | 94 639 | 94 702 | 94 765 | 94 828 | 94 891 | 94 953 |  |
| 8                      | 94 421  | 94 484 | 94 547 | 94 610 | 94 673 | 94 736 | 94 798 |  |
| 9                      | 94 266  | 94 329 | 94 392 | 94 455 | 94 518 | 94 581 | 94 643 |  |
| 10                     | 94 112  | 94 175 | 94 238 | 94 301 | 94 364 | 94 427 | 94 489 |  |
| 11                     | 93 959  | 94 022 | 94 085 | 94 148 | 94 210 | 94 273 | 94 336 |  |
| 12                     | 93 806  | 93 869 | 93 932 | 93 995 | 94 057 | 94 120 | 94 183 |  |
| 13                     | 93 653  | 93 719 | 93 779 | 93 842 | 93 905 | 93 968 | 94 030 |  |
| 14                     | 93 501  | 93 564 | 93 627 | 93 690 | 93 753 | 93 816 | 93 878 |  |
| 15                     | 93 350  | 93 413 | 93 476 | 93 539 | 93 602 | 93 665 | 93 727 | 154<br>1 15,4<br>2 30,8<br>3 46,2<br>4 61,6<br>5 77,0<br>6 92,4<br>7 107,6<br>8 123,2<br>9 138,6 |
| 16                     | 93 199  | 93 262 | 93 325 | 93 389 | 93 451 | 93 514 | 93 576 |  |
| 17                     | 93 049  | 93 112 | 93 175 | 93 228 | 93 301 | 93 364 | 93 426 |  |
| 18                     | 92 899  | 92 962 | 93 025 | 93 088 | 93 151 | 93 214 | 93 276 |  |
| 19                     | 92 750  | 92 813 | 92 876 | 92 939 | 93 002 | 93 065 | 93 127 |  |
| 20                     | 92 601  | 92 664 | 92 727 | 92 790 | 92 853 | 92 916 | 92 979 |  |
| 21                     | 92 453  | 92 516 | 92 579 | 92 642 | 92 705 | 92 768 | 92 830 |  |
| 22                     | 92 305  | 92 368 | 92 431 | 92 494 | 92 557 | 92 620 | 92 682 |  |
| 23                     | 92 158  | 92 221 | 92 284 | 92 347 | 92 410 | 92 473 | 92 535 |  |
| 24                     | 92 011  | 92 074 | 92 137 | 92 200 | 92 263 | 92 326 | 92 388 |  |
| 25                     | 91 865  | 91 928 | 91 991 | 92 054 | 92 117 | 92 180 | 92 242 | 148<br>1 14,8<br>2 29,6<br>3 44,4<br>4 59,2<br>5 74,0<br>6 88,8<br>7 101,6<br>8 118,5<br>9 133,2 |
| 26                     | 91 719  | 91 782 | 91 845 | 91 908 | 91 971 | 92 034 | 92 096 |  |
| 27                     | 91 574  | 91 637 | 91 700 | 91 763 | 91 826 | 91 889 | 91 951 |  |
| 28                     | 91 429  | 91 492 | 91 555 | 91 618 | 91 681 | 91 744 | 91 806 |  |
| 29                     | 91 285  | 91 348 | 91 411 | 91 474 | 91 537 | 91 600 | 91 662 |  |
| 30                     | 91 142  | 91 205 | 91 268 | 91 331 | 91 394 | 91 456 | 91 519 |  |
| 31                     | 90 999  | 91 061 | 91 125 | 91 188 | 91 251 | 91 313 | 91 376 |  |
| 32                     | 90 856  | 90 919 | 90 982 | 91 045 | 91 108 | 91 170 | 91 233 |  |
| 33                     | 90 714  | 90 777 | 90 840 | 90 903 | 90 966 | 91 028 | 91 091 |  |
| 34                     | 90 572  | 90 635 | 90 698 | 90 761 | 90 824 | 90 886 | 90 949 |  |
| 35                     |   |        |        |        |        |        |        | 142<br>1 14,2<br>2 28,4<br>3 42,6<br>4 56,8<br>5 71,0<br>6 85,2<br>7 99,4<br>8 113,6<br>9 127,8  |

| Температура<br>°C | Исправленное показание барометра $P_0$ , мм рт. ст. |     |     |     |     |     |     | Пропорциональные части |
|-------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------|
|                   | 695   | 696 | 697 | 698 | 699 | 700 | 701 |                        |

Логарифм множителя  $F$

|    |        |        |        |        |        |        |        |          |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| 5  | 95 328 | 95 390 | 95 452 | 95 514 | 95 577 | 95 639 | 95 701 |          |
| 6  | 95 172 | 95 234 | 95 296 | 95 358 | 95 421 | 95 483 | 95 545 |          |
| 7  | 95 015 | 95 078 | 95 140 | 95 203 | 95 265 | 95 327 | 95 389 |          |
| 8  | 94 861 | 94 923 | 94 986 | 95 048 | 95 110 | 95 172 | 95 234 |          |
| 9  | 94 706 | 94 768 | 94 831 | 94 893 | 94 955 | 95 017 | 95 079 |          |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 62       |
| 10 | 94 552 | 94 614 | 94 677 | 94 739 | 94 801 | 94 863 | 94 925 | 1 6,2    |
| 11 | 94 399 | 94 461 | 94 524 | 94 585 | 94 648 | 94 710 | 94 772 | 2 12,4   |
| 12 | 94 246 | 94 308 | 94 370 | 94 432 | 94 495 | 94 557 | 94 619 | 3 18,6   |
| 13 | 94 093 | 94 155 | 94 218 | 94 280 | 94 342 | 94 404 | 94 466 | 4 24,8   |
| 14 | 93 941 | 94 003 | 94 066 | 94 128 | 94 190 | 94 252 | 94 314 | 5 31,0   |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6        |
| 15 | 93 790 | 93 852 | 93 915 | 93 977 | 94 039 | 94 101 | 94 163 | 7 37,2   |
| 16 | 93 639 | 93 701 | 93 764 | 93 826 | 93 888 | 93 950 | 94 012 | 8 43,4   |
| 17 | 93 489 | 93 551 | 93 614 | 93 676 | 93 738 | 93 800 | 93 862 | 9 49,6   |
| 18 | 93 339 | 93 401 | 93 464 | 93 526 | 93 588 | 93 650 | 93 712 | 10 55,8  |
| 19 | 93 190 | 93 252 | 93 315 | 93 377 | 93 439 | 93 501 | 93 563 |          |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 151      |
| 20 | 93 041 | 93 103 | 93 166 | 93 228 | 93 290 | 93 352 | 93 414 | 1 15,1   |
| 21 | 92 893 | 92 955 | 93 018 | 93 080 | 93 142 | 93 204 | 93 266 | 2 30,2   |
| 22 | 92 745 | 92 807 | 92 870 | 92 932 | 92 994 | 93 056 | 93 118 | 3 45,3   |
| 23 | 92 598 | 92 660 | 92 723 | 92 785 | 92 847 | 92 909 | 92 975 | 4 60,4   |
| 24 | 92 451 | 92 513 | 92 576 | 92 638 | 92 700 | 92 762 | 92 824 | 5 75,5   |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6        |
| 25 | 92 305 | 92 367 | 92 430 | 92 492 | 92 554 | 92 616 | 92 678 | 7 90,6   |
| 26 | 92 159 | 92 221 | 92 284 | 92 346 | 92 408 | 92 470 | 92 532 | 8 105,4  |
| 27 | 92 014 | 92 076 | 92 139 | 92 201 | 92 263 | 92 325 | 92 387 | 9 120,8  |
| 28 | 91 869 | 91 931 | 91 994 | 92 056 | 92 118 | 92 180 | 92 242 | 10 135,9 |
| 29 | 91 725 | 91 787 | 91 850 | 91 912 | 91 974 | 92 036 | 92 098 |          |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 145      |
| 30 | 91 581 | 91 644 | 91 706 | 91 769 | 91 831 | 91 893 | 91 955 | 1 14,5   |
| 31 | 91 438 | 91 501 | 91 563 | 91 626 | 91 688 | 91 750 | 91 812 | 2 29,0   |
| 32 | 91 295 | 91 358 | 91 420 | 91 483 | 91 545 | 91 607 | 91 669 | 3 43,5   |
| 33 | 91 153 | 91 216 | 91 278 | 91 341 | 91 403 | 91 465 | 91 527 | 4 58,0   |
| 34 | 91 011 | 91 074 | 91 136 | 91 199 | 91 261 | 91 323 | 91 385 | 5 72,5   |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6        |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 7 87,0   |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 8 101,0  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 9 116,0  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 10 130,5 |

| Температура<br>°С | Исправленное показание барометра $P_0$ , мм рт. ст. |     |     |     |     |     |     | Пропорциональные части |
|-------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------|
|                   | 702   | 703 | 704 | 705 | 706 | 707 | 708 |                        |

Логарифм множителя  $F$

|    |        |        |        |        |        |        |        |   |       |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|-------|
| 5  | 95 763 | 95 825 | 95 886 | 95 948 | 96 009 | 96 071 | 96 132 |   |       |
| 6  | 95 606 | 95 668 | 95 730 | 95 792 | 95 859 | 95 915 | 95 976 |   |       |
| 7  | 95 451 | 95 513 | 95 574 | 95 636 | 95 698 | 95 759 | 95 820 |   | 62    |
| 8  | 95 296 | 95 358 | 95 419 | 95 481 | 95 543 | 95 604 | 95 665 | 1 | 6,2   |
| 9  | 95 141 | 95 203 | 95 265 | 95 327 | 95 388 | 95 450 | 95 511 | 2 | 12,4  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 3 | 18,6  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 4 | 24,8  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 5 | 31,0  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6 | 37,2  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 7 | 43,4  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 8 | 49,6  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 9 | 55,8  |
| 10 | 94 987 | 95 049 | 95 111 | 95 173 | 95 234 | 95 296 | 95 357 |   |       |
| 11 | 94 834 | 94 896 | 94 957 | 95 019 | 95 080 | 95 142 | 95 203 |   |       |
| 12 | 94 681 | 94 743 | 94 804 | 94 866 | 94 927 | 94 989 | 95 050 |   |       |
| 13 | 94 528 | 94 590 | 94 652 | 94 718 | 94 775 | 94 837 | 94 898 |   |       |
| 14 | 94 376 | 94 438 | 94 500 | 94 562 | 94 623 | 94 685 | 94 746 |   | 154   |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 1 | 15,4  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 2 | 30,8  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 3 | 46,2  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 4 | 61,6  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 5 | 77,0  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6 | 92,4  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 7 | 107,8 |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 8 | 123,2 |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 9 | 138,6 |
| 15 | 94 225 | 94 287 | 94 349 | 94 411 | 94 472 | 94 534 | 94 595 |   |       |
| 16 | 94 074 | 94 136 | 94 198 | 94 260 | 94 321 | 94 383 | 94 444 |   |       |
| 17 | 93 924 | 93 986 | 94 048 | 94 110 | 94 171 | 94 233 | 94 294 |   |       |
| 18 | 93 774 | 93 836 | 93 898 | 93 960 | 94 021 | 94 083 | 94 144 |   |       |
| 19 | 93 625 | 93 687 | 93 749 | 93 811 | 93 872 | 93 934 | 93 995 |   |       |
| 20 | 93 476 | 93 538 | 93 600 | 93 662 | 93 723 | 93 785 | 93 846 |   | 148   |
| 21 | 93 328 | 93 390 | 93 452 | 93 514 | 93 575 | 93 637 | 93 698 | 1 | 14,8  |
| 22 | 93 180 | 93 242 | 93 304 | 93 366 | 93 427 | 93 489 | 93 550 | 2 | 29,6  |
| 23 | 93 033 | 93 095 | 93 157 | 93 219 | 93 280 | 93 342 | 93 403 | 3 | 44,4  |
| 24 | 92 886 | 92 948 | 93 010 | 93 072 | 93 133 | 93 195 | 93 256 | 4 | 59,2  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 5 | 74,0  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6 | 88,8  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 7 | 103,6 |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 8 | 118,4 |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 9 | 133,2 |
| 25 | 92 740 | 92 802 | 92 864 | 92 926 | 92 987 | 93 049 | 93 110 |   |       |
| 26 | 92 594 | 92 656 | 92 718 | 92 780 | 92 841 | 92 903 | 92 964 |   |       |
| 27 | 92 449 | 92 511 | 92 573 | 92 635 | 92 696 | 92 759 | 92 819 |   |       |
| 28 | 92 304 | 92 366 | 92 428 | 92 490 | 92 551 | 92 613 | 92 674 |   |       |
| 29 | 92 160 | 92 222 | 92 284 | 92 346 | 92 407 | 92 469 | 92 530 |   | 142   |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 1 | 14,2  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 2 | 28,4  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 3 | 42,6  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 4 | 56,8  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 5 | 71,0  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6 | 85,2  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 7 | 99,4  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 8 | 113,6 |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 9 | 127,8 |
| 30 | 92 017 | 92 079 | 92 140 | 92 202 | 92 263 | 92 325 | 92 386 |   |       |
| 31 | 91 874 | 91 936 | 91 997 | 92 059 | 92 120 | 92 182 | 92 243 |   |       |
| 32 | 91 731 | 91 793 | 91 854 | 91 916 | 91 977 | 92 039 | 92 100 |   |       |
| 33 | 91 589 | 91 651 | 91 712 | 91 774 | 91 835 | 91 897 | 91 958 |   |       |
| 34 | 91 447 | 91 509 | 91 570 | 91 632 | 91 693 | 91 755 | 91 816 |   |       |

| Температура<br>°С | Исправленное показание барометра $P_0$ , мм рт. ст. |     |     |     |     |     |     | Пропорциональные части, |
|-------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|
|                   | 709   | 710 | 711 | 712 | 713 | 714 | 715 |                         |

Логарифм множителя  $F$

|            |        |        |        |        |        |        |        |           |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| 5          | 96 194 | 96 255 | 96 316 | 96 377 | 96 438 | 96 499 | 96 560 |           |
| 6          | 96 038 | 96 099 | 96 160 | 96 221 | 96 282 | 96 343 | 96 404 |           |
| 7          | 95 882 | 95 943 | 96 004 | 96 065 | 96 126 | 96 187 | 96 248 |           |
| 8          | 95 727 | 95 788 | 95 849 | 95 910 | 95 971 | 96 032 | 96 093 |           |
| 9          | 95 572 | 95 633 | 95 694 | 95 755 | 95 816 | 95 877 | 95 938 |           |
| <b>61</b>  |        |        |        |        |        |        |        |           |
| 10         | 95 418 | 95 479 | 95 540 | 95 601 | 95 662 | 95 723 | 95 784 | 1   6,1   |
| 11         | 95 265 | 95 326 | 95 387 | 95 448 | 95 509 | 95 570 | 95 631 | 2   12,2  |
| 12         | 95 112 | 95 173 | 95 234 | 95 295 | 95 356 | 95 417 | 95 478 | 3   18,3  |
| 13         | 94 959 | 95 020 | 95 082 | 95 143 | 95 204 | 95 264 | 95 325 | 4   24,4  |
| 14         | 94 807 | 94 868 | 94 930 | 94 991 | 95 052 | 95 112 | 95 173 | 5   30,5  |
| <b>151</b> |        |        |        |        |        |        |        |           |
| 15         | 94 656 | 94 717 | 94 778 | 94 839 | 94 900 | 94 961 | 95 022 | 6   36,6  |
| 16         | 94 505 | 94 566 | 94 627 | 94 688 | 94 749 | 94 810 | 94 871 | 7   42,7  |
| 17         | 94 355 | 94 416 | 94 478 | 94 538 | 94 599 | 94 660 | 94 721 | 8   48,8  |
| 18         | 94 205 | 94 266 | 94 327 | 94 388 | 94 449 | 94 510 | 94 571 | 9   54,9  |
| 19         | 94 056 | 94 117 | 94 178 | 94 239 | 94 300 | 94 361 | 94 422 |           |
| <b>145</b> |        |        |        |        |        |        |        |           |
| 20         | 93 907 | 93 968 | 94 029 | 94 090 | 94 151 | 94 212 | 94 273 | 1   15,1  |
| 21         | 93 759 | 93 820 | 93 881 | 93 942 | 94 003 | 94 064 | 94 125 | 2   30,2  |
| 22         | 93 611 | 93 672 | 93 734 | 93 795 | 93 856 | 93 916 | 93 977 | 3   45,3  |
| 23         | 93 464 | 93 525 | 93 586 | 93 648 | 93 709 | 93 769 | 93 830 | 4   60,4  |
| 24         | 93 317 | 93 378 | 93 440 | 93 501 | 93 562 | 93 622 | 93 683 | 5   75,5  |
| <b>145</b> |        |        |        |        |        |        |        |           |
| 25         | 93 171 | 93 232 | 93 294 | 93 355 | 93 416 | 93 476 | 93 537 | 6   90,6  |
| 26         | 93 025 | 93 086 | 93 148 | 93 209 | 93 270 | 93 330 | 93 391 | 7   105,7 |
| 27         | 92 880 | 92 941 | 93 003 | 93 064 | 93 125 | 93 185 | 93 246 | 8   120,8 |
| 28         | 92 735 | 92 796 | 92 858 | 92 919 | 92 980 | 93 040 | 93 101 | 9   135,9 |
| 29         | 92 591 | 92 652 | 92 713 | 92 774 | 92 835 | 92 896 | 92 957 |           |
| <b>145</b> |        |        |        |        |        |        |        |           |
| 30         | 92 448 | 92 509 | 92 570 | 92 631 | 92 692 | 92 753 | 92 814 | 1   14,5  |
| 31         | 92 305 | 92 366 | 92 427 | 92 488 | 92 549 | 92 610 | 92 671 | 2   29,0  |
| 32         | 92 162 | 92 223 | 92 284 | 92 345 | 92 406 | 92 467 | 92 528 | 3   43,5  |
| 33         | 92 020 | 92 081 | 92 142 | 92 203 | 92 264 | 92 325 | 92 386 | 4   58,0  |
| 34         | 91 878 | 91 939 | 92 000 | 92 061 | 92 122 | 92 183 | 92 244 | 5   72,5  |
| <b>145</b> |        |        |        |        |        |        |        |           |
| 6   87,0   |        |        |        |        |        |        |        |           |
| 7   101,5  |        |        |        |        |        |        |        |           |
| 8   116,0  |        |        |        |        |        |        |        |           |
| 9   130,5  |        |        |        |        |        |        |        |           |

| Температура<br>°С      | Исправленное показание барометра $F_0$ , мм рт. ст. |        |        |        |        |        |        | Пропорциональные части   |
|------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
|                        | 716   | 717    | 718    | 719    | 720    | 721    | 722    |  |
| Логарифм множителя $F$ |   |        |        |        |        |        |        |  |
| 5                      | 96 620  | 96 680 | 96 741 | 96 802 | 96 862 | 96 922 | 96 983 | 61<br>1 6,1<br>2 12,2<br>3 18,3<br>4 24,4<br>5 30,5<br>6 36,6<br>7 42,7<br>8 48,8<br>9 54,9      |
| 6                      | 96 464  | 96 525 | 96 585 | 96 646 | 96 706 | 96 767 | 96 827 |  |
| 7                      | 96 308  | 96 369 | 96 429 | 96 490 | 96 500 | 96 611 | 96 671 |  |
| 8                      | 96 153  | 96 214 | 96 274 | 96 335 | 96 395 | 96 456 | 96 516 |  |
| 9                      | 95 999  | 96 060 | 96 120 | 96 181 | 96 241 | 96 301 | 96 361 |  |
| 10                     | 95 845  | 95 906 | 95 966 | 96 027 | 96 087 | 96 147 | 96 207 |  |
| 11                     | 95 691  | 95 752 | 95 812 | 95 873 | 95 933 | 95 994 | 96 054 |  |
| 12                     | 95 538  | 95 599 | 95 659 | 95 720 | 95 780 | 95 841 | 95 901 |  |
| 13                     | 95 386  | 95 447 | 95 507 | 95 568 | 95 628 | 95 688 | 95 748 |  |
| 14                     | 95 234  | 95 295 | 95 355 | 95 416 | 95 476 | 95 536 | 95 596 |  |
| 15                     | 95 083  | 95 144 | 95 204 | 95 265 | 95 325 | 95 385 | 95 445 | 154<br>1 15,4<br>2 30,8<br>3 46,2<br>4 61,6<br>5 77,0<br>6 92,4<br>7 107,8<br>8 123,2<br>9 138,6 |
| 16                     | 94 932  | 94 993 | 95 053 | 95 114 | 95 174 | 95 234 | 95 294 |  |
| 17                     | 94 782  | 94 843 | 94 903 | 94 964 | 95 024 | 95 084 | 95 144 |  |
| 18                     | 94 632  | 94 693 | 94 753 | 94 814 | 94 874 | 94 934 | 94 994 |  |
| 19                     | 94 483  | 94 544 | 94 604 | 94 665 | 94 725 | 94 785 | 94 845 |  |
| 20                     | 94 334  | 94 395 | 94 455 | 94 516 | 94 576 | 94 636 | 94 696 |  |
| 21                     | 94 186  | 94 247 | 94 307 | 94 368 | 94 428 | 94 488 | 94 548 |  |
| 22                     | 94 038  | 94 099 | 94 159 | 94 220 | 94 280 | 94 340 | 94 400 |  |
| 23                     | 93 891  | 93 952 | 94 012 | 94 073 | 94 133 | 94 193 | 94 253 |  |
| 24                     | 93 744  | 93 805 | 93 865 | 93 926 | 93 986 | 94 046 | 94 106 |  |
| 25                     | 93 598  | 93 659 | 93 719 | 93 780 | 93 840 | 93 900 | 93 960 | 148<br>1 14,8<br>2 29,6<br>3 44,4<br>4 59,2<br>5 74,0<br>6 88,8<br>7 103,6<br>8 118,4<br>9 133,2 |
| 26                     | 93 452  | 93 513 | 93 573 | 93 634 | 93 694 | 93 754 | 93 814 |  |
| 27                     | 93 307  | 93 368 | 93 428 | 93 489 | 93 549 | 93 609 | 93 669 |  |
| 28                     | 93 162  | 93 223 | 93 288 | 93 344 | 93 404 | 93 464 | 93 524 |  |
| 29                     | 93 018  | 93 079 | 93 139 | 93 199 | 93 259 | 93 320 | 93 380 |  |
| 30                     | 92 874  | 92 935 | 92 995 | 93 056 | 93 116 | 93 177 | 93 237 |  |
| 31                     | 92 731  | 92 792 | 92 852 | 92 913 | 92 973 | 93 034 | 93 094 |  |
| 32                     | 92 588  | 92 649 | 92 709 | 92 770 | 92 830 | 92 891 | 92 951 |  |
| 33                     | 92 446  | 92 507 | 92 567 | 92 628 | 92 688 | 92 749 | 92 809 |  |
| 34                     | 92 304  | 92 365 | 92 425 | 92 486 | 92 546 | 92 607 | 92 667 |  |
|                        |   |        |        |        |        |        |        | 142<br>1 14,2<br>2 28,4<br>3 42,6<br>4 56,8<br>5 71,0<br>6 85,2<br>7 99,4<br>8 113,6<br>9 127,8  |

| Температура<br>°C      | Исправленное показание барометра $P_0$ , мм рт. ст. |        |        |        |        |        |        | Пропорциональные части |
|------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------------|
|                        | 723   | 724    | 725    | 726    | 727    | 728    | 729    |                        |
| Логарифм множителя $F$ |   |        |        |        |        |        |        |                        |
| 5                      | 97 043  | 97 103 | 97 163 | 97 223 | 97 283 | 97 342 | 97 402 |                        |
| 6                      | 96 887  | 96 947 | 97 007 | 97 067 | 97 127 | 97 186 | 97 246 |                        |
| 7                      | 96 731  | 96 791 | 96 851 | 96 911 | 96 971 | 97 030 | 97 090 |                        |
| 8                      | 96 576  | 96 636 | 96 696 | 96 756 | 96 816 | 96 875 | 96 935 |                        |
| 9                      | 96 421  | 96 481 | 96 541 | 96 601 | 96 661 | 96 721 | 96 781 |                        |
| 10                     | 96 267  | 96 327 | 96 387 | 96 447 | 96 507 | 96 567 | 96 637 | 60                     |
| 11                     | 96 114  | 96 174 | 96 234 | 96 294 | 96 354 | 96 413 | 96 473 | 1                      |
| 12                     | 95 961  | 96 021 | 96 081 | 96 141 | 96 201 | 96 260 | 96 320 | 2                      |
| 13                     | 95 808  | 95 868 | 95 928 | 95 988 | 96 048 | 96 108 | 96 168 | 3                      |
| 14                     | 95 656  | 95 716 | 95 776 | 95 836 | 95 896 | 95 956 | 96 016 | 4                      |
| 15                     | 95 505  | 95 565 | 95 625 | 95 685 | 95 745 | 95 805 | 95 865 | 5                      |
| 16                     | 95 354  | 95 414 | 95 474 | 95 534 | 95 594 | 95 654 | 95 714 | 6                      |
| 17                     | 95 204  | 95 264 | 95 324 | 95 384 | 95 444 | 95 514 | 95 564 | 7                      |
| 18                     | 95 054  | 95 114 | 95 174 | 95 234 | 95 294 | 95 354 | 95 414 | 8                      |
| 19                     | 94 905  | 94 965 | 95 025 | 95 085 | 95 145 | 95 205 | 95 265 | 9                      |
| 20                     | 94 756  | 94 816 | 94 876 | 94 936 | 94 996 | 95 056 | 95 116 | 145                    |
| 21                     | 94 608  | 94 668 | 94 728 | 94 788 | 94 848 | 94 908 | 94 968 | 1                      |
| 22                     | 94 460  | 94 520 | 94 580 | 94 640 | 94 700 | 94 760 | 94 820 | 2                      |
| 23                     | 94 313  | 94 373 | 94 433 | 94 493 | 94 553 | 94 613 | 94 673 | 3                      |
| 24                     | 94 166  | 94 226 | 94 286 | 94 346 | 94 406 | 94 466 | 94 526 | 4                      |
| 25                     | 94 020  | 94 080 | 94 140 | 94 200 | 94 260 | 94 320 | 94 380 | 5                      |
| 26                     | 93 874  | 93 934 | 93 994 | 94 054 | 94 114 | 94 174 | 94 234 | 6                      |
| 27                     | 93 729  | 93 789 | 93 849 | 93 909 | 93 969 | 94 029 | 94 089 | 7                      |
| 28                     | 93 584  | 94 644 | 93 704 | 93 764 | 93 824 | 93 885 | 93 944 | 8                      |
| 29                     | 93 440  | 93 500 | 93 569 | 93 620 | 93 680 | 93 740 | 93 800 | 9                      |
| 30                     | 93 297  | 93 357 | 93 417 | 93 477 | 93 536 | 93 596 | 93 656 |                        |
| 31                     | 93 154  | 93 214 | 93 274 | 93 334 | 93 393 | 93 453 | 93 513 |                        |
| 32                     | 93 011  | 93 071 | 93 131 | 93 191 | 93 250 | 93 310 | 93 370 |                        |
| 33                     | 92 869  | 92 929 | 92 989 | 93 049 | 93 108 | 93 168 | 93 228 |                        |
| 34                     | 92 727  | 92 787 | 92 847 | 92 907 | 92 966 | 93 026 | 93 086 |                        |

\*

| Температура<br>°C                        | Исправленное показание барометра $P_0$ , мм рт. ст. |        |        |        |        |        |        | Пропорциональные части  |
|--|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
|  | 730   | 731    | 732    | 733    | 734    | 735    | 736    |   |
| <b>Логарифм множителя <math>F</math></b> |   |        |        |        |        |        |        |   |
| 5  | 97 461  | 97 521 | 97 580 | 97 640 | 97 699 | 97 758 | 97 817 | 59<br>1<br>5,9<br>2<br>11,8<br>3<br>17,7<br>4<br>23,6<br>5<br>29,5<br>6<br>35,4<br>7<br>41,3<br>8<br>47,2<br>9<br>53,1      |
| 6  | 97 305  | 97 365 | 97 424 | 97 484 | 97 543 | 97 602 | 97 661 |   |
| 7  | 97 149  | 97 209 | 97 268 | 97 328 | 97 387 | 97 446 | 97 505 |   |
| 8  | 96 994  | 97 054 | 97 113 | 97 173 | 97 232 | 97 291 | 97 350 |   |
| 9  | 96 840  | 96 899 | 96 958 | 97 018 | 97 077 | 97 136 | 97 195 |   |
| 10                                       | 96 686  | 96 745 | 96 804 | 96 864 | 96 923 | 96 982 | 97 041 |   |
| 11                                       | 96 532  | 96 592 | 96 651 | 96 711 | 96 770 | 96 829 | 96 888 |   |
| 12                                       | 96 379  | 96 439 | 96 498 | 96 558 | 96 617 | 96 676 | 96 735 |   |
| 13                                       | 96 227  | 96 287 | 96 346 | 96 406 | 96 465 | 96 524 | 96 583 |   |
| 14                                       | 96 075  | 96 135 | 96 194 | 96 253 | 96 312 | 96 371 | 96 430 |   |
| 15                                       | 95 924  | 95 984 | 96 043 | 96 102 | 96 161 | 96 220 | 96 279 | 154<br>1<br>15,4<br>2<br>30,8<br>3<br>46,2<br>4<br>61,6<br>5<br>77,0<br>6<br>92,4<br>7<br>107,8<br>8<br>123,2<br>9<br>138,6 |
| 16                                       | 95 773  | 95 833 | 95 892 | 95 951 | 96 010 | 96 069 | 96 128 |   |
| 17                                       | 95 623  | 95 683 | 95 742 | 95 801 | 95 860 | 95 919 | 95 978 |   |
| 18                                       | 95 473  | 95 533 | 95 592 | 95 651 | 95 710 | 95 769 | 95 828 |   |
| 19                                       | 95 324  | 95 384 | 95 443 | 95 502 | 95 561 | 95 620 | 95 679 |   |
| 20                                       | 95 175  | 95 235 | 95 294 | 95 353 | 95 412 | 95 471 | 95 530 |   |
| 21                                       | 95 027  | 95 086 | 95 145 | 95 205 | 95 264 | 95 323 | 95 382 |   |
| 22                                       | 94 879  | 94 939 | 94 998 | 95 057 | 95 116 | 95 175 | 95 234 |   |
| 23                                       | 94 732  | 94 791 | 94 850 | 94 910 | 94 969 | 95 028 | 95 087 |   |
| 24                                       | 94 585  | 94 645 | 94 704 | 94 763 | 94 822 | 94 881 | 94 940 |   |
| 25                                       | 94 439  | 94 498 | 94 557 | 94 617 | 94 676 | 94 735 | 94 794 | 148<br>1<br>14,8<br>2<br>29,6<br>3<br>44,4<br>4<br>59,2<br>5<br>74,0<br>6<br>88,8<br>7<br>103,6<br>8<br>118,4<br>9<br>133,2 |
| 26                                       | 94 293  | 94 353 | 94 412 | 94 471 | 94 530 | 94 589 | 94 648 |   |
| 27                                       | 94 148  | 94 208 | 94 267 | 94 326 | 94 385 | 94 444 | 94 503 |   |
| 28                                       | 94 003  | 94 063 | 94 122 | 94 181 | 94 240 | 94 299 | 94 358 |   |
| 29                                       | 93 859  | 93 918 | 93 977 | 94 037 | 94 096 | 94 155 | 94 214 |   |
| 30                                       | 93 715  | 93 775 | 93 834 | 93 893 | 93 953 | 94 012 | 94 071 |   |
| 31                                       | 93 572  | 93 632 | 93 691 | 93 750 | 93 810 | 93 869 | 93 928 |   |
| 32                                       | 93 429  | 93 489 | 93 548 | 93 607 | 93 667 | 93 726 | 93 785 |   |
| 33                                       | 93 287  | 93 347 | 93 406 | 93 465 | 93 525 | 93 584 | 93 643 |   |
| 34                                       | 93 145  | 93 205 | 93 264 | 93 323 | 93 383 | 93 442 | 93 501 |   |

| Температура<br>°C | Исправленное показание барометра $P_0$ , мм рт. ст. |     |     |     |     |     |     | Пропорциональные части |
|-------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------|
|                   | 737   | 738 | 739 | 740 | 741 | 742 | 743 |                        |

Логарифм множителя  $F$ 

|    |        |        |        |        |        |        |        |           |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| 5  | 97 876 | 97 935 | 97 994 | 98 052 | 98 111 | 98 170 | 98 222 |           |
| 6  | 97 720 | 97 779 | 97 838 | 97 896 | 97 955 | 98 013 | 98 078 |           |
| 7  | 97 564 | 97 623 | 97 682 | 97 740 | 97 799 | 97 857 | 97 916 |           |
| 8  | 97 409 | 97 468 | 97 527 | 97 585 | 97 644 | 97 702 | 97 761 |           |
| 9  | 97 254 | 97 313 | 97 372 | 97 431 | 97 490 | 97 548 | 97 607 |           |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 59        |
| 10 | 97 100 | 97 159 | 97 218 | 97 277 | 97 336 | 97 394 | 97 453 | 1   5,9   |
| 11 | 96 947 | 97 006 | 97 065 | 97 123 | 97 182 | 97 240 | 97 299 | 2   11,8  |
| 12 | 96 794 | 96 853 | 96 912 | 96 970 | 97 029 | 97 087 | 97 146 | 3   17,7  |
| 13 | 96 642 | 96 701 | 96 760 | 96 818 | 96 877 | 96 935 | 96 994 | 4   23,6  |
| 14 | 96 489 | 96 548 | 96 607 | 96 666 | 96 725 | 96 783 | 96 842 | 5   29,5  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6   35,4  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 7   41,3  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 8   47,2  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 9   53,1  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 151       |
| 15 | 96 338 | 96 397 | 96 456 | 96 515 | 96 574 | 96 632 | 96 691 | 1   15,1  |
| 16 | 96 187 | 96 246 | 96 305 | 96 364 | 96 423 | 96 481 | 96 540 | 2   30,2  |
| 17 | 96 037 | 96 096 | 96 155 | 96 214 | 96 273 | 96 331 | 96 390 | 3   45,3  |
| 18 | 95 887 | 95 946 | 96 005 | 96 064 | 96 123 | 96 181 | 96 240 | 4   60,4  |
| 19 | 95 738 | 95 797 | 95 856 | 95 915 | 95 974 | 96 032 | 96 091 | 5   75,5  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6   90,6  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 7   105,7 |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 8   120,8 |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 9   135,9 |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 145       |
| 20 | 95 589 | 95 648 | 95 707 | 95 766 | 95 825 | 95 883 | 95 942 | 1   14,5  |
| 21 | 95 441 | 95 500 | 95 559 | 95 618 | 95 677 | 95 735 | 95 794 | 2   29,0  |
| 22 | 95 293 | 95 352 | 95 411 | 95 470 | 95 529 | 95 587 | 95 646 | 3   43,5  |
| 23 | 95 146 | 95 205 | 95 264 | 95 323 | 95 382 | 95 440 | 95 499 | 4   58,0  |
| 24 | 94 999 | 95 058 | 95 117 | 95 176 | 95 235 | 95 293 | 95 352 | 5   72,5  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6   87,0  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 7   101,5 |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 8   116,0 |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 9   130,5 |
| 25 | 94 753 | 94 912 | 94 971 | 95 030 | 95 089 | 95 147 | 95 206 | 1   14,5  |
| 26 | 94 707 | 94 766 | 94 825 | 94 884 | 94 943 | 95 001 | 95 060 | 2   29,0  |
| 27 | 94 562 | 94 621 | 94 680 | 94 739 | 94 798 | 94 856 | 94 915 | 3   43,5  |
| 28 | 94 417 | 94 476 | 94 535 | 94 594 | 94 653 | 94 711 | 94 770 | 4   58,0  |
| 29 | 94 273 | 94 332 | 94 391 | 94 449 | 94 508 | 94 567 | 94 626 | 5   72,5  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6   87,0  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 7   101,5 |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 8   116,0 |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 9   130,5 |
| 30 | 94 130 | 94 189 | 94 247 | 94 306 | 94 365 | 94 423 | 94 482 |           |
| 31 | 93 987 | 94 046 | 94 104 | 94 163 | 94 222 | 94 280 | 94 339 |           |
| 32 | 93 844 | 93 903 | 93 961 | 94 020 | 94 079 | 94 137 | 94 196 |           |
| 33 | 93 702 | 93 761 | 93 819 | 93 878 | 93 937 | 93 995 | 94 054 |           |
| 34 | 93 560 | 93 619 | 93 677 | 93 736 | 93 795 | 93 853 | 93 912 |           |

| Температура<br>°C      | Исправленное показание барометра $P_0$ , мм рт. ст. |        |        |        |        |        |        | Пропорциональные части   |
|------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
|                        | 744   | 745    | 746    | 747    | 748    | 749    | 750    |  |
| Логарифм множителя $F$ |   |        |        |        |        |        |        |  |
| 5                      | 98 286  | 98 345 | 98 403 | 98 461 | 98 519 | 98 577 | 98 635 | 58<br>1<br>2 5,8<br>3 11,6<br>4 17,4<br>5 23,2<br>6 29,0<br>7 34,8<br>8 40,6<br>9 46,4<br>52,5   |
| 6                      | 98 130  | 98 189 | 98 247 | 98 305 | 98 363 | 98 421 | 98 479 |  |
| 7                      | 97 974  | 98 033 | 98 091 | 98 149 | 98 207 | 98 265 | 98 323 |  |
| 8                      | 97 819  | 97 878 | 97 936 | 97 994 | 98 052 | 98 110 | 98 168 |  |
| 9                      | 97 665  | 97 724 | 97 781 | 97 839 | 97 898 | 97 956 | 98 013 |  |
| 10                     | 97 511  | 97 569 | 97 627 | 97 686 | 97 744 | 97 802 | 97 859 |  |
| 11                     | 97 357  | 97 416 | 97 474 | 97 532 | 97 590 | 97 648 | 97 706 |  |
| 12                     | 97 204  | 97 263 | 97 321 | 97 379 | 97 437 | 97 495 | 97 553 |  |
| 13                     | 97 052  | 97 110 | 97 168 | 97 227 | 97 285 | 97 343 | 97 401 |  |
| 14                     | 96 900  | 96 959 | 97 017 | 97 075 | 97 133 | 97 191 | 97 249 |  |
| 15                     | 96 749  | 96 807 | 96 865 | 96 924 | 96 982 | 97 040 | 97 098 | 154<br>1 15,4<br>2 30,8<br>3 46,2<br>4 61,6<br>5 77,0<br>6 92,7<br>7 107,0<br>8 128,2<br>9 138,6 |
| 16                     | 96 598  | 96 656 | 96 714 | 96 773 | 96 831 | 96 889 | 96 947 |  |
| 17                     | 96 448  | 96 506 | 96 564 | 96 622 | 96 680 | 96 738 | 96 796 |  |
| 18                     | 96 298  | 96 356 | 96 414 | 96 472 | 96 530 | 96 588 | 96 646 |  |
| 19                     | 96 149  | 96 207 | 96 265 | 96 323 | 96 381 | 96 439 | 96 497 |  |
| 20                     | 96 000  | 96 058 | 96 116 | 96 174 | 96 232 | 96 290 | 96 348 |  |
| 21                     | 95 852  | 95 910 | 95 968 | 96 026 | 96 084 | 96 142 | 96 200 |  |
| 22                     | 95 705  | 95 763 | 95 821 | 95 879 | 95 937 | 95 995 | 96 053 |  |
| 23                     | 95 558  | 95 616 | 95 674 | 95 732 | 95 790 | 95 848 | 95 906 |  |
| 24                     | 95 411  | 95 469 | 95 527 | 95 585 | 95 643 | 95 701 | 95 759 |  |
| 25                     | 95 264  | 95 322 | 95 380 | 95 439 | 95 497 | 95 555 | 95 613 | 148<br>1 14,8<br>2 29,6<br>3 44,4<br>4 59,2<br>5 74,0<br>6 88,8<br>7 103,6<br>8 118,4<br>9 133,2 |
| 26                     | 95 118  | 95 176 | 95 234 | 95 293 | 95 351 | 95 409 | 95 467 |  |
| 27                     | 94 973  | 95 031 | 95 089 | 95 148 | 95 206 | 95 264 | 95 322 |  |
| 28                     | 94 828  | 94 886 | 94 944 | 95 003 | 95 061 | 95 119 | 95 177 |  |
| 29                     | 94 684  | 94 742 | 94 800 | 94 858 | 94 916 | 94 974 | 95 032 |  |
| 30                     | 94 540  | 94 599 | 94 657 | 94 715 | 94 773 | 94 831 | 94 889 |  |
| 31                     | 94 397  | 94 456 | 94 514 | 94 572 | 94 630 | 94 688 | 94 746 |  |
| 32                     | 94 254  | 94 313 | 94 371 | 94 429 | 94 487 | 94 545 | 94 603 |  |
| 33                     | 94 112  | 94 171 | 94 229 | 94 287 | 94 345 | 94 403 | 94 461 |  |
| 34                     | 93 970  | 94 029 | 94 087 | 94 145 | 94 203 | 94 261 | 94 319 |  |
| 35                     |   |        |        |        |        |        |        | 142<br>1 14,2<br>2 28,4<br>3 42,6<br>4 56,8<br>5 71,0<br>6 85,2<br>7 99,4<br>8 113,6<br>9 127,8  |
| 36                     |   |        |        |        |        |        |        |  |
| 37                     |   |        |        |        |        |        |        |  |
| 38                     |   |        |        |        |        |        |        |  |
| 39                     |   |        |        |        |        |        |        |  |

| Температура<br>°C | Исправленное показание барометра $P_0$ , мм рт. ст. |     |     |     |     |     |     | Пропорциональные части |
|-------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------|
|                   | 751   | 752 | 753 | 754 | 755 | 756 | 757 |                        |

Логарифм множителя  $F$

|    |        |        |        |        |        |        |        |         |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 5  | 98 693 | 98 751 | 98 809 | 98 866 | 98 924 | 98 981 | 99 039 |         |
| 6  | 98 537 | 98 595 | 98 653 | 98 710 | 98 768 | 98 825 | 98 883 |         |
| 7  | 98 381 | 98 439 | 98 497 | 98 554 | 98 612 | 98 669 | 98 727 |         |
| 8  | 98 226 | 98 284 | 98 342 | 98 399 | 98 457 | 98 514 | 98 572 |         |
| 9  | 98 071 | 98 129 | 98 187 | 98 244 | 98 302 | 98 360 | 98 417 |         |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 58      |
| 10 | 97 917 | 97 975 | 98 033 | 98 090 | 98 148 | 98 206 | 98 263 | 1 5,8   |
| 11 | 97 764 | 97 822 | 97 880 | 97 937 | 97 995 | 98 052 | 98 110 | 2 11,6  |
| 12 | 97 611 | 97 669 | 97 727 | 97 784 | 97 842 | 97 899 | 97 957 | 3 17,4  |
| 13 | 97 459 | 97 516 | 97 574 | 97 632 | 97 690 | 97 747 | 97 805 | 4 23,2  |
| 14 | 97 307 | 97 364 | 97 422 | 97 480 | 97 538 | 97 595 | 97 653 | 5 29,0  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6 34,8  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 7 40,6  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 8 46,4  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 9 52,2  |
| 15 | 97 156 | 97 213 | 97 271 | 97 329 | 97 387 | 97 444 | 97 501 |         |
| 16 | 97 005 | 97 062 | 97 120 | 97 178 | 97 236 | 97 293 | 97 350 |         |
| 17 | 96 854 | 96 912 | 96 970 | 97 028 | 97 086 | 97 143 | 97 200 |         |
| 18 | 96 704 | 96 762 | 96 820 | 96 878 | 96 936 | 96 993 | 97 050 | 151     |
| 19 | 96 555 | 96 613 | 96 671 | 96 729 | 96 787 | 96 844 | 96 901 | 1 15,1  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 2 30,2  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 3 45,3  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 4 60,4  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 5 75,5  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6 90,6  |
| 20 | 96 406 | 96 464 | 96 522 | 96 580 | 96 638 | 96 695 | 96 752 | 7 105,7 |
| 21 | 96 258 | 96 316 | 96 374 | 96 432 | 96 490 | 96 547 | 96 604 | 8 120,8 |
| 22 | 96 111 | 96 168 | 96 226 | 96 284 | 96 342 | 96 399 | 96 456 | 9 135,9 |
| 23 | 95 964 | 96 021 | 96 079 | 96 137 | 96 195 | 96 252 | 96 309 |         |
| 24 | 95 817 | 95 874 | 95 932 | 95 990 | 96 048 | 96 105 | 96 162 |         |
| 25 | 95 671 | 95 728 | 95 786 | 95 844 | 95 902 | 95 959 | 96 016 | 145     |
| 26 | 95 525 | 95 582 | 95 640 | 95 698 | 95 756 | 95 813 | 95 870 | 1 14,5  |
| 27 | 95 380 | 95 437 | 95 495 | 95 553 | 95 611 | 95 668 | 95 725 | 2 29,0  |
| 28 | 95 235 | 95 292 | 95 350 | 95 408 | 95 466 | 95 523 | 95 580 | 3 43,5  |
| 29 | 95 090 | 95 148 | 95 206 | 95 263 | 95 321 | 95 378 | 95 436 | 4 58,0  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 5 72,5  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 6 87,0  |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 7 101,5 |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 8 116,0 |
|    |        |        |        |        |        |        |        | 9 130,5 |
| 30 | 94 947 | 95 005 | 95 062 | 95 120 | 95 178 | 95 235 | 95 293 |         |
| 31 | 94 804 | 94 862 | 94 919 | 94 977 | 95 035 | 95 092 | 95 150 |         |
| 32 | 94 661 | 94 719 | 94 776 | 94 834 | 94 892 | 94 949 | 95 007 |         |
| 33 | 94 519 | 94 577 | 94 634 | 94 692 | 94 750 | 94 807 | 94 865 |         |
| 34 | 94 377 | 94 435 | 94 492 | 94 550 | 94 608 | 94 665 | 94 723 |         |

| Температура<br>°C                        | Исправленное показание барометра $P_0$ , мм рт. ст. |        |        |        |        |        |        | Пропорциональные части   |
|--|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
|  | 758   | 759    | 760    | 761    | 762    | 763    | 764    |  |
| <b>Логарифм множителя <math>F</math></b> |   |        |        |        |        |        |        |  |
| 5  | 99 096  | 99 153 | 99 210 | 99 267 | 99 324 | 99 381 | 99 438 | 57<br>1 5,7<br>2 11,4<br>3 17,1<br>4 22,8<br>5 28,5<br>6 34,2<br>7 39,9<br>8 45,6<br>9 51,3      |
| 6  | 98 940  | 98 997 | 99 054 | 99 111 | 99 168 | 99 225 | 99 282 |  |
| 7  | 98 784  | 98 841 | 98 898 | 98 956 | 99 013 | 99 070 | 99 126 |  |
| 8  | 98 629  | 98 686 | 98 743 | 98 801 | 98 858 | 98 915 | 98 971 |  |
| 9  | 98 474  | 98 531 | 98 589 | 98 646 | 98 703 | 98 760 | 98 817 |  |
| 10                                       | 98 320  | 98 377 | 98 435 | 98 492 | 98 549 | 98 606 | 98 663 |  |
| 11                                       | 98 167  | 98 224 | 98 281 | 98 338 | 98 395 | 98 452 | 98 509 |  |
| 12                                       | 98 014  | 98 071 | 98 128 | 98 185 | 98 242 | 98 299 | 98 356 |  |
| 13                                       | 97 862  | 97 919 | 97 976 | 98 033 | 98 090 | 98 147 | 98 204 |  |
| 14                                       | 97 710  | 97 767 | 97 824 | 97 881 | 97 938 | 97 995 | 98 052 | 154<br>1 15,4<br>2 30,8<br>3 46,2<br>4 61,6<br>5 77,0<br>6 92,4<br>7 107,8<br>8 123,2<br>9 138,6 |
| 15                                       | 97 558  | 97 615 | 97 683 | 97 730 | 97 787 | 97 844 | 97 901 |  |
| 16                                       | 97 407  | 97 464 | 97 522 | 97 579 | 97 636 | 97 693 | 97 750 |  |
| 17                                       | 97 257  | 97 315 | 97 372 | 97 429 | 97 486 | 97 543 | 97 600 |  |
| 18                                       | 97 107  | 97 165 | 97 222 | 97 279 | 97 336 | 97 393 | 97 450 |  |
| 19                                       | 96 958  | 97 016 | 97 083 | 97 130 | 97 187 | 97 244 | 97 301 |  |
| 20                                       | 96 809  | 96 867 | 96 924 | 96 981 | 97 038 | 97 095 | 97 152 | 148<br>1 14,8<br>2 29,6<br>3 44,4<br>4 59,2<br>5 74,0<br>6 88,8<br>7 103,6<br>8 118,4<br>9 133,2 |
| 21                                       | 96 661  | 96 719 | 96 776 | 96 833 | 96 890 | 96 947 | 97 004 |  |
| 22                                       | 96 513  | 96 571 | 96 628 | 96 685 | 96 742 | 96 799 | 96 856 |  |
| 23                                       | 96 366  | 96 424 | 96 481 | 96 538 | 96 595 | 96 652 | 96 709 |  |
| 24                                       | 96 219  | 96 277 | 96 334 | 96 391 | 96 448 | 96 505 | 96 562 |  |
| 25                                       | 96 073  | 96 131 | 96 188 | 96 245 | 96 302 | 96 359 | 96 416 |  |
| 26                                       | 95 927  | 95 985 | 96 042 | 95 099 | 96 156 | 96 213 | 96 270 | 142<br>1 14,2<br>2 28,4<br>3 42,6<br>4 56,8<br>5 71,0<br>6 85,2<br>7 99,4<br>8 113,6<br>9 127,8  |
| 27                                       | 95 782  | 95 840 | 95 897 | 95 954 | 96 011 | 96 068 | 96 125 |  |
| 28                                       | 95 637  | 95 695 | 95 752 | 95 809 | 95 866 | 95 923 | 95 980 |  |
| 29                                       | 95 493  | 95 551 | 95 608 | 95 665 | 95 722 | 95 779 | 95 836 |  |
| 30                                       | 95 350  | 95 407 | 95 464 | 95 521 | 95 578 | 95 635 | 95 692 |  |
| 31                                       | 95 207  | 95 264 | 95 321 | 95 378 | 95 435 | 95 492 | 95 549 |  |
| 32                                       | 95 064  | 95 121 | 95 178 | 95 235 | 95 292 | 95 349 | 95 406 |  |
| 33                                       | 94 922  | 94 979 | 95 036 | 95 093 | 95 150 | 95 207 | 95 264 |  |
| 34                                       | 94 780  | 94 837 | 94 894 | 94 951 | 95 008 | 95 065 | 95 122 |  |

| Температура<br>°С      | Исправленное показание барометра $P_0$ , мм рт. ст. |        |        |        |        |        |        | Пропорциональные части |
|------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------------|
|                        | 765   | 766    | 767    | 768    | 769    | 770    | 771    |                        |
| Логарифм множителя $F$ |   |        |        |        |        |        |        |                        |
| 5                      | 99 495  | 99 552 | 99 609 | 99 665 | 99 722 | 99 778 | 99 834 |                        |
| 6                      | 99 339  | 99 396 | 99 453 | 99 509 | 88 566 | 99 622 | 99 678 |                        |
| 7                      | 99 183  | 99 240 | 99 297 | 99 353 | 99 410 | 99 466 | 99 523 |                        |
| 8                      | 99 028  | 99 085 | 99 142 | 99 198 | 88 255 | 99 311 | 99 368 |                        |
| 9                      | 98 874  | 98 930 | 98 987 | 99 043 | 99 100 | 99 156 | 99 213 |                        |
| 10                     | 98 720  | 98 776 | 98 833 | 98 889 | 98 946 | 99 002 | 99 059 | 56                     |
| 11                     | 98 566  | 98 623 | 98 680 | 98 736 | 98 793 | 98 849 | 98 906 | 1                      |
| 12                     | 98 413  | 98 470 | 98 527 | 98 583 | 98 640 | 98 696 | 98 753 | 2                      |
| 13                     | 98 261  | 98 317 | 98 374 | 98 431 | 98 488 | 98 544 | 98 600 | 3                      |
| 14                     | 98 109  | 98 165 | 98 222 | 98 279 | 98 336 | 98 392 | 98 448 | 4                      |
| 15                     | 97 958  | 98 014 | 98 071 | 98 128 | 98 185 | 98 241 | 98 297 | 5                      |
| 16                     | 97 807  | 97 863 | 97 920 | 97 977 | 98 034 | 98 090 | 98 146 | 6                      |
| 17                     | 97 657  | 97 713 | 97 770 | 97 827 | 97 884 | 97 940 | 97 996 | 7                      |
| 18                     | 97 507  | 97 563 | 97 620 | 97 677 | 97 734 | 97 790 | 97 846 | 8                      |
| 19                     | 97 358  | 97 414 | 97 471 | 97 528 | 97 585 | 97 641 | 97 697 | 9                      |
| 20                     | 97 209  | 97 265 | 97 322 | 97 379 | 97 436 | 97 492 | 97 548 | 151                    |
| 21                     | 97 061  | 97 117 | 97 174 | 97 231 | 97 287 | 97 343 | 97 400 | 1                      |
| 22                     | 96 913  | 97 969 | 97 026 | 97 083 | 97 139 | 97 195 | 97 252 | 2                      |
| 23                     | 96 766  | 96 822 | 96 879 | 96 936 | 96 992 | 97 048 | 97 105 | 3                      |
| 24                     | 96 619  | 96 675 | 96 732 | 96 789 | 96 845 | 96 901 | 96 958 | 4                      |
| 25                     | 96 473  | 96 529 | 96 586 | 96 643 | 96 699 | 96 755 | 96 812 | 5                      |
| 26                     | 96 327  | 96 383 | 96 440 | 96 497 | 96 553 | 96 609 | 96 666 | 6                      |
| 27                     | 96 182  | 96 238 | 96 295 | 96 352 | 96 408 | 96 464 | 96 521 | 7                      |
| 28                     | 96 037  | 96 093 | 96 150 | 96 207 | 96 263 | 96 319 | 96 376 | 8                      |
| 29                     | 95 893  | 95 949 | 96 006 | 96 062 | 96 119 | 96 175 | 96 232 | 9                      |
| 30                     | 95 749  | 95 806 | 95 863 | 95 919 | 95 976 | 96 032 | 96 088 | 145                    |
| 31                     | 95 606  | 95 663 | 95 720 | 95 776 | 95 833 | 95 889 | 95 945 | 1                      |
| 32                     | 95 463  | 95 520 | 95 577 | 95 633 | 95 690 | 95 746 | 95 802 | 2                      |
| 33                     | 95 321  | 95 378 | 95 435 | 95 491 | 95 548 | 95 604 | 95 660 | 3                      |
| 34                     | 95 179  | 95 236 | 95 293 | 95 349 | 95 406 | 95 462 | 95 518 | 4                      |
|                        |   |        |        |        |        |        |        | 5                      |
|                        |   |        |        |        |        |        |        | 6                      |
|                        |   |        |        |        |        |        |        | 7                      |
|                        |   |        |        |        |        |        |        | 8                      |
|                        |   |        |        |        |        |        |        | 9                      |

| Температура<br>°C      | Исправленное показание барометра $P_0$ , мм рт. ст. |        |        |        |        |        |        | Пропорциональные части   |
|------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
|                        | 772   | 773    | 774    | 775    | 776    | 777    | 778    |  |
| Логарифм множителя $F$ |   |        |        |        |        |        |        |  |
| 5                      | 99 890  | 99 946 | 00 002 | 00 058 | 00 114 | 00 170 | 00 226 | 56<br>1<br>2 5,6<br>3 11,2<br>4 16,8<br>5 22,4<br>6 28,0<br>7 33,6<br>8 39,2<br>9 44,8<br>50,4   |
| 6                      | 99 734  | 99 790 | 99 846 | 99 902 | 99 958 | 00 014 | 00 070 |  |
| 7                      | 99 579  | 99 635 | 99 691 | 99 747 | 99 803 | 99 859 | 99 914 |  |
| 8                      | 99 424  | 99 480 | 99 536 | 99 592 | 99 648 | 99 704 | 99 759 |  |
| 9                      | 99 269  | 99 325 | 99 381 | 99 437 | 99 493 | 99 549 | 99 605 |  |
| 10                     | 99 115  | 99 171 | 99 227 | 99 283 | 99 339 | 99 395 | 99 451 |  |
| 11                     | 98 962  | 99 018 | 99 073 | 99 129 | 99 185 | 99 241 | 99 297 |  |
| 12                     | 98 809  | 98 865 | 98 920 | 98 976 | 99 032 | 99 089 | 99 144 |  |
| 13                     | 98 656  | 98 712 | 98 768 | 98 824 | 98 880 | 98 937 | 98 992 |  |
| 14                     | 98 504  | 98 560 | 98 616 | 98 672 | 98 728 | 98 784 | 98 840 |  |
| 15                     | 98 353  | 98 409 | 98 465 | 98 521 | 98 577 | 98 633 | 98 689 | 154<br>1 15,4<br>2 30,8<br>3 46,2<br>4 61,6<br>5 77,0<br>6 92,4<br>7 107,8<br>8 123,2<br>9 138,6 |
| 16                     | 98 202  | 98 258 | 98 314 | 98 370 | 98 426 | 98 482 | 98 538 |  |
| 17                     | 98 052  | 98 108 | 98 164 | 98 220 | 98 276 | 98 332 | 98 388 |  |
| 18                     | 97 902  | 97 958 | 98 014 | 98 070 | 98 126 | 98 182 | 98 238 |  |
| 19                     | 97 753  | 97 809 | 97 865 | 97 921 | 97 977 | 98 033 | 98 089 |  |
| 20                     | 97 604  | 97 660 | 97 716 | 97 772 | 97 828 | 97 904 | 97 940 |  |
| 21                     | 97 456  | 97 512 | 97 568 | 97 624 | 97 680 | 97 736 | 97 792 |  |
| 22                     | 97 308  | 97 364 | 97 420 | 97 476 | 97 532 | 97 588 | 97 644 |  |
| 23                     | 97 161  | 97 217 | 97 273 | 97 329 | 97 385 | 97 441 | 97 497 |  |
| 24                     | 97 014  | 97 070 | 97 126 | 97 182 | 97 238 | 97 294 | 97 350 |  |
| 25                     | 96 868  | 96 924 | 96 980 | 97 036 | 97 092 | 97 148 | 97 204 | 148<br>1 14,8<br>2 29,6<br>3 44,4<br>4 59,2<br>5 74,0<br>6 88,8<br>7 103,6<br>8 118,4<br>9 133,2 |
| 26                     | 96 722  | 96 778 | 96 834 | 96 890 | 96 946 | 97 002 | 97 058 |  |
| 27                     | 96 577  | 96 633 | 96 689 | 96 745 | 96 801 | 96 858 | 96 913 |  |
| 28                     | 96 432  | 96 488 | 96 544 | 96 600 | 96 656 | 96 712 | 96 768 |  |
| 29                     | 96 288  | 96 344 | 96 400 | 96 456 | 96 512 | 96 568 | 96 624 |  |
| 30                     | 96 145  | 96 201 | 96 257 | 96 313 | 96 369 | 96 425 | 96 481 |  |
| 31                     | 96 002  | 96 058 | 96 114 | 96 170 | 96 226 | 96 282 | 96 338 |  |
| 32                     | 95 859  | 95 915 | 95 971 | 96 027 | 96 083 | 96 139 | 96 195 |  |
| 33                     | 95 717  | 95 773 | 95 829 | 95 885 | 95 941 | 95 997 | 96 053 |  |
| 34                     | 95 575  | 95 631 | 95 687 | 95 743 | 95 799 | 95 855 | 95 911 |  |
| 35                     | 95 433  | 95 489 | 95 545 | 95 601 | 95 657 | 95 713 | 95 769 | 142<br>1 14,2<br>2 28,4<br>3 42,6<br>4 56,8<br>5 71,0<br>6 85,2<br>7 99,4<br>8 113,6<br>9 127,8  |
| 36                     | 95 291  | 95 347 | 95 403 | 95 459 | 95 515 | 95 571 | 95 627 |  |
| 37                     | 95 149  | 95 205 | 95 261 | 95 317 | 95 373 | 95 429 | 95 485 |  |
| 38                     | 95 007  | 95 063 | 95 119 | 95 175 | 95 231 | 95 287 | 95 343 |  |
| 39                     | 94 865  | 94 921 | 94 977 | 95 033 | 95 089 | 95 145 | 95 201 |  |
| 40                     | 94 723  | 94 779 | 94 835 | 94 891 | 94 947 | 95 003 | 95 059 |  |
| 41                     | 94 581  | 94 637 | 94 693 | 94 749 | 94 805 | 94 861 | 94 917 |  |
| 42                     | 94 439  | 94 495 | 94 551 | 94 607 | 94 663 | 94 719 | 94 775 |  |
| 43                     | 94 297  | 94 353 | 94 409 | 94 465 | 94 521 | 94 577 | 94 633 |  |
| 44                     | 94 155  | 94 211 | 94 267 | 94 323 | 94 379 | 94 435 | 94 491 |  |

## Б. Давление паров воды над водой и над поглотительными растворами

| Температура<br>°С                                 | Вода | Раствор КОН, концентрация<br>г КОН на 100 г воды |      |      |      | NaCl<br>насыщен-<br>ный<br>раствор | Темпе-<br>ратура<br>°С |
|---|------|--|------|------|------|------------------------------------|------------------------|
|   |      | 10   | 20   | 30   | 40   |                                    |                        |
| Давление паров воды (P <sub>B</sub> ), мм рт. ст. |      |  |      |      |      |                                    |                        |
| 5   | 6,5  | 6,1  | 5,7  | 5,2  | 4,6  | 4,9                                | 5                      |
| 6   | 7,0  | 6,5  | 6,1  | 5,6  | 4,9  | 5,3                                | 6                      |
| 7   | 7,5  | 7,0  | 6,5  | 6,0  | 5,3  | 5,7                                | 7                      |
| 8   | 8,0  | 7,5  | 7,0  | 6,4  | 5,7  | 6,1                                | 8                      |
| 9   | 8,6  | 8,0  | 7,5  | 6,8  | 6,1  | 6,5                                | 9                      |
| 10  | 9,2  | 8,6  | 8,0  | 7,3  | 6,5  | 6,9                                | 10                     |
| 11  | 9,8  | 9,2  | 8,6  | 7,8  | 6,9  | 7,4                                | 11                     |
| 12  | 10,5 | 9,8  | 9,2  | 8,3  | 7,4  | 7,9                                | 12                     |
| 13  | 11,2 | 10,5   | 9,8  | 8,9  | 7,9  | 8,5                                | 13                     |
| 14  | 12,0 | 11,2   | 10,4 | 9,5  | 8,4  | 9,1                                | 14                     |
| 15  | 12,8 | 11,9   | 11,1 | 10,1 | 9,0  | 9,7                                | 15                     |
| 16  | 13,6 | 12,7   | 11,8 | 10,8 | 9,6  | 10,3                               | 16                     |
| 17  | 14,5 | 13,6   | 12,6 | 11,5 | 10,2 | 11,0                               | 17                     |
| 18  | 15,5 | 14,5   | 13,4 | 12,3 | 10,9 | 11,7                               | 18                     |
| 19  | 16,5 | 15,4   | 14,3 | 13,1 | 11,6 | 12,4                               | 19                     |
| 20  | 17,5 | 16,4   | 15,2 | 13,9 | 12,4 | 13,2                               | 20                     |
| 21  | 18,7 | 17,4   | 16,2 | 14,8 | 13,2 | 14,1                               | 21                     |
| 22  | 19,8 | 18,5   | 17,2 | 15,8 | 14,0 | 15,0                               | 22                     |
| 23  | 21,1 | 19,7   | 18,3 | 16,8 | 14,9 | 15,9                               | 23                     |
| 24  | 22,4 | 20,9   | 19,5 | 17,8 | 15,8 | 16,9                               | 24                     |
| 25  | 23,8 | 22,2   | 20,7 | 18,9 | 16,8 | 17,9                               | 25                     |
| 26  | 25,2 | 23,6   | 22,0 | 20,1 | 17,9 | 19,0                               | 26                     |
| 27  | 26,7 | 25,1   | 23,3 | 21,3 | 19,0 | 20,2                               | 27                     |
| 28  | 28,3 | 26,6   | 24,7 | 22,6 | 20,2 | 21,4                               | 28                     |
| 29  | 30,0 | 28,1   | 26,2 | 23,9 | 21,4 | 22,7                               | 29                     |
| 30  | 31,8 | 29,7   | 27,7 | 25,3 | 22,4 | 24,0                               | 30                     |
| 31  | 33,7 | 31,4   | 29,3 | 26,8 | 23,7 | 25,3                               | 31                     |
| 32  | 35,7 | 33,3   | 31,0 | 28,4 | 25,2 | 26,8                               | 32                     |
| 33  | 37,7 | 35,2   | 32,8 | 30,0 | 26,7 | 28,4                               | 33                     |
| 34  | 39,9 | 37,2   | 34,7 | 31,7 | 28,2 | 30,0                               | 34                     |

В. Плотности газов и паров ( $\rho$ )

(Масса 1 л газа или пара в г или 1 мл в мг при нормальных условиях)

| Формула                                       | Наименование                           | $\rho$<br>г/л (мг/мл) | lg $\rho$ |
|---|--|-----------------------|-----------|
| Ar  | Аргон . . . . .                        | 1,7837                | 25 132    |
| AsF <sub>5</sub>                              | Фторид мышьяка (V) . . . . .           | 7,71                  | 88 705    |
| AsH <sub>3</sub>                              | Мышьяковистый водород, арсин . . . . . | 3,740                 | 57 287    |
| BF <sub>3</sub>                               | Фторид бора . . . . .                  | 3,21                  | 50 650    |
| CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>               | Дифтордихлорметан, фреон 12 . . . . .  | 5,510                 | 74 115    |
| CH <sub>4</sub>                               | Метан . . . . .                        | 0,7168                | 85 540    |
| C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>                 | Ацетилен, этин . . . . .               | 1,173                 | 06 930    |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>                 | Этилен, этен . . . . .                 | 1,2604                | 10 651    |
| C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>                 | Этан . . . . .                         | 1,3566                | 13 245    |
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>                 | Пропилен, пропен . . . . .             | 1,937                 | 28 713    |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>                 | Пропан . . . . .                       | 2,0096                | 30 311    |
| C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>                | Бутан . . . . .                        | 2,5190                | 40 123    |
| C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>                | Изобутан, метилпропан . . . . .        | 2,6726                | 42 693    |
| C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>                | Пентан . . . . .                       | 3,457                 | 53 870    |
| C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>                | Гептан . . . . .                       | 4,459                 | 64 924    |
| C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>                | Октан . . . . .                        | 5,030                 | 70 157    |
| CH <sub>3</sub> Cl                            | Хлористый метил . . . . .              | 2,3673                | 36 310    |
| CH <sub>3</sub> F                             | Фтористый метил . . . . .              | 1,5452                | 18 898    |
| CHCl <sub>3</sub>                             | Хлороформ . . . . .                    | 5,283                 | 72 288    |
| CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>               | Метиламин . . . . .                    | 1,396                 | 14 489    |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH            | Диметиламин . . . . .                  | 2,089                 | 31 994    |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N             | Триметиламин . . . . .                 | 2,619                 | 41 814    |
| C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub> | Этиламин . . . . .                     | 2,0141                | 30 408    |
| CH <sub>3</sub> OH                            | Метанол, метиловый спирт . . . . .     | 1,426                 | 15 412    |
| C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH              | Этанол, этиловый спирт . . . . .       | 2,043                 | 31 027    |
| C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH              | Бутанол, бутиловый спирт . . . . .     | 3,244                 | 51 108    |
| (CN) <sub>2</sub>                             | Циан, дициан . . . . .                 | 2,335                 | 36 829    |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O             | Эфир диметиловый . . . . .             | 2,1098                | 32 424    |
| CO  | Оксид углерода . . . . .               | 1,2504                | 09 705    |
| CO <sub>2</sub>                               | Двуокись углерода . . . . .            | 1,9769                | 29 598    |
| COCl <sub>2</sub>                             | Хлорид углерода, фосген . . . . .      | 3,89                  | 58 995    |
| COS   | Сероокись углерода . . . . .           | 2,721                 | 43 473    |
| Cl <sub>2</sub>                               | Хлор . . . . .                         | 3,214                 | 50 705    |
| ClO <sub>2</sub>                              | Двуокись хлора . . . . .               | 3,21                  | 50 651    |
| F <sub>2</sub>                                | Фтор . . . . .                         | 1,696                 | 22 943    |
| GeH <sub>4</sub>                              | Герман, германийский водород . . . . . | 3,42                  | 53 403    |
| Ge <sub>2</sub> H <sub>6</sub>                | Дигерман . . . . .                     | 7,23                  | 85 914    |
| H <sub>2</sub>                                | Водород . . . . .                      | 0,08988               | 95 366    |
| HBr   | Бромистый водород . . . . .            | 3,6445                | 56 164    |
| HCON  | Формальдегид . . . . .                 | 1,34                  | 12 716    |
| HCl   | Хлористый водород . . . . .            | 1,6392                | 21 463    |
| HF  | Фтористый водород . . . . .            | 0,8940                | 95 134    |
| HJ  | Йодистый водород . . . . .             | 5,7891                | 76 261    |

| Формула  | Наименование                           | $\frac{Q}{\rho}$ (мг/мл) | lg Q   |
|--|--|--------------------------|--------|
| H <sub>2</sub> O                                 | Водяной пар                            | 0,768                    | 88 536 |
| H <sub>2</sub> S                                 | Сероводород . . . . .                  | 1,539                    | 18 724 |
| H <sub>2</sub> Se                                | Селенистый водород . . . . .           | 3,670                    | 56 467 |
| H <sub>2</sub> Te                                | Теллуристый водород . . . . .          | 5,81                     | 76 418 |
| He   | Гелий . . . . .                        | 0,17847                  | 25 157 |
| Kr   | Криптон . . . . .                      | 3,708                    | 56 914 |
| N <sub>2</sub>                                   | Азот . . . . .                         | 1,25055                  | 09 710 |
| —  | Воздух, среднее значение . . . . .     | 1,2929                   | 11 156 |
| NH <sub>3</sub>                                  | Аммиак . . . . .                       | 0,7710                   | 88 705 |
| N <sub>2</sub> O                                 | Закись азота . . . . .                 | 1,9778                   | 29 618 |
| NO   | Окись азота . . . . .                  | 1,3402                   | 12 717 |
| NO <sub>2</sub>                                  | Двуокись азота . . . . .               | 2,055                    | 31 281 |
| NOCl   | Нитрозилхлорид . . . . .               | 2,9919                   | 47 595 |
| NOF  | Нитрозилфторид . . . . .               | 2,231                    | 34 850 |
| Ne   | Неон . . . . .                         | 0,90035                  | 95 441 |
| O <sub>2</sub>                                   | Кислород . . . . .                     | 1,42904                  | 15 504 |
| O <sub>3</sub>                                   | Озон . . . . .                         | 2,144                    | 33 122 |
| OF <sub>2</sub>                                  | Фтористый кислород . . . . .           | 2,421                    | 38 399 |
| PH <sub>3</sub>                                  | Фосфористый водород, фосфин . . . . .  | 1,5294                   | 18 452 |
| PF <sub>5</sub>                                  | Пятифтористый фосфор . . . . .         | 5,805                    | 76 380 |
| PF <sub>3</sub>                                  | Трехфтористый фосфор . . . . .         | 3,907                    | 59 184 |
| POF <sub>3</sub>                                 | Фторокись фосфора . . . . .            | 4,8                      | 68 124 |
| Rn   | Радон . . . . .                        | 9,73                     | 98 811 |
| SF <sub>6</sub>                                  | Фтористая сера . . . . .               | 6,98                     | 84 386 |
| SO <sub>2</sub>                                  | Двуокись серы . . . . .                | 2,9269                   | 46 641 |
| SO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>                   | Фтористый сульфурил . . . . .          | 3,99                     | 60 097 |
| SbH <sub>3</sub>                                 | Сурьмянистый водород, стибин . . . . . | 5,59                     | 74 741 |
| SiF <sub>4</sub>                                 | Тетрафторсилан . . . . .               | 4,684                    | 67 062 |
| SiH <sub>4</sub>                                 | Силан, моносилан . . . . .             | 1,44                     | 15 836 |
| Si <sub>2</sub> H <sub>6</sub>                   | Дисилан . . . . .                      | 2,85                     | 45 484 |
| SiH <sub>2</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | Диметилсилан . . . . .                 | 2,73                     | 43 616 |
| SiH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>                 | Метилсилан . . . . .                   | 2,08                     | 31 806 |
| SiH <sub>3</sub> Cl                              | Хлорсилан . . . . .                    | 3,03                     | 48 144 |
| SiH <sub>2</sub> ClCH <sub>3</sub>               | Метилхлорсилан . . . . .               | 3,64                     | 56 110 |
| SiHCl <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>               | Метилдихлорсилан . . . . .             | 5,3                      | 72 428 |
| SiHF <sub>3</sub>                                | Трифторсилан . . . . .                 | 3,86                     | 58 659 |
| WF <sub>6</sub>                                  | Фторид вольфрама . . . . .             | 12,9                     | 11 059 |
| Xe   | Ксенон . . . . .                       | 5,851                    | 76 723 |

## Г. Газометрическое (волюмометрическое) определение веществ, образующих газы

| Искомое вещество                  |  | Измеренный газ                | 1 мл измеренного газа при нормальных условиях соответствует $f'$ мг искомого вещества | lg $f'$ |
|-----------------------------------|--|-------------------------------|---|---------|
| формула                           | наименование   |                               |   |         |
| Al                                | Алюминий . . . . .   | H <sub>2</sub>                | 0,8017  | 90 416  |
| C                                 | Углерод . . . . .  | CO <sub>2</sub>               | 0,53954   | 73 902  |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>     | Карбонат-ион . . . . .   | CO <sub>2</sub>               | 2,6956  | 43 066  |
| CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> | Мочевина . . . . .   | N <sub>2</sub>                | 2,6809  | 42 828  |
| CaC <sub>2</sub>                  | Кальция карбид . . . . .   | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> | 2,8877  | 46 055  |
| CaCO <sub>3</sub>                 | Кальция карбонат . . . . .   | CO <sub>2</sub>               | 4,4960  | 65 283  |
| CaF <sub>2</sub>                  | Кальция фторид . . . . .   | SiF <sub>4</sub>              | 7,0278  | 84 682  |
| F                                 | Фтор . . . . .   | SiF <sub>4</sub>              | 3,4200  | 53 403  |
| Fe                                | Железо . . . . .   | H <sub>2</sub>                | 2,4899  | 39 618  |
| HNO <sub>3</sub>                  | Азотная кислота . . . . .  | NO                            | 2,8144  | 44 939  |
| H <sub>2</sub> O                  | Вода . . . . .   | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> | 0,81158   | 90 933  |
| H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>     | Водорода перекись (обработка KMnO <sub>4</sub> ) . . . . .             | O <sub>2</sub>                | 1,5191  | 18 158  |
| H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>     | Водорода перекись (каталитическое разложение) . . . . .                | O <sub>2</sub>                | 3,0382  | 48 261  |
| KMnO <sub>4</sub>                 | Калия перманганат (обработка H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) . . . . . | O <sub>2</sub>                | 2,8231  | 45 073  |
| KNO <sub>3</sub>                  | Калия нитрат . . . . .   | NO                            | 4,5159  | 65 474  |
| Mg                                | Магний . . . . .   | H <sub>2</sub>                | 1,0839  | 03 500  |
| MgCO <sub>3</sub>                 | Магния карбонат . . . . .  | CO <sub>2</sub>               | 3,7877  | 51 838  |
| N                                 | Азот . . . . .   | NO                            | 0,62560   | 79 630  |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>   | Аммония нитрат . . . . .   | NO                            | 3,5751  | 55 329  |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>      | Нитрат-ион . . . . .   | NO                            | 2,7694  | 44 239  |
| N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | Азотистый ангидрид . . . . .   | NO                            | 1,6975  | 22 981  |
| N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>     | Азотный ангидрид . . . . .   | NO                            | 2,4121  | 38 239  |
| NaNO <sub>3</sub>                 | Натрия нитрат . . . . .  | NO                            | 3,7962  | 57 935  |
| Ni                                | Никель . . . . .   | H <sub>2</sub>                | 2,6175  | 41 789  |
| Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>    | Натрия перекись . . . . .  | O <sub>2</sub>                | 6,9548  | 84 291  |
| Zn                                | Цинк . . . . .   | H <sub>2</sub>                | 2,9145  | 46 456  |

### Формулы перехода от одних выражений концентраций растворов к другим

Принятые обозначения:  $d$  — плотность раствора,  $г/мл$ ;  $M_B$  — молекулярный вес растворенного вещества;  $E$  — эквивалентный вес растворенного вещества

| Концентрация  | A                          | B                           | C                            | N                              | M                            | L                               |
|---|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Процентная ( $г/100 г$ раствора, вес. %) $A =$                              | A                          | $\frac{100B}{100+B}$        | $\frac{C}{10d}$              | $\frac{NE}{10d}$               | $\frac{MM_B}{10d}$           | $\frac{100LM_B}{1000+LM_B}$     |
| В граммах растворенного вещества на 100 г растворителя $B =$                | $\frac{100A}{100-A}$       | B                           | $\frac{100C}{1000d-C}$       | $\frac{100NE}{1000d-NE}$       | $\frac{100MM_B}{1000d-MM_B}$ | $\frac{LM_B}{10}$               |
| В граммах на 1 л раствора ( $г/л$ ) $C =$                                   | 10Ad                       | $\frac{1000Bd}{100+B}$      | C                            | NE                             | MM <sub>B</sub>              | $\frac{1000LM_Bd}{1000+LM_B}$   |
| Нормальная $N =$  | $\frac{10Ad}{E}$           | $\frac{1000Bd}{(100+B)E}$   | $\frac{C}{E}$                | N                              | $\frac{MM_B}{E}$             | $\frac{1000LM_B}{(1000+LM_B)E}$ |
| Молярная $M =$  | $\frac{10Ad}{M_B}$         | $\frac{1000Bd}{(100+B)M_B}$ | $\frac{C}{M_B}$              | $\frac{NE}{M_B}$               | M                            | $\frac{1000Ld}{1000+M_BL}$      |
| Моляльная (число молей растворенного вещества на 1000 г растворителя) $L =$ | $\frac{1000A}{(100-A)M_B}$ | $\frac{10B}{M_B}$           | $\frac{1000C}{(1000d-C)M_B}$ | $\frac{1000NE}{(1000d-NE)M_B}$ | $\frac{1000M}{1000d-MM_B}$   | L                               |

## Плотности и концентрации растворов

## А. Плотности и концентрации растворов азотной кислоты \*

| Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация HNO <sub>3</sub>   |         | Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация HNO <sub>3</sub>   |        |
|---|---------------------------------|---------|---|---------------------------------|--------|
|   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л  |   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л |
| 1,000                                       | 0,3333                          | 0,05231 | 1,210                                       | 34,41                           | 6,607  |
| 1,005                                       | 1,255                           | 0,2001  | 1,215                                       | 35,16                           | 6,778  |
| 1,010                                       | 2,164                           | 0,3468  | 1,220                                       | 35,93                           | 6,956  |
| 1,015                                       | 3,073                           | 0,4950  | 1,225                                       | 36,70                           | 7,135  |
| 1,020                                       | 3,982                           | 0,6445  | 1,230                                       | 37,48                           | 7,315  |
| 1,025                                       | 4,883                           | 0,7943  | 1,235                                       | 38,25                           | 7,497  |
| 1,030                                       | 5,784                           | 0,9454  | 1,240                                       | 39,02                           | 7,679  |
| 1,035                                       | 6,661                           | 1,094   | 1,245                                       | 39,80                           | 7,863  |
| 1,040                                       | 7,530                           | 1,243   | 1,250                                       | 40,58                           | 8,049  |
| 1,045                                       | 8,398                           | 1,393   | 1,255                                       | 41,36                           | 8,237  |
| 1,050                                       | 9,259                           | 1,543   | 1,260                                       | 42,14                           | 8,426  |
| 1,055                                       | 10,12                           | 1,694   | 1,265                                       | 42,92                           | 8,616  |
| 1,060                                       | 10,97                           | 1,845   | 1,270                                       | 43,70                           | 8,808  |
| 1,065                                       | 11,81                           | 1,997   | 1,275                                       | 44,48                           | 9,001  |
| 1,070                                       | 12,65                           | 2,148   | 1,280                                       | 45,27                           | 9,195  |
| 1,075                                       | 13,48                           | 2,301   | 1,285                                       | 46,06                           | 9,394  |
| 1,080                                       | 14,31                           | 2,453   | 1,290                                       | 46,85                           | 9,590  |
| 1,085                                       | 15,13                           | 2,605   | 1,295                                       | 47,63                           | 9,789  |
| 1,090                                       | 15,95                           | 2,759   | 1,300                                       | 48,42                           | 9,990  |
| 1,095                                       | 16,76                           | 2,913   | 1,305                                       | 49,21                           | 10,19  |
| 1,100                                       | 17,58                           | 3,068   | 1,310                                       | 50,00                           | 10,39  |
| 1,105                                       | 18,39                           | 3,224   | 1,315                                       | 50,85                           | 10,61  |
| 1,110                                       | 19,19                           | 3,381   | 1,320                                       | 51,71                           | 10,83  |
| 1,115                                       | 20,00                           | 3,539   | 1,325                                       | 52,56                           | 11,05  |
| 1,120                                       | 20,79                           | 3,696   | 1,330                                       | 53,41                           | 11,27  |
| 1,125                                       | 21,59                           | 3,854   | 1,335                                       | 54,27                           | 11,49  |
| 1,130                                       | 22,38                           | 4,012   | 1,340                                       | 55,13                           | 11,72  |
| 1,135                                       | 23,16                           | 4,171   | 1,345                                       | 56,04                           | 11,96  |
| 1,140                                       | 23,94                           | 4,330   | 1,350                                       | 56,95                           | 12,20  |
| 1,145                                       | 24,71                           | 4,489   | 1,355                                       | 57,87                           | 12,44  |
| 1,150                                       | 25,48                           | 4,649   | 1,360                                       | 58,78                           | 12,68  |
| 1,155                                       | 26,24                           | 4,810   | 1,365                                       | 59,69                           | 12,93  |
| 1,160                                       | 27,00                           | 4,970   | 1,370                                       | 60,67                           | 13,19  |
| 1,165                                       | 27,76                           | 5,132   | 1,375                                       | 61,69                           | 13,46  |
| 1,170                                       | 28,51                           | 5,293   | 1,380                                       | 62,70                           | 13,73  |
| 1,175                                       | 29,25                           | 5,455   | 1,385                                       | 63,72                           | 14,01  |
| 1,180                                       | 30,00                           | 5,618   | 1,390                                       | 64,74                           | 14,29  |
| 1,185                                       | 30,74                           | 5,780   | 1,395                                       | 65,84                           | 14,57  |
| 1,190                                       | 31,47                           | 5,943   | 1,400                                       | 66,97                           | 14,88  |
| 1,195                                       | 32,21                           | 6,107   | 1,405                                       | 68,10                           | 15,18  |
| 1,200                                       | 32,94                           | 6,273   | 1,410                                       | 69,23                           | 15,49  |
| 1,205                                       | 33,68                           | 6,440   | 1,415                                       | 70,39                           | 15,81  |

\* О пользовании таблицей см. стр. 374.

| Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация HNO <sub>3</sub>   |        | Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация HNO <sub>3</sub>   |        |
|---|---------------------------------|--------|---|---------------------------------|--------|
|   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л |   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л |
| 1,420                                       | 71,63                           | 16,14  | 1,495                                       | 95,46                           | 22,65  |
| 1,425                                       | 72,86                           | 16,47  | 1,500                                       | 96,73                           | 23,02  |
| 1,430                                       | 74,09                           | 16,81  | 1,501                                       | 96,98                           | 23,10  |
| 1,435                                       | 75,35                           | 17,16  | 1,502                                       | 97,23                           | 23,18  |
| 1,440                                       | 76,71                           | 17,53  | 1,503                                       | 97,49                           | 23,25  |
| 1,445                                       | 78,07                           | 17,90  | 1,504                                       | 97,74                           | 23,30  |
| 1,450                                       | 79,43                           | 18,28  | 1,505                                       | 97,99                           | 23,40  |
| 1,455                                       | 80,88                           | 18,68  | 1,506                                       | 98,25                           | 23,48  |
| 1,460                                       | 82,39                           | 19,09  | 1,507                                       | 98,50                           | 23,56  |
| 1,465                                       | 83,91                           | 19,51  | 1,508                                       | 98,76                           | 23,63  |
| 1,470                                       | 85,50                           | 19,95  | 1,509                                       | 99,01                           | 23,71  |
| 1,475                                       | 87,29                           | 20,43  | 1,510                                       | 99,26                           | 23,79  |
| 1,480                                       | 89,07                           | 20,92  | 1,511                                       | 99,52                           | 23,86  |
| 1,485                                       | 91,13                           | 21,48  | 1,512                                       | 99,77                           | 23,94  |
| 1,490                                       | 93,49                           | 22,11  | 1,513                                       | 100,00                          | 24,01  |

## Б. Плотности и концентрации растворов серной кислоты \*

| Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |         | Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |        |
|---|---|---------|---|---|--------|
|   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %)             | моль/л  |   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %)             | моль/л |
| 1,000                                       | 0,2609                                      | 0,02660 | 1,095                                       | 14,04                                       | 1,567  |
| 1,005                                       | 0,9855                                      | 0,1010  | 1,100                                       | 14,73                                       | 1,652  |
| 1,010                                       | 1,731                                       | 0,1783  | 1,105                                       | 15,41                                       | 1,735  |
| 1,015                                       | 2,485                                       | 0,2595  | 1,110                                       | 16,08                                       | 1,820  |
| 1,020                                       | 3,242                                       | 0,3372  | 1,115                                       | 16,76                                       | 1,905  |
| 1,025                                       | 4,000                                       | 0,4180  | 1,120                                       | 17,43                                       | 1,990  |
| 1,030                                       | 4,746                                       | 0,4983  | 1,125                                       | 18,09                                       | 2,075  |
| 1,035                                       | 5,493                                       | 0,5796  | 1,130                                       | 18,76                                       | 2,161  |
| 1,040                                       | 6,237                                       | 0,6613  | 1,135                                       | 19,42                                       | 2,247  |
| 1,045                                       | 6,956                                       | 0,7411  | 1,140                                       | 20,08                                       | 2,334  |
| 1,050                                       | 7,704                                       | 0,8250  | 1,145                                       | 20,73                                       | 2,420  |
| 1,055                                       | 8,415                                       | 0,9054  | 1,150                                       | 21,38                                       | 2,507  |
| 1,060                                       | 9,129                                       | 0,9865  | 1,155                                       | 22,03                                       | 2,594  |
| 1,065                                       | 9,843                                       | 1,066   | 1,160                                       | 22,67                                       | 2,681  |
| 1,070                                       | 10,56                                       | 1,152   | 1,165                                       | 23,31                                       | 2,768  |
| 1,075                                       | 11,26                                       | 1,235   | 1,170                                       | 23,95                                       | 2,857  |
| 1,080                                       | 11,96                                       | 1,317   | 1,175                                       | 24,58                                       | 2,945  |
| 1,085                                       | 12,66                                       | 1,401   | 1,180                                       | 25,21                                       | 3,033  |
| 1,090                                       | 13,36                                       | 1,484   | 1,185                                       | 25,84                                       | 3,122  |

\* О пользовании таблицей см. стр. 374.

| Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |        | Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |        |
|---|---|--------|---|---|--------|
|   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %)             | моль/л |   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %)             | моль/л |
| 1,190                                       | 26,47                                       | 3,211  | 1,430                                       | 53,50                                       | 7,801  |
| 1,195                                       | 27,10                                       | 3,302  | 1,435                                       | 54,00                                       | 7,901  |
| 1,200                                       | 27,72                                       | 3,391  | 1,440                                       | 54,49                                       | 8,000  |
| 1,205                                       | 28,33                                       | 3,481  | 1,445                                       | 54,97                                       | 8,099  |
| 1,210                                       | 28,95                                       | 3,572  | 1,450                                       | 55,45                                       | 8,198  |
| 1,215                                       | 29,57                                       | 3,663  | 1,455                                       | 55,93                                       | 8,297  |
| 1,220                                       | 30,18                                       | 3,754  | 1,460                                       | 56,41                                       | 8,397  |
| 1,225                                       | 30,79                                       | 3,846  | 1,465                                       | 56,89                                       | 8,497  |
| 1,230                                       | 31,40                                       | 3,938  | 1,470                                       | 57,36                                       | 8,598  |
| 1,235                                       | 32,01                                       | 4,031  | 1,475                                       | 57,84                                       | 8,699  |
| 1,240                                       | 32,61                                       | 4,123  | 1,480                                       | 58,31                                       | 8,799  |
| 1,245                                       | 33,22                                       | 4,216  | 1,485                                       | 58,78                                       | 8,899  |
| 1,250                                       | 33,82                                       | 4,310  | 1,490                                       | 59,24                                       | 9,000  |
| 1,255                                       | 34,42                                       | 4,404  | 1,495                                       | 59,70                                       | 9,100  |
| 1,260                                       | 35,01                                       | 4,498  | 1,500                                       | 60,17                                       | 9,202  |
| 1,265                                       | 35,60                                       | 4,592  | 1,505                                       | 60,62                                       | 9,303  |
| 1,270                                       | 36,19                                       | 4,686  | 1,510                                       | 61,08                                       | 9,404  |
| 1,275                                       | 36,78                                       | 4,781  | 1,515                                       | 61,54                                       | 9,506  |
| 1,280                                       | 37,36                                       | 4,876  | 1,520                                       | 62,00                                       | 9,608  |
| 1,285                                       | 37,95                                       | 4,972  | 1,525                                       | 62,45                                       | 9,711  |
| 1,290                                       | 38,53                                       | 5,068  | 1,530                                       | 62,91                                       | 9,813  |
| 1,295                                       | 39,10                                       | 5,163  | 1,535                                       | 63,36                                       | 9,916  |
| 1,300                                       | 39,68                                       | 5,259  | 1,540                                       | 63,81                                       | 10,02  |
| 1,305                                       | 40,25                                       | 5,356  | 1,545                                       | 64,26                                       | 10,12  |
| 1,310                                       | 40,82                                       | 5,452  | 1,550                                       | 64,71                                       | 10,23  |
| 1,315                                       | 41,39                                       | 5,549  | 1,555                                       | 65,15                                       | 10,33  |
| 1,320                                       | 41,95                                       | 5,646  | 1,560                                       | 65,59                                       | 10,43  |
| 1,325                                       | 42,51                                       | 5,743  | 1,565                                       | 66,03                                       | 10,54  |
| 1,330                                       | 43,07                                       | 5,840  | 1,570                                       | 66,47                                       | 10,64  |
| 1,335                                       | 43,62                                       | 5,938  | 1,575                                       | 66,91                                       | 10,74  |
| 1,340                                       | 44,17                                       | 6,035  | 1,580                                       | 67,35                                       | 10,85  |
| 1,345                                       | 44,72                                       | 6,132  | 1,585                                       | 67,79                                       | 10,96  |
| 1,350                                       | 45,26                                       | 6,229  | 1,590                                       | 68,23                                       | 11,06  |
| 1,355                                       | 45,80                                       | 6,327  | 1,595                                       | 68,66                                       | 11,16  |
| 1,360                                       | 46,33                                       | 6,424  | 1,600                                       | 69,09                                       | 11,27  |
| 1,365                                       | 46,86                                       | 6,522  | 1,605                                       | 69,53                                       | 11,38  |
| 1,370                                       | 47,39                                       | 6,620  | 1,610                                       | 69,96                                       | 11,48  |
| 1,375                                       | 47,92                                       | 6,718  | 1,615                                       | 70,39                                       | 11,59  |
| 1,380                                       | 48,45                                       | 6,817  | 1,620                                       | 70,82                                       | 11,70  |
| 1,385                                       | 48,97                                       | 6,915  | 1,625                                       | 71,25                                       | 11,80  |
| 1,390                                       | 49,48                                       | 7,012  | 1,630                                       | 71,67                                       | 11,91  |
| 1,395                                       | 49,99                                       | 7,110  | 1,635                                       | 72,09                                       | 12,02  |
| 1,400                                       | 50,50                                       | 7,208  | 1,640                                       | 72,52                                       | 12,13  |
| 1,405                                       | 51,01                                       | 7,307  | 1,645                                       | 72,95                                       | 12,24  |
| 1,410                                       | 51,52                                       | 7,406  | 1,650                                       | 73,37                                       | 12,34  |
| 1,415                                       | 52,02                                       | 7,505  | 1,655                                       | 73,80                                       | 12,45  |
| 1,420                                       | 52,51                                       | 7,603  | 1,660                                       | 74,22                                       | 12,56  |
| 1,425                                       | 53,01                                       | 7,702  | 1,665                                       | 74,64                                       | 12,67  |

| Плотность при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |        | Плотность при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |        |
|--|---|--------|--|---|--------|
|  | г/100 г раствора (вес. %)                   | моль/л |  | г/100 г раствора (вес. %)                   | моль/л |
| 1,670                                    | 75,07                                       | 12,78  | 1,785                                    | 85,74                                       | 15,61  |
| 1,675                                    | 75,49                                       | 12,89  | 1,790                                    | 86,35                                       | 15,76  |
| 1,680                                    | 75,92                                       | 13,00  | 1,795                                    | 86,99                                       | 15,92  |
| 1,685                                    | 76,34                                       | 13,12  | 1,800                                    | 87,69                                       | 16,09  |
| 1,690                                    | 76,77                                       | 13,23  | 1,805                                    | 88,43                                       | 16,27  |
| 1,695                                    | 77,20                                       | 13,34  | 1,810                                    | 89,23                                       | 16,47  |
| 1,700                                    | 77,63                                       | 13,46  | 1,815                                    | 90,12                                       | 16,68  |
| 1,705                                    | 78,06                                       | 13,57  | 1,820                                    | 91,11                                       | 16,91  |
| 1,710                                    | 78,49                                       | 13,69  | 1,821                                    | 91,33                                       | 16,96  |
| 1,715                                    | 78,93                                       | 13,80  | 1,822                                    | 91,56                                       | 17,01  |
| 1,720                                    | 79,37                                       | 13,92  | 1,823                                    | 91,78                                       | 17,06  |
| 1,725                                    | 79,81                                       | 14,04  | 1,824                                    | 92,00                                       | 17,11  |
| 1,730                                    | 80,25                                       | 14,16  | 1,825                                    | 92,25                                       | 17,17  |
| 1,735                                    | 80,70                                       | 14,28  | 1,826                                    | 92,51                                       | 17,22  |
| 1,740                                    | 81,16                                       | 14,40  | 1,827                                    | 92,77                                       | 17,28  |
| 1,745                                    | 81,62                                       | 14,52  | 1,828                                    | 93,03                                       | 17,34  |
| 1,750                                    | 82,09                                       | 14,65  | 1,829                                    | 93,33                                       | 17,40  |
| 1,755                                    | 82,57                                       | 14,78  | 1,830                                    | 93,64                                       | 17,47  |
| 1,760                                    | 83,06                                       | 14,90  | 1,831                                    | 93,94                                       | 17,54  |
| 1,765                                    | 83,57                                       | 15,04  | 1,832                                    | 94,32                                       | 17,62  |
| 1,770                                    | 84,08                                       | 15,17  | 1,833                                    | 94,72                                       | 17,70  |
| 1,775                                    | 84,61                                       | 15,31  | 1,834                                    | 95,12                                       | 17,79  |
| 1,780                                    | 85,16                                       | 15,46  | 1,835                                    | 95,72                                       | 17,91  |

## В. Плотности и концентрации растворов соляной кислоты\*

| Плотность при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация HCl          |         | Плотность при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация HCl          |                    |
|--|---------------------------|---------|--|---------------------------|--------------------|
|  | г/100 г раствора (вес. %) | моль/л  |  | г/100 г раствора (вес. %) | моль/л             |
| 1,000                                    | 0,3600                    | 0,09872 | 1,075                                    | 15,48 <sub>5</sub>        | 4,565              |
| 1,005                                    | 1,360                     | 0,3748  | 1,080                                    | 16,47                     | 4,878              |
| 1,010                                    | 2,364                     | 0,6547  | 1,085                                    | 17,45                     | 5,192              |
| 1,015                                    | 3,374                     | 0,9391  | 1,090                                    | 18,43                     | 5,509 <sub>5</sub> |
| 1,020                                    | 4,388                     | 1,227   | 1,095                                    | 19,41                     | 5,829              |
| 1,025                                    | 5,408                     | 1,520   | 1,100                                    | 20,39                     | 6,150              |
| 1,030                                    | 6,433                     | 1,817   | 1,105                                    | 21,36                     | 6,472              |
| 1,035                                    | 7,464                     | 2,118   | 1,110                                    | 22,33                     | 6,796              |
| 1,040                                    | 8,490                     | 2,421   | 1,115                                    | 23,29                     | 7,122              |
| 1,045                                    | 9,510                     | 2,725   | 1,120                                    | 24,25                     | 7,449              |
| 1,050                                    | 10,52                     | 3,029   | 1,125                                    | 25,22                     | 7,782              |
| 1,055                                    | 11,52                     | 3,333   | 1,130                                    | 26,20                     | 8,118              |
| 1,060                                    | 12,51                     | 3,638   | 1,135                                    | 27,18                     | 8,459              |
| 1,065                                    | 13,50                     | 3,944   | 1,140                                    | 28,18                     | 8,809              |
| 1,070                                    | 14,49 <sub>5</sub>        | 4,253   | 1,145                                    | 29,17                     | 9,159              |

\* О пользовании таблицей см. стр. 374.

| Плотность при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация HCl          |                    | Плотность при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация HCl          |        |
|--|---------------------------|--------------------|--|---------------------------|--------|
|  | г/100 г раствора (вес. %) | моль/л             |  | г/100 г раствора (вес. %) | моль/л |
| 1,150                                    | 30,14                     | 9,505              | 1,180                                    | 36,23                     | 11,73  |
| 1,155                                    | 31,14                     | 9,863              | 1,185                                    | 37,27                     | 12,11  |
| 1,160                                    | 32,14                     | 10,22 <sub>5</sub> | 1,190                                    | 38,32                     | 12,50  |
| 1,165                                    | 33,16                     | 10,59 <sub>5</sub> | 1,195                                    | 39,37                     | 12,90  |
| 1,170                                    | 34,18                     | 10,97              | 1,198                                    | 40,00                     | 13,14  |
| 1,175                                    | 35,20                     | 11,34              |  |                           |        |

Концентрации соляной кислоты, имеющей постоянную температуру кипения

|   |         |         |         |         |         |         |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Атмосферное давление во время перегонки, мм рт. ст. . . . .                         | 780     | 770     | 760     | 750     | 740     | 730     |
| Концентрация соляной кислоты (приведено к пустоте), г HCl/100 г раствора . . . . .  | 20,173  | 20,197  | 20,221  | 20,245  | 20,269  | 20,293  |
| Масса дистиллята, содержащего точно 1 моль HCl (взвешивание в воздухе), г . . . . . | 180,621 | 180,407 | 180,193 | 179,979 | 179,766 | 179,551 |

Г. Плотности и концентрации растворов фосфорной кислоты \*

| Плотность при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> |        | Плотность при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> |        |
|--|---|--------|--|---|--------|
|  | г/100 г раствора (вес. %)                   | моль/л |  | г/100 г раствора (вес. %)                   | моль/л |
| 1,000                                    | 0,296                                       | 0,030  | 1,075                                    | 13,76                                       | 1,510  |
| 1,005                                    | 1,222                                       | 0,1253 | 1,080                                    | 14,60                                       | 1,609  |
| 1,010                                    | 2,148                                       | 0,2214 | 1,085                                    | 15,43                                       | 1,708  |
| 1,015                                    | 3,074                                       | 0,3184 | 1,090                                    | 16,26                                       | 1,807  |
| 1,020                                    | 4,000                                       | 0,4164 | 1,095                                    | 17,07                                       | 1,906  |
| 1,025                                    | 4,926                                       | 0,5152 | 1,100                                    | 17,87                                       | 2,005  |
| 1,030                                    | 5,836                                       | 0,6134 | 1,105                                    | 18,68                                       | 2,105  |
| 1,035                                    | 6,745                                       | 0,7124 | 1,110                                    | 19,46                                       | 2,204  |
| 1,040                                    | 7,643                                       | 0,8110 | 1,115                                    | 20,25                                       | 2,304  |
| 1,045                                    | 8,536                                       | 0,911  | 1,120                                    | 21,03                                       | 2,403  |
| 1,050                                    | 9,429                                       | 1,010  | 1,125                                    | 21,80                                       | 2,502  |
| 1,055                                    | 10,32                                       | 1,111  | 1,130                                    | 22,56                                       | 2,602  |
| 1,060                                    | 11,19                                       | 1,210  | 1,135                                    | 23,32                                       | 2,702  |
| 1,065                                    | 12,06                                       | 1,311  | 1,140                                    | 24,07                                       | 2,800  |
| 1,070                                    | 12,92                                       | 1,411  | 1,145                                    | 24,82                                       | 2,900  |

\* О пользовании таблицей см. стр. 374.

| Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> |        | Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> |        |
|---|---|--------|---|---|--------|
|   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %)             | моль/л |   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %)             | моль/л |
| 1,150                                       | 25,57                                       | 3,000  | 1,390                                       | 56,42                                       | 8,004  |
| 1,155                                       | 26,31                                       | 3,101  | 1,395                                       | 56,98                                       | 8,112  |
| 1,160                                       | 27,05                                       | 3,203  | 1,400                                       | 57,54                                       | 8,221  |
| 1,165                                       | 27,78                                       | 3,304  | 1,405                                       | 58,09                                       | 8,328  |
| 1,170                                       | 28,51                                       | 3,404  | 1,410                                       | 58,64                                       | 8,437  |
| 1,175                                       | 29,23                                       | 3,505  | 1,415                                       | 59,19                                       | 8,547  |
| 1,180                                       | 29,94                                       | 3,606  | 1,420                                       | 59,74                                       | 8,658  |
| 1,185                                       | 30,65                                       | 3,707  | 1,425                                       | 60,29                                       | 8,766  |
| 1,190                                       | 31,35                                       | 3,806  | 1,430                                       | 60,84                                       | 8,878  |
| 1,195                                       | 32,05                                       | 3,908  | 1,435                                       | 61,38                                       | 8,989  |
| 1,200                                       | 32,75                                       | 4,010  | 1,440                                       | 61,92                                       | 9,099  |
| 1,205                                       | 33,44                                       | 4,112  | 1,445                                       | 62,45                                       | 9,208  |
| 1,210                                       | 34,13                                       | 4,215  | 1,450                                       | 62,98                                       | 9,322  |
| 1,215                                       | 34,82                                       | 4,317  | 1,455                                       | 63,51                                       | 9,432  |
| 1,220                                       | 35,50                                       | 4,420  | 1,460                                       | 64,03                                       | 9,541  |
| 1,225                                       | 36,17                                       | 4,522  | 1,465                                       | 64,55                                       | 9,651  |
| 1,230                                       | 36,84                                       | 4,624  | 1,470                                       | 65,07                                       | 9,761  |
| 1,235                                       | 37,51                                       | 4,727  | 1,475                                       | 65,58                                       | 9,870  |
| 1,240                                       | 38,17                                       | 4,829  | 1,480                                       | 66,09                                       | 9,982  |
| 1,245                                       | 38,83                                       | 4,932  | 1,485                                       | 66,60                                       | 10,09  |
| 1,250                                       | 39,49                                       | 5,036  | 1,490                                       | 67,10                                       | 10,21  |
| 1,255                                       | 40,14                                       | 5,140  | 1,495                                       | 67,60                                       | 10,31  |
| 1,260                                       | 40,79                                       | 5,245  | 1,500                                       | 68,10                                       | 10,42  |
| 1,265                                       | 41,44                                       | 5,350  | 1,505                                       | 68,60                                       | 10,53  |
| 1,270                                       | 42,09                                       | 5,454  | 1,510                                       | 69,09                                       | 10,64  |
| 1,275                                       | 42,73                                       | 5,559  | 1,515                                       | 69,58                                       | 10,76  |
| 1,280                                       | 43,37                                       | 5,655  | 1,520                                       | 70,07                                       | 10,86  |
| 1,285                                       | 44,00                                       | 5,771  | 1,525                                       | 70,56                                       | 10,98  |
| 1,290                                       | 44,63                                       | 5,875  | 1,530                                       | 71,04                                       | 11,09  |
| 1,295                                       | 45,26                                       | 5,981  | 1,535                                       | 71,52                                       | 11,20  |
| 1,300                                       | 45,88                                       | 6,087  | 1,540                                       | 72,00                                       | 11,32  |
| 1,305                                       | 46,49                                       | 6,191  | 1,545                                       | 72,48                                       | 11,42  |
| 1,310                                       | 47,10                                       | 6,296  | 1,550                                       | 72,95                                       | 11,53  |
| 1,315                                       | 47,70                                       | 6,400  | 1,555                                       | 73,42                                       | 11,65  |
| 1,320                                       | 48,30                                       | 6,506  | 1,560                                       | 73,89                                       | 11,76  |
| 1,325                                       | 48,89                                       | 6,610  | 1,565                                       | 74,36                                       | 11,88  |
| 1,330                                       | 49,48                                       | 6,716  | 1,570                                       | 74,83                                       | 11,99  |
| 1,335                                       | 50,07                                       | 6,822  | 1,575                                       | 75,30                                       | 12,11  |
| 1,340                                       | 50,66                                       | 6,928  | 1,580                                       | 75,76                                       | 12,22  |
| 1,345                                       | 51,25                                       | 7,034  | 1,585                                       | 76,22                                       | 12,33  |
| 1,350                                       | 51,84                                       | 7,141  | 1,590                                       | 76,68                                       | 12,45  |
| 1,355                                       | 52,42                                       | 7,247  | 1,595                                       | 77,14                                       | 12,56  |
| 1,360                                       | 53,00                                       | 7,355  | 1,600                                       | 77,60                                       | 12,67  |
| 1,365                                       | 53,57                                       | 7,463  | 1,605                                       | 78,05                                       | 12,78  |
| 1,370                                       | 54,14                                       | 7,570  | 1,610                                       | 78,50                                       | 12,90  |
| 1,375                                       | 54,71                                       | 7,678  | 1,615                                       | 78,95                                       | 13,01  |
| 1,380                                       | 55,28                                       | 7,784  | 1,620                                       | 79,40                                       | 13,12  |
| 1,385                                       | 55,85                                       | 7,894  | 1,625                                       | 79,85                                       | 13,24  |

| Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация Н <sub>3</sub> Р <sub>0</sub> ₄ |        | Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация Н <sub>3</sub> Р <sub>0</sub> ₄ |        |
|---|--|--------|---|--|--------|
|   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %)              | моль/л |   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %)              | моль/л |
| 1,630                                       | 80,30  | 13,36  | 1,755                                       | 90,95  | 16,29  |
| 1,635                                       | 80,75  | 13,48  | 1,760                                       | 91,36  | 16,41  |
| 1,640                                       | 81,20  | 13,59  | 1,765                                       | 91,77  | 16,53  |
| 1,645                                       | 81,64  | 13,71  | 1,770                                       | 92,17  | 16,65  |
| 1,650                                       | 82,08  | 13,82  | 1,775                                       | 92,57  | 16,77  |
| 1,655                                       | 82,52  | 13,94  | 1,780                                       | 92,97  | 16,89  |
| 1,660                                       | 82,96  | 14,06  | 1,785                                       | 93,37  | 17,00  |
| 1,665                                       | 83,39  | 14,17  | 1,790                                       | 93,77  | 17,13  |
| 1,670                                       | 83,82  | 14,29  | 1,795                                       | 94,17  | 17,25  |
| 1,675                                       | 84,25  | 14,40  | 1,800                                       | 94,57  | 17,37  |
| 1,680                                       | 84,68  | 14,52  | 1,805                                       | 94,97  | 17,50  |
| 1,685                                       | 85,11  | 14,63  | 1,810                                       | 95,37  | 17,62  |
| 1,690                                       | 85,54  | 14,75  | 1,815                                       | 95,76  | 17,74  |
| 1,695                                       | 85,96  | 14,87  | 1,820                                       | 96,15  | 17,85  |
| 1,700                                       | 86,38  | 14,98  | 1,825                                       | 96,54  | 17,98  |
| 1,705                                       | 86,80  | 15,10  | 1,830                                       | 96,93  | 18,10  |
| 1,710                                       | 87,22  | 15,22  | 1,835                                       | 97,32  | 18,23  |
| 1,715                                       | 87,64  | 15,33  | 1,840                                       | 97,71  | 18,34  |
| 1,720                                       | 88,06  | 15,45  | 1,845                                       | 98,10  | 18,47  |
| 1,725                                       | 88,48  | 15,57  | 1,850                                       | 98,48  | 18,60  |
| 1,730                                       | 88,90  | 15,70  | 1,855                                       | 98,86  | 18,72  |
| 1,735                                       | 89,31  | 15,81  | 1,860                                       | 99,24  | 18,84  |
| 1,740                                       | 89,72  | 15,93  | 1,865                                       | 99,62  | 18,96  |
| 1,745                                       | 90,13  | 16,04  | 1,870                                       | 100,00                                       | 19,08  |
| 1,750                                       | 90,54  | 16,16  |   |  |        |

## Д. Плотности и концентрации растворов хлорной кислоты \*

| Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация НСlO <sub>4</sub>  |        | Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация НСlO <sub>4</sub>  |        |
|---|---------------------------------|--------|---|---------------------------------|--------|
|   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л |   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л |
| 1,005                                       | 1,00                            | 0,1004 | 1,065                                       | 10,83                           | 1,148  |
| 1,010                                       | 1,90                            | 0,1910 | 1,070                                       | 11,58                           | 1,233  |
| 1,015                                       | 2,77                            | 0,2799 | 1,075                                       | 12,33                           | 1,319  |
| 1,020                                       | 3,61                            | 0,3665 | 1,080                                       | 13,08                           | 1,406  |
| 1,025                                       | 4,43                            | 0,4520 | 1,085                                       | 13,83                           | 1,494  |
| 1,030                                       | 5,25                            | 0,5383 | 1,090                                       | 14,56                           | 1,580  |
| 1,035                                       | 6,07                            | 0,6253 | 1,095                                       | 15,28                           | 1,665  |
| 1,040                                       | 6,88                            | 0,7122 | 1,100                                       | 16,00                           | 1,752  |
| 1,045                                       | 7,68                            | 0,7989 | 1,105                                       | 16,72                           | 1,839  |
| 1,050                                       | 8,48                            | 0,8863 | 1,110                                       | 17,45                           | 1,928  |
| 1,055                                       | 9,28                            | 0,9745 | 1,115                                       | 18,16                           | 2,015  |
| 1,060                                       | 10,06                           | 1,061  | 1,120                                       | 18,88                           | 2,105  |

\* О пользовании таблицей см. стр. 374.

| Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация HClO <sub>4</sub>  |        | Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация HClO <sub>4</sub>  |        |
|---|---------------------------------|--------|---|---------------------------------|--------|
|   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л |   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л |
| 1,125                                       | 19,57                           | 2,191  | 1,360                                       | 45,71                           | 6,188  |
| 1,130                                       | 20,26                           | 2,279  | 1,365                                       | 46,16                           | 6,272  |
| 1,135                                       | 20,95                           | 2,367  | 1,370                                       | 46,61                           | 6,356  |
| 1,140                                       | 21,64                           | 2,456  | 1,375                                       | 47,05                           | 6,439  |
| 1,145                                       | 22,32                           | 2,544  | 1,380                                       | 47,49                           | 6,523  |
| 1,150                                       | 22,99                           | 2,632  | 1,385                                       | 47,93                           | 6,608  |
| 1,155                                       | 23,65                           | 2,719  | 1,390                                       | 48,37                           | 6,692  |
| 1,160                                       | 24,30                           | 2,806  | 1,395                                       | 48,80                           | 6,776  |
| 1,165                                       | 24,94                           | 2,892  | 1,400                                       | 49,23                           | 6,860  |
| 1,170                                       | 25,57                           | 2,978  | 1,405                                       | 49,68                           | 6,948  |
| 1,175                                       | 26,20                           | 3,064  | 1,410                                       | 50,10                           | 7,032  |
| 1,180                                       | 26,82                           | 3,150  | 1,415                                       | 50,51                           | 7,114  |
| 1,185                                       | 27,44                           | 3,237  | 1,420                                       | 50,90                           | 7,196  |
| 1,190                                       | 28,05                           | 3,323  | 1,425                                       | 51,31                           | 7,278  |
| 1,195                                       | 28,66                           | 3,409  | 1,430                                       | 51,71                           | 7,360  |
| 1,200                                       | 29,26                           | 3,495  | 1,435                                       | 52,11                           | 7,443  |
| 1,205                                       | 29,86                           | 3,582  | 1,440                                       | 52,51                           | 7,527  |
| 1,210                                       | 30,45                           | 3,667  | 1,445                                       | 52,89                           | 7,607  |
| 1,215                                       | 31,04                           | 3,754  | 1,450                                       | 53,27                           | 7,689  |
| 1,220                                       | 31,61                           | 3,839  | 1,455                                       | 53,65                           | 7,770  |
| 1,225                                       | 32,18                           | 3,924  | 1,460                                       | 54,03                           | 7,852  |
| 1,230                                       | 32,74                           | 4,008  | 1,465                                       | 54,41                           | 7,934  |
| 1,235                                       | 33,29                           | 4,092  | 1,470                                       | 54,79                           | 8,017  |
| 1,240                                       | 33,85                           | 4,178  | 1,475                                       | 55,17                           | 8,100  |
| 1,245                                       | 34,40                           | 4,263  | 1,480                                       | 55,55                           | 8,183  |
| 1,250                                       | 34,95                           | 4,349  | 1,485                                       | 55,93                           | 8,267  |
| 1,255                                       | 35,49                           | 4,433  | 1,490                                       | 56,31                           | 8,352  |
| 1,260                                       | 36,03                           | 4,519  | 1,495                                       | 56,69                           | 8,436  |
| 1,265                                       | 36,56                           | 4,604  | 1,500                                       | 57,06                           | 8,519  |
| 1,270                                       | 37,08                           | 4,687  | 1,505                                       | 57,44                           | 8,605  |
| 1,275                                       | 37,60                           | 4,772  | 1,510                                       | 57,81                           | 8,689  |
| 1,280                                       | 38,10                           | 4,854  | 1,515                                       | 58,17                           | 8,772  |
| 1,285                                       | 38,60                           | 4,937  | 1,520                                       | 58,54                           | 8,857  |
| 1,290                                       | 39,10                           | 5,021  | 1,525                                       | 58,91                           | 8,942  |
| 1,295                                       | 39,60                           | 5,105  | 1,530                                       | 59,28                           | 9,028  |
| 1,300                                       | 40,10                           | 5,189  | 1,535                                       | 59,66                           | 9,116  |
| 1,305                                       | 40,59                           | 5,273  | 1,540                                       | 60,04                           | 9,203  |
| 1,310                                       | 41,08                           | 5,357  | 1,545                                       | 60,41                           | 9,290  |
| 1,315                                       | 41,56                           | 5,440  | 1,550                                       | 60,78                           | 9,377  |
| 1,320                                       | 42,02                           | 5,521  | 1,555                                       | 61,15                           | 9,465  |
| 1,325                                       | 42,49                           | 5,604  | 1,560                                       | 61,52                           | 9,553  |
| 1,330                                       | 42,97                           | 5,689  | 1,565                                       | 61,89                           | 9,641  |
| 1,335                                       | 43,43                           | 5,771  | 1,570                                       | 62,26                           | 9,730  |
| 1,340                                       | 43,89                           | 5,854  | 1,575                                       | 62,63                           | 9,819  |
| 1,345                                       | 44,35                           | 5,937  | 1,580                                       | 63,00                           | 9,908  |
| 1,350                                       | 44,81                           | 6,021  | 1,585                                       | 63,37                           | 9,998  |
| 1,355                                       | 45,26                           | 6,104  | 1,590                                       | 63,74                           | 10,09  |
|   |                                 |        | 1,595                                       | 64,12                           | 10,18  |

| Плотность при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация HClO <sub>4</sub> |        | Плотность при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация HClO <sub>4</sub> |        |
|--|--------------------------------|--------|--|--------------------------------|--------|
|  | г/100 г раствора (вес. %)      | моль/л |  | г/100 г раствора (вес. %)      | моль/л |
| 1,600                                    | 64,50                          | 10,27  | 1,640                                    | 67,51                          | 11,02  |
| 1,605                                    | 64,88                          | 10,37  | 1,645                                    | 67,89                          | 11,12  |
| 1,610                                    | 65,26                          | 10,46  | 1,650                                    | 68,26                          | 11,21  |
| 1,615                                    | 65,63                          | 10,55  | 1,655                                    | 68,64                          | 11,31  |
| 1,620                                    | 66,01                          | 10,64  | 1,660                                    | 69,02                          | 11,40  |
| 1,625                                    | 66,39                          | 10,74  | 1,665                                    | 69,40                          | 11,50  |
| 1,630                                    | 66,76                          | 10,83  | 1,670                                    | 69,77                          | 11,60  |
| 1,635                                    | 67,13                          | 10,93  | 1,675                                    | 70,15                          | 11,70  |

## Е. Плотности и концентрации растворов уксусной кислоты \*

| Плотность при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация CH <sub>3</sub> COOH |        | Плотность при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация CH <sub>3</sub> COOH |           |
|--|-----------------------------------|--------|--|-----------------------------------|-----------|
|  | г/100 г раствора (вес. %)         | моль/л |  | г/100 г раствора (вес. %)         | моль/л    |
| 1,000                                    | 1,20                              | 0,200  | 1,050                                    | 40,2                              | 7,03      |
| 1,005                                    | 4,64                              | 0,777  | 1,055                                    | 46,9                              | 8,24      |
| 1,010                                    | 8,14                              | 1,37   | 1,060                                    | 53,4                              | 9,43      |
| 1,015                                    | 11,7                              | 1,98   | 1,065                                    | 61,4                              | 10,9      |
| 1,020                                    | 15,4                              | 2,61   | 1,070                                    | 77—79 **                          | 13,7—14,1 |
| 1,025                                    | 19,2                              | 3,27   | 1,065                                    | 91,2                              | 16,2      |
| 1,030                                    | 23,1                              | 3,96   | 1,060                                    | 95,4                              | 16,8      |
| 1,035                                    | 27,2                              | 4,68   | 1,055                                    | 98,0                              | 17,2      |
| 1,040                                    | 31,6                              | 5,46   | 1,050                                    | 99,9                              | 17,5      |
| 1,045                                    | 36,2                              | 6,30   |  |                                   |           |

## Ж. Плотности и концентрации растворов едкого кали \*

| Плотность при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация КОН          |                    | Плотность при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация КОН          |                    |
|--|---------------------------|--------------------|--|---------------------------|--------------------|
|  | г/100 г раствора (вес. %) | моль/л             |  | г/100 г раствора (вес. %) | моль/л             |
| 1,000                                    | 0,197                     | 0,0351             | 1,030                                    | 3,48                      | 0,639 <sub>5</sub> |
| 1,005                                    | 0,743                     | 0,133              | 1,035                                    | 4,03                      | 0,744              |
| 1,010                                    | 1,29 <sub>5</sub>         | 0,233              | 1,040                                    | 4,58                      | 0,848              |
| 1,015                                    | 1,84                      | 0,333              | 1,045                                    | 5,12                      | 0,954              |
| 1,020                                    | 2,38                      | 0,433 <sub>5</sub> | 1,050                                    | 5,66                      | 1,06               |
| 1,025                                    | 2,93                      | 0,536              | 1,055                                    | 6,20                      | 1,17               |

\* О пользовании таблицей см. стр. 374.

\*\* Уксусная кислота в указанных границах концентрации имеет плотность 1,0700 г/см<sup>3</sup> с отклонениями меньше 0,0001. Поскольку дальнейшее повышение концентрации приводит снова к уменьшению плотности, для установления, какая из двух возможных концентраций отвечает найденной плотности (например, при плотности 1,060 г/см<sup>3</sup>, будет ли концентрация раствора равной 53,4 или 95,4%), приливают к пробе уксусной кислоты немного воды. Если плотность уменьшится, надо взять меньшую концентрацию (в указанном примере 53,4%), если плотность увеличится, то берут большую концентрацию (в данном примере 95,4%).

| Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация КОН                |                   | Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация КОН                |                   |
|---|---------------------------------|-------------------|---|---------------------------------|-------------------|
|   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л            |   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л            |
| 1,060                                       | 6,74                            | 1,27              | 1,300                                       | 31,15                           | 7,22              |
| 1,065                                       | 7,28                            | 1,38              | 1,305                                       | 31,62                           | 7,36              |
| 1,070                                       | 7,82                            | 1,49              | 1,310                                       | 32,09                           | 7,49              |
| 1,075                                       | 8,36                            | 1,60              | 1,315                                       | 32,56                           | 7,63              |
| 1,080                                       | 8,89                            | 1,71              | 1,320                                       | 33,03                           | 7,77              |
| 1,085                                       | 9,43                            | 1,82              | 1,325                                       | 33,50                           | 7,91              |
| 1,090                                       | 9,96                            | 1,94              | 1,330                                       | 33,97                           | 8,05              |
| 1,095                                       | 10,49                           | 2,05              | 1,335                                       | 34,43                           | 8,19              |
| 1,100                                       | 11,03                           | 2,16              | 1,340                                       | 34,90                           | 8,33 <sub>5</sub> |
| 1,105                                       | 11,56                           | 2,28              | 1,345                                       | 35,36                           | 8,48              |
| 1,110                                       | 12,08                           | 2,39              | 1,350                                       | 35,82                           | 8,62              |
| 1,115                                       | 12,61                           | 2,51              | 1,355                                       | 36,28                           | 8,76              |
| 1,120                                       | 13,14                           | 2,62              | 1,360                                       | 36,73 <sub>5</sub>              | 8,90 <sub>5</sub> |
| 1,125                                       | 13,66                           | 2,74              | 1,365                                       | 37,19                           | 9,05              |
| 1,130                                       | 14,19                           | 2,86              | 1,370                                       | 37,65                           | 9,19              |
| 1,135                                       | 14,70 <sub>5</sub>              | 2,97 <sub>5</sub> | 1,375                                       | 38,10 <sub>5</sub>              | 9,34              |
| 1,140                                       | 15,22                           | 3,09              | 1,380                                       | 38,56                           | 9,48              |
| 1,145                                       | 15,74                           | 3,21              | 1,385                                       | 39,01                           | 9,63              |
| 1,150                                       | 16,26                           | 3,33              | 1,390                                       | 39,46                           | 9,78              |
| 1,155                                       | 16,78                           | 3,45              | 1,395                                       | 39,92                           | 9,93              |
| 1,160                                       | 17,29                           | 3,58              | 1,400                                       | 40,37                           | 10,07             |
| 1,165                                       | 17,81                           | 3,70              | 1,405                                       | 40,82                           | 10,22             |
| 1,170                                       | 18,32                           | 3,82              | 1,410                                       | 41,26                           | 10,37             |
| 1,175                                       | 18,84                           | 3,94 <sub>5</sub> | 1,415                                       | 41,71                           | 10,52             |
| 1,180                                       | 19,35                           | 4,07              | 1,420                                       | 42,15 <sub>5</sub>              | 10,67             |
| 1,185                                       | 19,86                           | 4,19 <sub>5</sub> | 1,425                                       | 42,60                           | 10,82             |
| 1,190                                       | 20,37                           | 4,32              | 1,430                                       | 43,04                           | 10,97             |
| 1,195                                       | 20,88                           | 4,45              | 1,435                                       | 43,48                           | 11,12             |
| 1,200                                       | 21,38                           | 4,57              | 1,440                                       | 43,92                           | 11,28             |
| 1,205                                       | 21,88                           | 4,70              | 1,445                                       | 44,36                           | 11,42             |
| 1,210                                       | 22,38                           | 4,83              | 1,450                                       | 44,79                           | 11,58             |
| 1,215                                       | 22,88                           | 4,95 <sub>5</sub> | 1,455                                       | 45,23                           | 11,73             |
| 1,220                                       | 23,38                           | 5,08              | 1,460                                       | 45,66                           | 11,88             |
| 1,225                                       | 23,87                           | 5,21              | 1,465                                       | 46,09 <sub>5</sub>              | 12,04             |
| 1,230                                       | 24,37                           | 5,34              | 1,470                                       | 46,53                           | 12,19             |
| 1,235                                       | 24,86                           | 5,47              | 1,475                                       | 46,96                           | 12,35             |
| 1,240                                       | 25,36                           | 5,60              | 1,480                                       | 47,39                           | 12,50             |
| 1,245                                       | 25,85                           | 5,74              | 1,485                                       | 47,82                           | 12,66             |
| 1,250                                       | 26,34                           | 5,87              | 1,490                                       | 48,25                           | 12,82             |
| 1,255                                       | 26,83                           | 6,00              | 1,495                                       | 48,67 <sub>5</sub>              | 12,97             |
| 1,260                                       | 27,32                           | 6,13 <sub>5</sub> | 1,500                                       | 49,10                           | 13,13             |
| 1,265                                       | 27,80                           | 6,27              | 1,505                                       | 49,53                           | 13,29             |
| 1,270                                       | 28,29                           | 6,40              | 1,510                                       | 49,95                           | 13,45             |
| 1,275                                       | 28,77                           | 6,54              | 1,515                                       | 50,38                           | 13,60             |
| 1,280                                       | 29,25                           | 6,67              | 1,520                                       | 50,80                           | 13,76             |
| 1,285                                       | 29,73                           | 6,81              | 1,525                                       | 51,22                           | 13,92             |
| 1,290                                       | 30,21                           | 6,95              | 1,530                                       | 51,64                           | 14,08             |
| 1,295                                       | 30,68                           | 7,08              | 1,535                                       | 52,05                           | 14,24             |

## II. Плотности и концентрации растворов едкого натра \*

| Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация NaOH               |        | Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация NaOH               |        |
|---|---------------------------------|--------|---|---------------------------------|--------|
|   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л |   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л |
| 1,000                                       | 0,159                           | 0,0398 | 1,220                                       | 20,07                           | 6,122  |
| 1,005                                       | 0,602                           | 0,151  | 1,225                                       | 20,53                           | 6,286  |
| 1,010                                       | 1,04 <sub>5</sub>               | 0,264  | 1,230                                       | 20,98                           | 6,451  |
| 1,015                                       | 1,49                            | 0,378  | 1,235                                       | 21,44                           | 6,619  |
| 1,020                                       | 1,94                            | 0,494  | 1,240                                       | 21,90                           | 6,788  |
| 1,025                                       | 2,39                            | 0,611  | 1,245                                       | 22,36                           | 6,958  |
| 1,030                                       | 2,84                            | 0,731  | 1,250                                       | 22,82                           | 7,129  |
| 1,035                                       | 3,29                            | 0,851  | 1,255                                       | 23,27 <sub>5</sub>              | 7,302  |
| 1,040                                       | 3,74 <sub>5</sub>               | 0,971  | 1,260                                       | 23,73                           | 7,475  |
| 1,045                                       | 4,20                            | 1,097  | 1,265                                       | 24,19                           | 7,650  |
| 1,050                                       | 4,65 <sub>5</sub>               | 1,222  | 1,270                                       | 24,64 <sub>5</sub>              | 7,824  |
| 1,055                                       | 5,11                            | 1,347  | 1,275                                       | 25,10                           | 8,000  |
| 1,060                                       | 5,56                            | 1,474  | 1,280                                       | 25,56                           | 8,178  |
| 1,065                                       | 6,02                            | 1,602  | 1,285                                       | 26,02                           | 8,357  |
| 1,070                                       | 6,47                            | 1,731  | 1,290                                       | 26,48                           | 8,539  |
| 1,075                                       | 6,93                            | 1,862  | 1,295                                       | 26,94                           | 8,722  |
| 1,080                                       | 7,38                            | 1,992  | 1,300                                       | 27,41                           | 8,906  |
| 1,085                                       | 7,83                            | 2,123  | 1,305                                       | 27,87                           | 9,092  |
| 1,090                                       | 8,28                            | 2,257  | 1,310                                       | 28,33                           | 9,278  |
| 1,095                                       | 8,74                            | 2,391  | 1,315                                       | 28,80                           | 9,466  |
| 1,100                                       | 9,19                            | 2,527  | 1,320                                       | 29,26                           | 9,656  |
| 1,105                                       | 9,64 <sub>5</sub>               | 2,664  | 1,325                                       | 29,73                           | 9,847  |
| 1,110                                       | 10,10                           | 2,802  | 1,330                                       | 30,20                           | 10,04  |
| 1,115                                       | 10,55 <sub>5</sub>              | 2,942  | 1,335                                       | 30,67                           | 10,23  |
| 1,120                                       | 11,01                           | 3,082  | 1,340                                       | 31,14                           | 10,43  |
| 1,125                                       | 11,46                           | 3,224  | 1,345                                       | 31,62                           | 10,63  |
| 1,130                                       | 11,92                           | 3,367  | 1,350                                       | 32,10                           | 10,83  |
| 1,135                                       | 12,37                           | 3,510  | 1,355                                       | 32,58                           | 11,03  |
| 1,140                                       | 12,83                           | 3,655  | 1,360                                       | 33,06                           | 11,24  |
| 1,145                                       | 13,28                           | 3,801  | 1,365                                       | 33,54                           | 11,45  |
| 1,150                                       | 13,73                           | 3,947  | 1,370                                       | 34,03                           | 11,65  |
| 1,155                                       | 14,18                           | 4,095  | 1,375                                       | 34,52                           | 11,86  |
| 1,160                                       | 14,64                           | 4,244  | 1,380                                       | 35,01                           | 12,08  |
| 1,165                                       | 15,09                           | 4,395  | 1,385                                       | 35,50 <sub>5</sub>              | 12,29  |
| 1,170                                       | 15,54                           | 4,545  | 1,390                                       | 36,00                           | 12,51  |
| 1,175                                       | 15,99                           | 4,697  | 1,395                                       | 36,49 <sub>5</sub>              | 12,73  |
| 1,180                                       | 16,44                           | 4,850  | 1,400                                       | 36,99                           | 12,95  |
| 1,185                                       | 16,89                           | 5,004  | 1,405                                       | 37,49                           | 13,17  |
| 1,190                                       | 17,34 <sub>5</sub>              | 5,160  | 1,410                                       | 37,99                           | 13,39  |
| 1,195                                       | 17,80                           | 5,317  | 1,415                                       | 38,49                           | 13,61  |
| 1,200                                       | 18,25 <sub>5</sub>              | 5,476  | 1,420                                       | 38,99                           | 13,84  |
| 1,205                                       | 18,71                           | 5,636  | 1,425                                       | 39,49 <sub>5</sub>              | 14,07  |
| 1,210                                       | 19,16                           | 5,796  | 1,430                                       | 40,00                           | 14,30  |
| 1,215                                       | 19,62                           | 5,958  | 1,435                                       | 40,51 <sub>5</sub>              | 14,53  |

\* О пользовании таблицей см. стр. 374.

| Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация NaOH               |        | Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация NaOH               |        |
|---|---------------------------------|--------|---|---------------------------------|--------|
|   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л |   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л |
| 1,440                                       | 41,03                           | 14,77  | 1,490                                       | 46,27                           | 17,23  |
| 1,445                                       | 41,55                           | 15,01  | 1,495                                       | 46,80                           | 17,49  |
| 1,450                                       | 42,07                           | 15,25  | 1,500                                       | 47,33                           | 17,75  |
| 1,455                                       | 42,59                           | 15,49  | 1,505                                       | 47,85                           | 18,00  |
| 1,460                                       | 43,12                           | 15,74  | 1,510                                       | 48,38                           | 18,26  |
| 1,465                                       | 43,64                           | 15,98  | 1,515                                       | 48,90 <sub>5</sub>              | 18,52  |
| 1,470                                       | 44,17                           | 16,23  | 1,520                                       | 49,44                           | 18,78  |
| 1,475                                       | 44,69 <sub>5</sub>              | 16,48  | 1,525                                       | 49,97                           | 19,05  |
| 1,480                                       | 45,22                           | 16,73  | 1,530                                       | 50,50                           | 19,31  |
| 1,485                                       | 45,75                           | 16,98  |   |                                 |        |

## К. Плотности и концентрации растворов аммиака \*

| Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация NH <sub>3</sub>    |                   | Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация NH <sub>3</sub>    |        |
|---|---------------------------------|-------------------|---|---------------------------------|--------|
|   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л            |   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л |
| 0,998                                       | 0,0465                          | 0,0273            | 0,944                                       | 13,71                           | 7,60   |
| 0,996                                       | 0,512                           | 0,299             | 0,942                                       | 14,29                           | 7,91   |
| 0,994                                       | 0,977                           | 0,570             | 0,940                                       | 14,88                           | 8,21   |
| 0,992                                       | 1,43                            | 0,834             | 0,938                                       | 15,47                           | 8,52   |
| 0,990                                       | 1,89                            | 1,10              | 0,936                                       | 16,06                           | 8,83   |
| 0,988                                       | 2,35                            | 1,36 <sub>5</sub> | 0,934                                       | 16,65                           | 9,13   |
| 0,986                                       | 2,82                            | 1,63 <sub>5</sub> | 0,932                                       | 17,24                           | 9,44   |
| 0,984                                       | 3,30                            | 1,91              | 0,930                                       | 17,85                           | 9,75   |
| 0,982                                       | 3,78                            | 2,18              | 0,928                                       | 18,45                           | 10,06  |
| 0,980                                       | 4,27                            | 2,46              | 0,926                                       | 19,06                           | 10,37  |
| 0,978                                       | 4,76                            | 2,73              | 0,924                                       | 19,67                           | 10,67  |
| 0,976                                       | 5,25                            | 3,01              | 0,922                                       | 20,27                           | 10,97  |
| 0,974                                       | 5,75                            | 3,29              | 0,920                                       | 20,88                           | 11,28  |
| 0,972                                       | 6,25                            | 3,57              | 0,918                                       | 21,50                           | 11,59  |
| 0,970                                       | 6,75                            | 3,84              | 0,916                                       | 22,12 <sub>5</sub>              | 11,90  |
| 0,968                                       | 7,26                            | 4,12              | 0,914                                       | 22,75                           | 12,21  |
| 0,966                                       | 7,77                            | 4,41              | 0,912                                       | 23,39                           | 12,52  |
| 0,964                                       | 8,29                            | 4,69              | 0,910                                       | 24,03                           | 12,84  |
| 0,962                                       | 8,82                            | 4,98              | 0,908                                       | 24,68                           | 13,16  |
| 0,960                                       | 9,34                            | 5,27              | 0,906                                       | 25,33                           | 13,48  |
| 0,958                                       | 9,87                            | 5,55              | 0,904                                       | 26,00                           | 13,80  |
| 0,956                                       | 10,40 <sub>5</sub>              | 5,84              | 0,902                                       | 26,67                           | 14,12  |
| 0,954                                       | 10,95                           | 6,13              | 0,900                                       | 27,33                           | 14,44  |
| 0,952                                       | 11,49                           | 6,42              | 0,898                                       | 28,00                           | 14,76  |
| 0,950                                       | 12,03                           | 6,71              | 0,896                                       | 28,67                           | 15,08  |
| 0,948                                       | 12,58                           | 7,00              | 0,894                                       | 29,33                           | 15,40  |
| 0,946                                       | 13,14                           | 7,29              | 0,892                                       | 30,00                           | 15,71  |

\* О пользовании таблицей см. стр 374.

| Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация NH <sub>3</sub>    |        | Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация NH <sub>3</sub>    |        |
|---|---------------------------------|--------|---|---------------------------------|--------|
|   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л |   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %) | моль/л |
| 0,890                                       | 30,68 <sub>5</sub>              | 16,04  | 0,884                                       | 32,84                           | 17,05  |
| 0,888                                       | 31,37                           | 16,36  | 0,882                                       | 33,59 <sub>5</sub>              | 17,40  |
| 0,886                                       | 32,09                           | 16,69  | 0,880                                       | 34,35                           | 17,75  |

## Л. Плотности и концентрации растворов карбоната натрия

| Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub><br>(безв.) |                    | Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub><br>(безв.) |        |
|---|---|--------------------|---|---|--------|
|   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %)                         | моль/л             |   | г/100 г<br>раствора<br>(вес. %)                         | моль/л |
| 1,000                                       | 0,19  | 0,018              | 1,100                                       | 9,75  | 1,012  |
| 1,005                                       | 0,67  | 0,063 <sub>5</sub> | 1,105                                       | 10,22   | 1,065  |
| 1,010                                       | 1,14  | 0,109              | 1,110                                       | 10,68   | 1,118  |
| 1,015                                       | 1,62  | 0,155              | 1,115                                       | 11,14   | 1,172  |
| 1,020                                       | 2,10  | 0,202              | 1,120                                       | 11,60   | 1,226  |
| 1,025                                       | 2,57  | 0,248              | 1,125                                       | 12,05   | 1,279  |
| 1,030                                       | 3,05  | 0,295              | 1,130                                       | 12,52   | 1,335  |
| 1,035                                       | 3,54  | 0,346              | 1,135                                       | 13,00   | 1,392  |
| 1,040                                       | 4,03  | 0,395              | 1,140                                       | 13,45   | 1,446  |
| 1,045                                       | 4,50  | 0,444              | 1,145                                       | 13,90   | 1,501  |
| 1,050                                       | 4,98  | 0,493              | 1,150                                       | 14,35   | 1,557  |
| 1,055                                       | 5,47  | 0,544              | 1,155                                       | 14,75   | 1,607  |
| 1,060                                       | 5,95  | 0,595              | 1,160                                       | 15,20   | 1,663  |
| 1,065                                       | 6,43  | 0,646              | 1,165                                       | 15,60   | 1,714  |
| 1,070                                       | 6,90  | 0,696              | 1,170                                       | 16,03   | 1,769  |
| 1,075                                       | 7,38  | 0,748              | 1,175                                       | 16,45   | 1,823  |
| 1,080                                       | 7,85  | 0,800              | 1,180                                       | 16,87   | 1,878  |
| 1,085                                       | 8,33  | 0,853              | 1,185                                       | 17,30   | 1,934  |
| 1,090                                       | 8,80  | 0,905              | 1,190                                       | 17,70   | 1,987  |
| 1,095                                       | 9,27  | 0,958              |   |   |        |

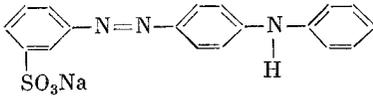
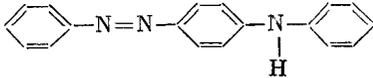
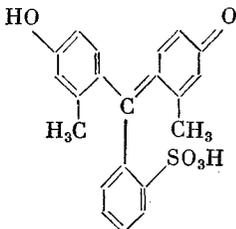
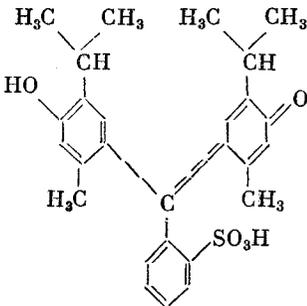
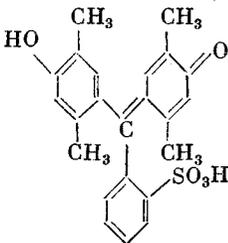
М. Плотности и концентрации некоторых продажных реактивов

| Реактив  | Плотность<br>при 20 °С<br>г/см <sup>3</sup> | Концентрация |             |
|--|---|--------------|-------------|
|  |   | вес. %       | моль/л      |
| Аммиака раствор конц. . . . .                  | 0,901—0,907                                 | 25,0—27,0    | 13,32—14,28 |
| Азотная кислота «крепкая»                      | 1,372—1,405                                 | 60,7—68,0    | 13,28—15,16 |
| » » «слабая»                                   | 1,337—1,367                                 | 54,0—60,0    | 11,14—13,02 |
| Бромистоводородная кислота                     | 1,486                                       | 46,85        | 8,6         |
| Иодистоводородная кислота                      | 1,50—1,55                                   | 45,3—45,8    | 5,31—5,55   |
| Серная кислота . . . . .                       | 1,83—1,835                                  | 93,56—95,60  | 17,46—17,88 |
| Соляная кислота . . . . .                      | 1,174—1,185                                 | 35,0—38,0    | 11,27—12,38 |
| Уксусная кислота ледяная<br>х. ч. . . . .      | ≤1,0503                                     | ≥99,8        | ≥17,45      |
| Уксусная кислота ч. д. а.<br>и чист. . . . .   | ≤1,0549                                     | ≥98          | ≥17,21      |
| Фосфорная кислота ч. д. а.                     | ≥1,719                                      | ≥88          | ≥15,43      |
| » » ч. . . . .                                 | ≥1,713                                      | ≥87,5        | ≥15,29      |
| Фтористоводородная кислота<br>ч. д. а. . . . . | ≥1,128                                      | ≥40          | ≥22,55      |
| Фтористоводородная кислота<br>ч. . . . .       | ≥1,116                                      | ≥35          | ≥19,52      |
| Хлорная кислота . . . . .                      | 1,206—1,220                                 | 30,0—31,61   | 3,60—3,84   |

**Важнейшие кислотно-основные индикаторы \***  
(в порядке возрастания интервалов pH перехода окраски)

| № пп. | Индикатор   | Формула  | Концентрация % | Растворитель  | Интервал перехода pH и окраска индикатора |
|-------|---|--|----------------|---------------|---|
| 1     | Метилвый фиолетовый (метилвиолет); 1-й переход (см. № 7 и 15) | <p align="center">NHCH<sub>3</sub> (преимущественно)</p>           | 0,1            | Вода          | 0,13—0,5<br>желтая — зеленая              |
| 2     | α-Нафтолбензин; 1-й переход (см. № 57)                        | —  | 0,05           | 70%-ный спирт | 0,0—1,0<br>зеленая — желтая               |
| 3     | Пикриновая кислота (тринитрофенол)                            |  | 0,1            | Вода          | 0,0—1,3<br>бесцветная — желтая            |
| 4     | Метилвый зеленый  | <p align="center">+N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Cl<sup>-</sup></p> | 0,05           | Вода          | 0,1—2,0<br>желтая — зелено-голубая        |
| 5     | Крезоловый красный (о-крезолсульфоталеин); 1-й переход        |  | 0,04           | 50%-ный спирт | 0,2—1,8<br>красная — желтая               |
| 6     | Малахитовый зеленый; 1-й переход (см. № 69)                   | <p align="center">Cl<sup>-</sup></p>                               | 0,1            | Вода          | 0,13—2,0<br>желтая — голубовато-зеленая   |

\* О пользовании таблицей см. стр. 375.

| № пп. | Индикатор   | Формула   | Концентрация % | Растворитель  | Интервал перехода pH и окраска индикатора |
|-------|---|---|----------------|---|---|
| 7     | Метилловый фиолетовый (см. № 1 и 15; 2-й переход)                       | См. № 1   | 0,1            | Вода  | 1,0—1,5<br>зеленая — синяя                |
| 8     | Метаниловый желтый (дифениламино-м-бензолсульфонат натрия)              |    | 0,1            | Вода  | 1,2—2,4<br>красная — желтая               |
| 9     | Бензолазодифениламин  |    | 0,01           | 50%-ный спирт с добавлением 1 мл 1 н. HCl на 100 мл раствора                        | 1,1—2,8<br>пурпурная — желтая             |
| 10    | м-Крезоловый пурпурный; (м-крезолсульфофталеин); 1-й переход (см. № 50) |    | 0,04           | 20%-ный спирт   | 1,2—2,8<br>красная — желтая               |
| 11    | Тимоловый синий (тимолблеу); 1-й переход (см. № 53)                     |  | 0,1            | а) 20%-ный спирт;<br>б) вода с добавлением 4,3 мл 0,05 н. NaOH на 100 мг индикатора | 1,2—2,8<br>красная — желтая               |
| 12    | Ксиленоловый синий; 1-й переход (см. № 54)                              |  | 0,04<br>0,05   | а) 20%-ный спирт;<br>б) вода с добавлением 5,3 мл 0,05 н. NaOH на 100 мг индикатора | 1,2—2,8<br>красная — коричнево-желтая     |

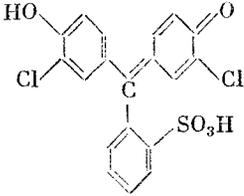
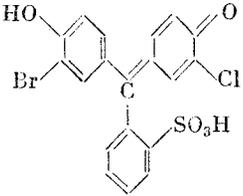
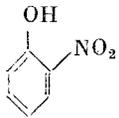
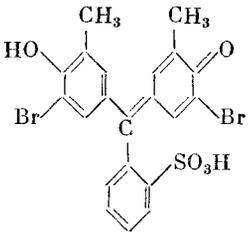
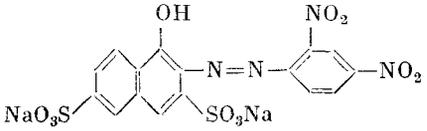
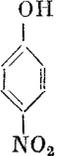
| № пп. | Индикатор  | Формула | Концентрация %      | Растворитель  | Интервал перехода рН и окраска индикатора |
|-------|--|---------|---------------------|---------------|---|
| 13    | Пентаметоксин красный (пентаметоксиред)            |         | 0,1                 | 70%-ный спирт | 1,2—3,2<br>красно-фиолетовая — бесцветная |
| 14    | Тропеолин 00 (оранж IV; анилингельб; дифенилоранж) |         | 1,0; 0,1<br>и 0,01  | Вода          | 1,4—3,2<br>красная — желтая               |
| 15    | Метилвый фиолетовый; 3-й переход (см. № 1 и 7)     | См. № 1 | 0,1                 | Вода          | 2,0—3,0<br>синяя — фиолетовая             |
| 16    | Ализариновый желтый Р; 1-й переход                 |         | 0,1                 | Вода          | 1,9—3,3<br>красная — желтая               |
| 17    | Бензиловый оранжевый                               |         | 0,05                | Вода          | 1,9—3,3<br>красная — желтая               |
| 18    | Бензопурпурин 4Б; 1-й переход (см. № 74)           |         | 0,1                 | Вода          | 1,3—4,0<br>сине-фиолетовая — оранжевая    |
| 19    | β-Динитрофенол; 2,6-динитрофенол                   |         | 0,1; 0,05<br>и 0,04 | Вода          | 2,4—4,0<br>бесцветная — желтая            |
| 20    | α-Динитрофенол; 2,4-динитрофенол                   |         | Нас. и 0,04         | Вода          | 2,8—4,4<br>бесцветная — желтая            |

| № пп. | Индикатор   | Формула | Концентрация % | Растворитель  | Интервал перехода рН и окраска индикатора |
|-------|---|---------|----------------|---|---|
| 21    | Метиловый желтый (диметилгельб; метилгельб; масляно-желтый)     |         | 0,1<br>и 0,01  | 90%-ный спирт   | 2,9—4,0<br>красная — желтая               |
| 22    | Метиловый оранжевый (метилоранж; гелиантин; оранже III)         |         | 0,1            | Вода  | 3,0—4,4<br>красная — оранжево-желтая      |
| 23    | Бромфеноловый синий (бромфенолбляу; тетрабромфенолсульффтаlein) |         | 0,1            | а) 20%-ный спирт;<br>б) вода с добавлением 3,0 мл 0,05 н. NaOH на 100 мг индикатора | 3,0—4,6<br>желтая — синяя                 |

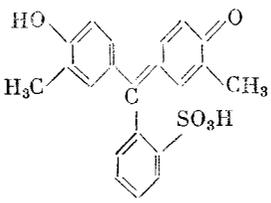
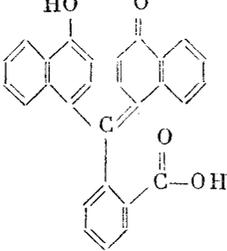
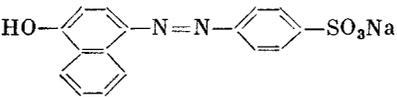
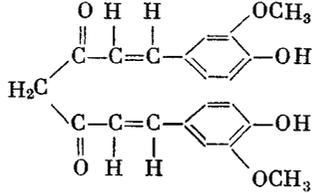
|    |  |  |      |   |                                      |
|----|--|--|------|---|--------------------------------------|
| 24 | Бромхлорфеноловый синий                                      |  | 0,04 | а) 20%-ный спирт;<br>б) вода с добавлением 3,2 мл 0,05 н. NaOH на 100 мг индикатора | 3,0—4,8<br>желтая — пурпурная        |
| 25 | Конго красный (конгорот)                                     |  | 0,1  | Вода  | 3,0—5,2<br>сине-фиолетовая — красная |
| 26 | Ализариновый красный С (ализаринрот); 1-й переход (см. № 61) |  | 0,1  | Вода  | 3,7—5,2<br>желтая — фиолетовая       |

| № пп. | Индикатор   | Формула | Концентрация % | Растворитель  | Интервал перехода pH и окраска индикатора       |
|-------|---|---------|----------------|---|---|
| 27    | Бромкрезоловый синий (бромкрезоловый зеленый; бромкрезолбляу; бромкрезол-трион) |         | 0,1            | а) 20%-ный спирт;<br>б) вода с добавлением 2,9 мл 0,05 н. NaOH на 100 мг индикатора | 3,8—5,4<br>желтая — синяя                       |
| 28    | α-Нафтиловый красный  |         | 0,1            | 70%-ный спирт   | 3,7—5,7<br>фиолетовая —<br>коричнево-<br>желтая |
| 29    | γ-Динитрофенол (2,5-динитрофенол)   |         | 0,1<br>и 0,025 | Вода  | 4,0—5,4<br>бесцветная —<br>желтая               |

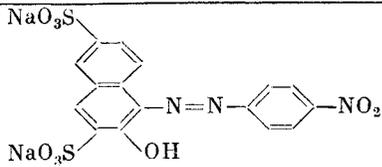
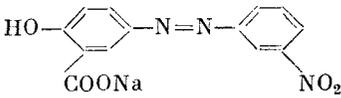
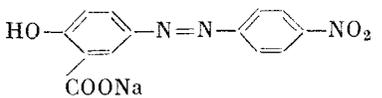
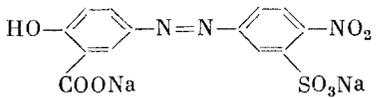
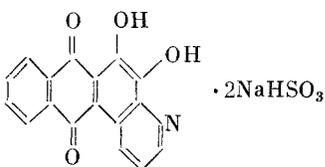
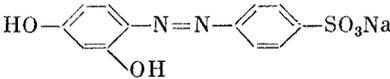
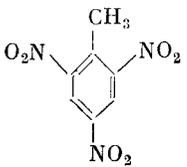
|    |                                |                 |              |  |                                    |
|----|--------------------------------|-----------------|--------------|--|------------------------------------|
| 30 | Лакмоид                        | $C_{12}H_9O_3N$ | 0,2<br>и 0,5 | 90%-ный спирт  | 4,0—6,4<br>красная — синяя         |
| 31 | Метиловый красный (метилрот)   |                 | 0,1<br>и 0,2 | 60%-ный спирт  | 4,4—6,2<br>красная — желтая        |
| 32 | Хризоидин                      |                 | 0,1          | Вода   | 4,0—7,0<br>оранжевая —<br>желтая   |
| 33 | Иодэозин (тетраиодфлуоресцеин) |                 | 0,1          | Вода (соответствующую кислоту растворяют в 70%-ном спирте) | 4,5—6,5<br>бесцветная —<br>красная |
| 34 | Гематоксилин                   |                 | 0,5          | 90%-ный спирт  | 5,0—6,0<br>желтая — фиолетовая     |

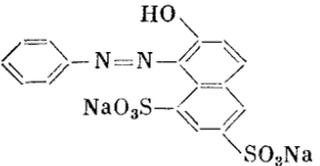
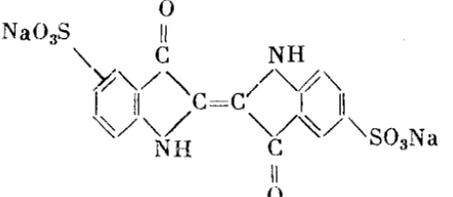
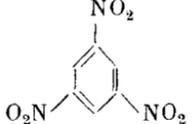
| № пп. | Индикатор                                    | Формула   | Концентрация % | Растворитель  | Интервал перехода pH и окраска индикатора |
|-------|--|---|----------------|---|---|
| 35    | Хлорфеноловый красный (хлорфенолрот)         |    | 0,1            | а) 20%-ный спирт;<br>б) вода с добавлением 4,7 мл 0,05 н. NaOH на 100 мг индикатора | 5,0—6,6<br>желтая—красная                 |
| 36    | Бромфеноловый красный (бромфенолрот)         |    | 0,1<br>и 0,04  | а) 20%-ный спирт;<br>б) вода с добавлением 3,9 мл 0,05 н. NaOH на 100 мг индикатора | 5,0—6,8<br>желтая—красная                 |
| 37    | o-Нитрофенол                                 |    | 0,1            | 50%-ный спирт   | 5,0—7,0<br>бесцветная—желтая              |
| 38    | Бромкрезоловый пурпуровый (бромкрезолпурпур) |  | 0,1            | а) 20%-ный спирт;<br>б) вода с добавлением 3,7 мг 0,05 н. NaOH на 100 мг индикатора | 5,2—6,8<br>желтая—пурпурная               |
| 39    | Нитразин желтый                              |  | 0,1            | Вода  | 6,0—7,0<br>желтая—синефиолетовая          |
| 40    | n-Нитрофенол                                 |  | 0,1            | Вода  | 5,6—7,6<br>бесцветная—желтая              |

| № пп. | Индикатор   | Формула | Концентрация % | Растворитель  | Интервал перехода pH и окраска индикатора |
|-------|---|---------|----------------|---|---|
| 41    | Бромтимоловый синий (бромтимолбляу)                                     |         | 0,05<br>и 0,1  | а) 20%-ный спирт;<br>б) вода с добавлением 3,2 мл 0,05 н. NaOH на 100 мг индикатора | 6,0—7,6<br>желтая — синяя                 |
| 42    | Розоловая кислота (кораллифталейн; аурин; метилаурин; желтый корраллин) |         | 0,5            | 50%-ный спирт   | 6,2—8,0<br>желтая — красная               |
| 43    | Нейтральный красный (нейтральрот)                                       |         | 0,1            | 60%-ный спирт   | 6,8—8,0<br>красная — янтарно-желтая       |
| 44    | Феноловый красный (фенолрот)  |         | 0,1            | а) 20%-ный спирт;<br>б) вода с добавлением 5,7 мл 0,05 н. NaOH на 100 мг индикатора | 6,8—8,0<br>желтая — красная               |
| 45    | Хинолиновый синий   |         | 1,0            | 90%-ный спирт   | 7,0—8,0<br>бесцветная — фиолетовая        |
| 46    | m-Нитрофенол  |         | 0,3            | Вода  | 6,8—8,4<br>бесцветная — желтая            |

| № пп. | Индикатор                                      | Формула   | Концентрация % | Растворитель  | Интервал перехода pH и окраска индикатора    |
|-------|--|---|----------------|---|--|
| 47    | Крезоловый красный (крезолрот)                 |    | 0,1            | а) 50%-ный спирт;<br>б) вода с добавлением 5,3 мл 0,05 н. NaOH на 100 мг индикатора | 7,2—8,8<br>янтарно-желтая — пурпурно-красная |
| 48    | $\alpha$ -Нафтолфталеин                        |    | 0,1<br>и 1,0   | 70%-ный спирт   | 7,4—8,6<br>желто-розовая —<br>синие-зеленая  |
| 49    | Этил-бис-(2,4-динитрофенил)-ацетат             | —   | 0,1            | Спирт   | 7,4—9,0<br>бесцветная —<br>синяя             |
| 50    | м-Крезоловый пурпурный; 2-й переход (см. № 10) | См. № 10  |                |   | 7,4—9,0<br>желтая — пурпурная                |
| 51    | Тропеолин 000                                  |  | 0,1            | Вода  | 7,6—8,9<br>желто-зеленая —<br>розовая        |
| 52    | Куркумин; 1-й переход                          |  | 0,1            | 96%-ный спирт   | 7,4—9,2<br>желтая — буро-красная             |
| 53    | Тимоловый синий; 2-й переход (см. № 11)        | См. № 11  |                |   | 8,0—9,6<br>желтая — синяя                    |
| 54    | Ксиленоловый синий; 2-й переход (см. № 12)     | См. № 11  |                |   | 8,0—9,6<br>желтая — синяя                    |

| № пп. | Индикатор                                    | Формула | Концентрация % | Растворитель  | Интервал перехода рН и окраска индикатора |
|-------|--|---------|----------------|---------------|---|
| 55    | о-Крезолфталеин                              |         | 0,2<br>и 0,02  | 90%-ный спирт | 8,2—9,8<br>бесцветная —<br>красная        |
| 56    | Фенолфталеин                                 |         | 0,1<br>и 1,0   | 60%-ный спирт | 8,2—10,0<br>бесцветная —<br>пурпурная     |
| 57    | α-Нафтолбензени;<br>2-й переход (см.<br>№ 2) | —       |                |               | 8,4—10,0<br>желтая — синяя                |
| 58    | n-Ксиленолфта-<br>леин                       |         | 0,1            | 40%-ный спирт | 9,3—10,5<br>бесцветная —<br>синяя         |
| 59    | Тимолфталеин                                 |         | 0,1            | 90%-ный спирт | 9,4—10,6<br>бесцветная —<br>синяя         |
| 60    | Нильский голу-<br>бой                        |         | 0,1            | Вода          | 10,1—11,1<br>синяя — красная              |

| № пп. | Индикатор   | Формула   | Концентрация % | Растворитель  | Интервал перехода pH и окраска индикатора      |
|-------|---|---|----------------|---------------|--|
| 61    | Ализариновый красный С; 2-й переход (см. № 26)                | См. № 26  |                |               | 10,0—12,0<br>фиолетовая — бледно-желтая        |
| 62    | Куркумин; 2-й переход (см. № 52)                              | См. № 52  |                |               | 10,2—11,8<br>буро-красная — оранжево-желтая    |
| 63    | $\beta$ -Нафтоловый фиолетовый                                |    | 0,04           | Вода          | 10,0—12,1<br>оранжево-желтая — фиолетовая      |
| 64    | Ализариновый желтый ЖЖ  |    | 0,1            | Вода          | 10,0—12,1<br>светло-желтая — темно-оранжевая   |
| 65    | Ализариновый желтый Р   |    | 0,1            | Вода          | 10,1—12,1<br>желтая — лиловая                  |
| 66    | Ализариновый желтый РС  |  | 0,1            | Вода          | 10,1—12,1<br>светло-желтая — коричнево-красная |
| 67    | Ализариновый синий ВС (ализаринбляу SA)                       |  | 0,05           | Вода          | 11,0—13,0<br>оранжево-желтая — зелено-синяя    |
| 68    | Тропеолин 0 (золотисто-желтый; хризонин; резорциновый желтый) |  | 0,1            | Вода          | 11,0—13,0<br>желтая — оранжево-коричневая      |
| 69    | Малахитовый зеленый; 2-й переход (см. № 6)                    | См. № 6   |                |               | 11,5—13,2<br>голубовато-зеленая — бесцветная   |
| 70    | 2,4,6-Тринитротолуол  |  | 0,1<br>и 0,5   | 90%-ный спирт | 11,5—13,2<br>бесцветная — оранжевая            |

| №<br>шп. | Индикатор                                      | Формула   | Концентрация<br>% | Растворитель  | Интервал перехода<br>рН и окраска<br>индикатора |
|----------|--|---|-------------------|---------------|---|
| 71       | Оранжевый Ж                                    |  | 0,1               | Вода          | 11,5—14,0<br>желтая — красная                   |
| 72       | Индигокармин                                   |  | 0,25              | 50%-ный спирт | 11,6—14,0<br>синяя — желтая                     |
| 73       | 1,3,5-Тринитро-<br>бензол                      |  | 0,1<br>и 0,5      | 90%-ный спирт | 12,2—14,0<br>бесцветная —<br>оранжевая          |
| 74       | Бензопурпурин<br>4Б; 2-й переход<br>(см. № 18) | См. № 18  |                   |               | 13,0—14,0<br>оранжевая —<br>красная             |

## Ионное произведение воды при температурах от 0 до 100 °С

$$K_w = a_{\text{H}^+} \cdot a_{\text{OH}^-} \quad \sqrt{K_w} = a_{\text{H}^+} = a_{\text{OH}^-}$$

| $t$ °С | $K_w$                               | $\sqrt{K_w}$                      | $t$ °С | $K_w$                               | $\sqrt{K_w}$                      |
|--------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 0      | $10^{-14,96} = 0,11 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-7,48} = 0,33 \cdot 10^{-7}$ | 30     | $10^{-13,83} = 1,48 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,92} = 1,20 \cdot 10^{-7}$ |
| 5      | $10^{-14,76} = 0,17 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-7,38} = 0,42 \cdot 10^{-7}$ | 31     | $10^{-13,80} = 1,58 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,90} = 1,26 \cdot 10^{-7}$ |
| 10     | $10^{-14,53} = 0,30 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-7,27} = 0,54 \cdot 10^{-7}$ | 32     | $10^{-13,77} = 1,70 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,89} = 1,29 \cdot 10^{-7}$ |
| 15     | $10^{-14,34} = 0,46 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-7,17} = 0,68 \cdot 10^{-7}$ | 33     | $10^{-13,74} = 1,82 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,87} = 1,35 \cdot 10^{-7}$ |
| 16     | $10^{-14,30} = 0,50 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-7,15} = 0,71 \cdot 10^{-7}$ | 34     | $10^{-13,71} = 1,95 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,86} = 1,38 \cdot 10^{-7}$ |
| 17     | $10^{-14,26} = 0,55 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-7,13} = 0,74 \cdot 10^{-7}$ | 35     | $10^{-13,68} = 2,09 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,84} = 1,45 \cdot 10^{-7}$ |
| 18     | $10^{-14,22} = 0,60 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-7,11} = 0,77 \cdot 10^{-7}$ | 36     | $10^{-13,65} = 2,24 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,83} = 1,48 \cdot 10^{-7}$ |
| 19     | $10^{-14,19} = 0,65 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-7,10} = 0,80 \cdot 10^{-7}$ | 37     | $10^{-13,62} = 2,40 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,81} = 1,55 \cdot 10^{-7}$ |
| 20     | $10^{-14,16} = 0,69 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-7,08} = 0,83 \cdot 10^{-7}$ | 38     | $10^{-13,59} = 2,57 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,80} = 1,58 \cdot 10^{-7}$ |
| 21     | $10^{-14,12} = 0,76 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-7,06} = 0,87 \cdot 10^{-7}$ | 39     | $10^{-13,56} = 2,75 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,78} = 1,66 \cdot 10^{-7}$ |
| 22     | $10^{-14,09} = 0,81 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-7,05} = 0,89 \cdot 10^{-7}$ | 40     | $10^{-13,53} = 2,95 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,77} = 1,70 \cdot 10^{-7}$ |
| 23     | $10^{-14,06} = 0,87 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-7,03} = 0,93 \cdot 10^{-7}$ | 50     | $10^{-13,26} = 5,50 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,63} = 2,34 \cdot 10^{-7}$ |
| 24     | $10^{-14,03} = 0,93 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-7,02} = 0,96 \cdot 10^{-7}$ | 60     | $10^{-13,02} = 9,55 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,51} = 3,09 \cdot 10^{-7}$ |
| 25     | $10^{-14,00} = 1,00 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-7,00} = 1,00 \cdot 10^{-7}$ | 70     | $10^{-12,80} = 15,8 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,40} = 3,98 \cdot 10^{-7}$ |
| 26     | $10^{-13,96} = 1,10 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,98} = 1,05 \cdot 10^{-7}$ | 80     | $10^{-12,60} = 25,1 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,30} = 5,01 \cdot 10^{-7}$ |
| 27     | $10^{-13,93} = 1,17 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,97} = 1,07 \cdot 10^{-7}$ | 90     | $10^{-12,42} = 38,0 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,21} = 6,17 \cdot 10^{-7}$ |
| 28     | $10^{-13,89} = 1,29 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,95} = 1,12 \cdot 10^{-7}$ | 100    | $10^{-12,26} = 55 \cdot 10^{-14}$   | $10^{-6,13} = 7,41 \cdot 10^{-7}$ |
| 29     | $10^{-13,86} = 1,38 \cdot 10^{-14}$ | $10^{-6,93} = 1,17 \cdot 10^{-7}$ |        |                                     |                                   |

### Колориметрическое определение pH растворов \*

Солевые поправки для важнейших индикаторов при разной ионной силе раствора  
(Ионная сила буферных растворов, применяемых для сравнения, равна 0,1)

| Индикатор  | Ионная сила      |       |       |       |       |      |           |            |
|--|------------------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|------------|
|  | 0,0025           | 0,005 | 0,01  | 0,02  | 0,05  | 0,1  | 0,5 (KCl) | 0,5 (NaCl) |
|  | Солевая поправка |       |       |       |       |      |           |            |
| Бромкрезоловый синий (бромкре-<br>золовый зеленый) . . . . . | +0,21            | +0,18 | +0,16 | +0,14 | +0,05 | 0,00 | -0,12     | -0,16      |
| Бромтимоловый синий . . . . .                                | +0,14            | +0,12 | +0,11 | +0,07 | +0,04 | 0,00 | -0,20     | -0,28      |
| Бромфеноловый синий . . . . .                                | +0,15            | +0,14 | +0,14 | +0,13 | +0,10 | 0,00 | -0,10     | -0,18      |
| Метиловый красный . . . . .                                  | 0,00             | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 0,00      | 0,00       |
| Метиловый оранжевый . . . . .                                | -0,04            | -0,04 | -0,02 | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 0,00      | 0,00       |
| Тимоловый синий; 1-й переход .                               | —                | —     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 0,00      | 0,00       |
| Тимоловый синий; 2-й переход                                 | —                | +0,16 | +0,12 | +0,09 | +0,05 | 0,00 | -0,12     | -0,19      |
| Тимолфталеин . . . . .                                       | —                | —     | +0,11 | +0,09 | +0,05 | 0,00 | -0,19     | —          |
| Феноловый красный . . . . .                                  | +0,14            | +0,12 | +0,11 | +0,07 | +0,04 | 0,00 | -0,20     | -0,29      |
| Фенолфталеин . . . . .                                       | —                | +0,18 | +0,12 | +0,10 | +0,05 | 0,00 | -0,16     | -0,21      |
| Хлорфеноловый красный . . . . .                              | —                | +0,15 | +0,13 | +0,12 | +0,05 | 0,00 | -0,16     | -0,19      |

\* О пользовании таблицей см. стр. 377.

### Константы ионизации индикаторов ( $pK_1$ ; при различной ионной силе)

( $t$  — температура опыта)

#### А. Одноцветные индикаторы

| Индикатор                            | $pK_1$<br>при ионной силе,<br>равной нулю, и при<br>разных температурах<br>$A = t - 20^\circ C$ | $pK_1 (t = 20^\circ C)$ |      |      |             |
|--------------------------------------|---|-------------------------|------|------|-------------|
|                                      |   | Ионная сила, $\mu$      |      |      |             |
|                                      |   | 0,01                    | 0,05 | 0,1  | 0,5         |
| Пентаметокси красный                 | $1,86 \pm 0,008 A$  | —                       | 1,86 | 1,86 | —           |
| Хинальдиновый крас-<br>ный . . . . . | $2,63 - 0,007 A$  | 2,80                    | —    | 2,90 | 3,10        |
| $\alpha$ -Динитрофенол . . . . .     | $4,10 - 0,006 A$  | —                       | 3,95 | 3,90 | 3,80 (KCl)  |
| $\beta$ -Динитрофенол . . . . .      | $3,70 - 0,006 A$  | —                       | 3,95 | 3,90 | 3,80 (KCl)  |
| $\gamma$ -Динитрофенол . . . . .     | $5,20 - 0,0045 A$   | —                       | 5,12 | 5,10 | 5,00 (NaCl) |
| $n$ -Нитрофенол . . . . .            | $7,00 - 0,011 A$  | —                       | —    | —    | —           |
| $m$ -Нитрофенол . . . . .            | $8,35 - 0,01 A$   | —                       | 8,30 | 8,25 | 8,15 (NaCl) |

#### Б. Двухцветные индикаторы

| Индикатор  | $pK_1$<br>(ионная сила<br>равна нулю) | $pK_1 (t = 20^\circ C)$ |      |      |                          |
|--|---------------------------------------|-------------------------|------|------|--------------------------|
|  |                                       | Ионная сила, $\mu$      |      |      |                          |
|  |                                       | 0,01                    | 0,05 | 0,1  | 0,5                      |
| Тимоловый синий (кис-<br>лая область)* . . . . .                                       | 1,65 (15–30°C)                        | —                       | 1,65 | 1,65 | 1,65                     |
| Метиловый оранжевый* . . . . .   | $3,46 - 0,014(t - 20^\circ C)$        | 3,46                    | 3,46 | 3,46 | 3,46                     |
| Бромфеноловый синий<br>Бромкрезоловый синий<br>(бромкрезоловый зе-<br>леный) . . . . . | 4,10 (15–20 °C)                       | 4,06                    | 4,00 | 3,85 | 3,75 (KCl)               |
| Метиловый красный* . . . . .   | $5,00 - 0,006(t - 20^\circ C)$        | 5,00                    | 5,00 | 5,00 | 5,00                     |
| Хлорфеноловый крас-<br>ный . . . . .   | $6,25 - 0,005(t - 20^\circ C)$        | 6,15                    | 6,05 | 6,00 | 5,9 (KCl)<br>5,85 (NaCl) |
| Бромкрезоловый пурпу-<br>ровый . . . . .   | $6,40 - 0,005(t - 20^\circ C)$        | 6,28                    | 6,21 | 6,12 | 5,9 (KCl)<br>5,8 (NaCl)  |
| Бромтимоловый синий  | 7,30 (15–30 °C)                       | 7,19                    | 7,13 | 7,10 | 6,9 (KCl)<br>6,8 (NaCl)  |
| Феноловый красный . . . . .  | $8,00 - 0,007(t - 20^\circ C)$        | 7,92                    | 7,84 | 7,81 | 7,6 (KCl)<br>7,5 (NaCl)  |
| Тимоловый синий . . . . .  | 9,20 (15–30 °C)                       | 9,01                    | 8,95 | 8,90 | —                        |

\* Метиловый оранжевый, метиловый красный и тимоловый синий (кислая область) отличаются тем преимуществом, что их константы мало подвержены влиянию присутствующих электролитов вплоть до ионной силы, равной 0,5.

## Некоторые смешанные индикаторы \*

Показатель титрования  $pT$  — значение  $pH$ , при котором наблюдатель отчетливо отмечает изменение окраски индикатора и признает титрование законченным. Это несколько условная величина, неодинаковая у разных лиц, проводящих титрование.

| Показатель титрования ( $pT$ ) | Компоненты   | Соотношение объемов | Окраска индикатора |                  |
|--------------------------------|--|---------------------|--------------------|------------------|
|                                |  |                     | в кислой среде     | в щелочной среде |
| 3.25                           | Метиловый желтый, 0,1%-ный раствор в спирте<br>Метиленовая синяя, 0,1%-ный раствор в спирте  | 1 : 1               | Сине-фиолетовая    | Зеленая          |
| 4.1                            | Метиловый оранжевый, 0,1%-ный раствор в воде<br>Индигокармин, 0,25%-ный раствор в воде   | 1 : 1               | Фиолетовая         | Зеленая          |
| 4.3                            | Бромкрезоловый синий, натриевая соль, 0,1%-ный раствор в воде<br>Метиловый оранжевый, 0,2%-ный раствор в воде                      | 1 : 1               | Желтая             | Сине-зеленая     |
| 5.1                            | Бромкрезоловый синий, 0,1%-ный раствор в спирте<br>Метиловый красный, 0,2%-ный раствор в спирте                                    | 3 : 1               | Винно-красная      | Зеленая          |
| 5.4                            | Метиловый красный, 0,2%-ный раствор в спирте<br>Метиленовая синяя, 0,1%-ный раствор в спирте                                       | 1 : 1               | Красно-фиолетовая  | Зеленая          |
| 6.1                            | Бромкрезоловый синий, натриевая соль, 0,1%-ный раствор в воде<br>Хлорфеноловый красный, натриевая соль, 0,1%-ный раствор в воде    | 1 : 1               | Желто-зеленая      | Сине-фиолетовая  |
| 6.7                            | Бромкрезоловый пурпуровый, натриевая соль, 0,1%-ный раствор в воде<br>Бромтимоловый синий, натриевая соль, 0,1%-ный раствор в воде | 1 : 1               | Желтая             | Сине-фиолетовая  |
| 7.0                            | Нейтральный красный, 0,1%-ный раствор в спирте<br>Метиленовая синяя, 0,1%-ный раствор в спирте                                     | 1 : 1               | Фиолетово-синяя    | Зеленая          |
| 7.2                            | Нейтральный красный, 0,1%-ный раствор в спирте<br>Бромтимоловый синий, 0,1%-ный раствор в спирте                                   | 1 : 1               | Розовая            | Зеленая          |

\* Индикаторы хранят в склянках из темного стекла.

| Показатель титрования (рТ) | Компоненты   | Соотношение объемов | Окраска индикатора |                  |
|----------------------------|--|---------------------|--------------------|------------------|
|                            |  |                     | в кислой среде     | в щелочной среде |
| 7,5                        | Бромтимоловый синий, натриевая соль, 0,1%-ный раствор в воде<br>Феноловый красный, натриевая соль, 0,1%-ный раствор в воде | 1:1                 | Желтая             | Фиолетовая       |
| 8,3                        | Крезоловый красный, натриевая соль, 0,1%-ный раствор в воде<br>Тимоловый синий, натриевая соль, 0,1%-ный раствор в воде    | 1:3                 | Желтая             | Фиолетовая       |
| 8,9                        | $\alpha$ -Нафтолфталеин, 0,1%-ный раствор в спирте<br>Фенолфталеин, 0,1%-ный раствор в спирте                              | 1:3                 | Бледно-розовая     | Фиолетовая       |
| 9,0                        | Тимоловый синий, 0,1%-ный раствор в 50%-ном спирте<br>Фенолфталеин, 0,1%-ный раствор в 50%-ном спирте                      | 1:3                 | Желтая             | Фиолетовая       |
| 9,9                        | Фенолфталеин, 0,1%-ный раствор в спирте<br>Тимолфталеин, 0,1%-ный раствор в спирте   | 1:1                 | Бесцветная         | Фиолетовая       |
| 10,2                       | Тимолфталеин, 0,1%-ный раствор в спирте<br>Ализариновый желтый, 0,1%-ный раствор в спирте                                  | 2:1                 | Желтая             | Фиолетовая       |

## Универсальные индикаторы

1. В 500 мл 96%-ного спирта растворяют 100 мг фенолфталеина, 200 мг метилового красного, 300 мг метилового желтого, 400 мг бромтимолового синего и 500 мг тимолового синего, затем прибавляют 0,1 н. раствор едкого натра до появления чисто-желтой окраски (рН 6).

|                   |         |           |        |         |       |
|-------------------|---------|-----------|--------|---------|-------|
| Окраска . . . . . | Красная | Оранжевая | Желтая | Зеленая | Синяя |
| рН . . . . .      | 2,0     | 4,0       | 6,0    | 8,0     | 10,0  |

2. Смешивают 15 мл 0,1%-ного раствора метилового желтого, 5 мл 0,1%-ного раствора метилового красного, 20 мл 0,1%-ного раствора бромтимолового синего, 20 мл 0,1%-ного раствора фенолфталеина и 20 мл 0,1%-ного раствора тимолфталеина.

|                   |                 |                  |               |
|-------------------|-----------------|------------------|---------------|
| Окраска . . . . . | Розовая         | Красно-оранжевая | Оранжевая     |
| рН . . . . .      | 4,0             | 3,0              | 4,0           |
| Окраска . . . . . | Желто-оранжевая | Лимонно-желтая   | Желто-зеленая |
| рН . . . . .      | 5,0             | 6,0              | 7,0           |
| Окраска . . . . . | Зеленая         | Сине-зеленая     | Фиолетовая    |
| рН . . . . .      | 8,0             | 9,0              | 10,0          |

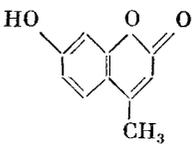
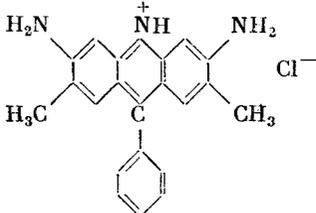
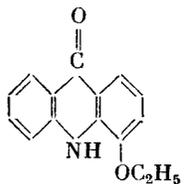
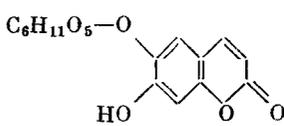
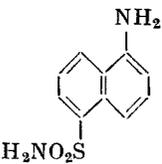
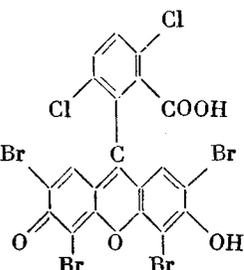
3. В 100 мл 50%-ного спирта растворяют 70 мг тропеолина 00, 100 мг метилового оранжевого, 80 мг метилового красного, 400 мг бромтимолового синего, 500 мг фенолфталеина и 100 мг ализаринового желтого Р.

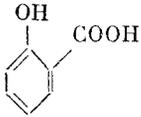
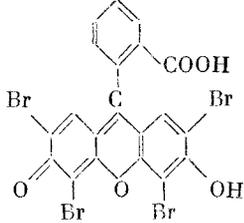
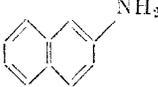
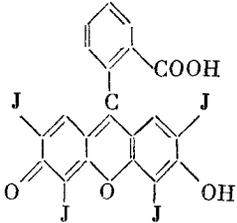
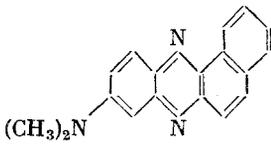
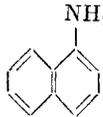
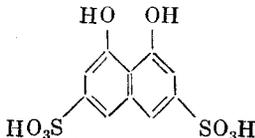
|                   |                  |                  |                   |
|-------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Окраска . . . . . | Оранжево-красная | Красно-оранжевая | Оранжевая         |
| рН . . . . .      | 2,0              | 3,0              | 4,0               |
| Окраска . . . . . | Желто-оранжевая  | Оранжево-желтая  | Желтая            |
| рН . . . . .      | 5,0              | 6,0              | 6,5               |
| Окраска . . . . . | Зелено-желтая    | Зеленая          | Зелено-голубая    |
| рН . . . . .      | 7,0              | 8,0              | 9,0               |
| Окраска . . . . . | Сине-фиолетовая  | Фиолетовая       | Красно-фиолетовая |
| рН . . . . .      | 9,5              | 10,0             | 12,0              |

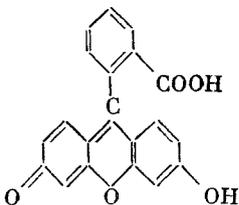
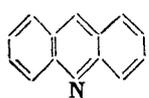
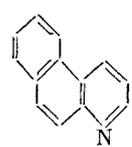
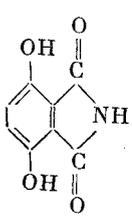
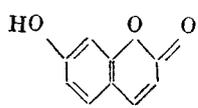
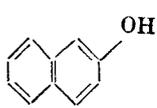
4. В 500 мл 96%-ного спирта растворяют 100 мг метилового красного, 100 мг бромтимолового синего, 100 мг  $\alpha$ -нафтолфталеина, 100 мг фенолфталеина и 100 мг тимолфталеина.

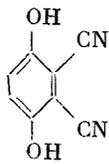
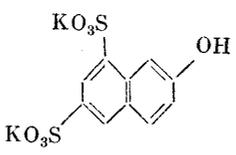
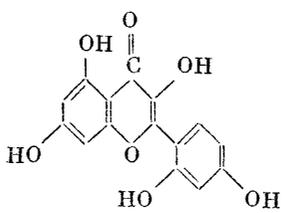
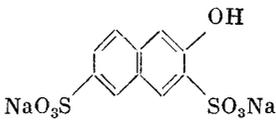
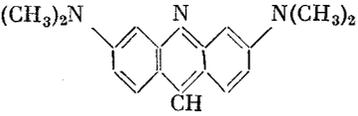
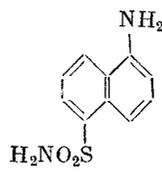
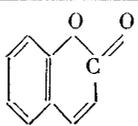
|                   |         |              |                 |                   |
|-------------------|---------|--------------|-----------------|-------------------|
| Окраска . . . . . | Красная | Оранжевая    | Желтая          | Зелено-желтая     |
| рН . . . . .      | 4,0     | 5,0          | 6,0             | 7,0               |
| Окраска . . . . . | Зеленая | Сине-зеленая | Сине-фиолетовая | Красно-фиолетовая |
| рН . . . . .      | 8,0     | 9,0          | 10,0            | 11,0              |

**Важнейшие флуоресцентные индикаторы**  
(В порядке возрастания рН изменения флуоресценции)

| № пп. | Индикатор   | Формула  | Интервал перехода рН | Изменение флуоресценции                  |
|-------|---|--|----------------------|--|
| 1     | <b>β-Метилумбеллиферон</b><br>(4-метилумбеллиферон;<br>7-оксип-4-метилкумарин);<br>1-й переход (см. № 18) |     | 0,0—2,0              | Зеленая — слабая синяя                   |
| 2     | <b>Бензофлавин</b>  |     | 0,3—1,7              | Желтая — зеленая                         |
| 3     | <b>4-Этоксинакридон</b>   |     | 1,4—3,2              | Зеленая — синяя                          |
| 4     | <b>Эскулин</b>  |   | 1,5—2,0              | Бесцветная — голубая                     |
| 5     | <b>1,5-Нафтиламинсульфамид;</b><br>1-й переход  |   | 2,0—4,0              | Нарастание желто-оранжевой флуоресценции |
| 6     | <b>Флоксин (3', 6'-дихлор-2, 4, 5, 7-тетрабром-флуоресцеин)</b>   |  | 2,0—4,0              | Бесцветная желто-оранжевая               |

| № пп. | Индикатор   | Формула   | Интервал перехода рН | Изменение флуоресценции                |
|-------|---|---|----------------------|--|
| 7     | Салициловая кислота   |    | 2,5—3,5              | Нарастание голубой флуоресценции       |
| 8     | Эозин (тетрабромфлуоресцин)                                 |    | 2,5—4,5              | Нарастание желто-зеленой флуоресценции |
| 9     | $\beta$ -Нафтиламин (2-нафтиламин)                          |    | 2,8—4,4              | Нарастание фиолетовой флуоресценции    |
| 10    | Эритрозин (тетраiodфлуоресцин)                              |  | 3,0—4,2              | Нарастание сине-зеленой флуоресценции  |
| 11    | Диметилнафтэйродин  |  | 3,2—3,8              | Лиловая — оранжевая                    |
| 12    | $\alpha$ -Нафтиламин (1-нафтиламин); 1-й переход (см. № 32) |  | 3,4—4,2              | Нарастание синей флуоресценции         |
| 13    | Хромотроповая кислота                                       |  | 3,5—6,0              | Нарастание синей флуоресценции         |

| № пп. | Индикатор  | Формула   | Интервал перехода рН | Изменение флуоресценции          |
|-------|--|---|----------------------|----------------------------------|
| 14    | Флуоресцеин  |    | 4,0—5,0              | Нарастание зеленой флуоресценции |
| 15    | Хинная кислота                                       | $C_6H_7(OH)_4COOH$  | 4,0—5,0              | Желтая — голубая                 |
| 16    | Хинин; 1-й переход (см. № 28)                        | $C_{20}H_{24}O_2N_2$  | 3,8—6,1              | Голубая — фиолетовая             |
| 17    | Акридин  |    | 4,8—6,6              | Зеленая — фиолетово-синяя        |
| 18    | $\beta$ -Метилумбеллиферон;<br>2-й переход (см. № 1) | См. № 1   | 5,0—7,6              | Нарастание синей флуоресценции   |
| 19    | $\beta$ -Нафтохинолин                                |  | 5,0—8,0              | Ярко-голубая — бледно-фиолетовая |
| 20    | 3,6-Диоксифталмид                                    |  | 6,0—8,0              | Зеленая — желто-зеленая          |
| 21    | Умбеллиферон   |  | 6,5—7,6              | Бесцветная — голубая             |
| 22    | $\beta$ -Нафтол (2-нафтол)                           |  | 7,0—8,5              | Слабая голубая — сине-фиолетовая |

| № пп. | Индикатор                                       | Формула  | Интервал перехода рН | Изменение флуоресценции        |
|-------|---|--|----------------------|--------------------------------|
| 23    | 2,3-Дициангидрохинон                            |     | 6,8—8,8              | Синяя — зеленая                |
| 24    | Г-соль  |     | 7,4—9,0              | Нарастание синей флуоресценции |
| 25    | Мория (3, 5, 7, 2', 4'-пента-оксифлавоп)        |     | 7,0—10,0             | Зеленая — желтая               |
| 26    | Р-соль  |   | 8,0—10,6             | Нарастание синей флуоресценции |
| 27    | Эухризин 3R (основание акридинового оранжевого) |  | 8,4—10,4             | Оранжевая — зеленая            |
| 28    | Хинин; 2-й переход (см. № 16)                   | См. № 16   | 9,5—10,5             | Фиолетовая — бесцветная        |
| 29    | 1,5-Нафтиламинсульфамид;<br>2-й переход         |   | 9,5—13,0             | Желто-оранжевая — зеленая      |
| 30    | Кумарин   |   | 9,8—12,0             | Темно-зеленая — светло-желтая  |

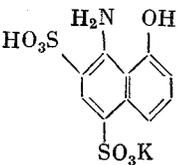
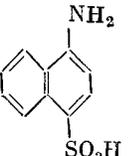
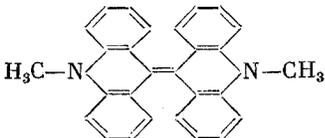
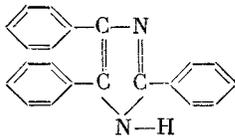
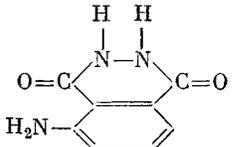
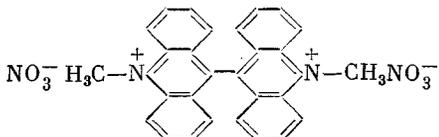
| № пп. | Индикатор                                    | Формула   | Интервал перехода рН | Изменение флуоресценции              |
|-------|--|---|----------------------|--------------------------------------|
| 31    | СС-кислота                                   |  | 10,0—12,0            | Фиолетовая — зеленая                 |
| 32    | $\alpha$ -Нафтиламин; 2-й переход (см. № 12) | См. № 12  | 12,0—13,0            | Ослабление синей флуоресценции       |
| 33    | Нафтионовая кислота                          |  | 11,5—14,0            | Фиолетово-синяя — голубовато-зеленая |

Таблица 25

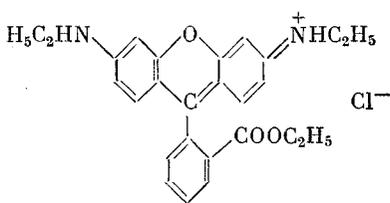
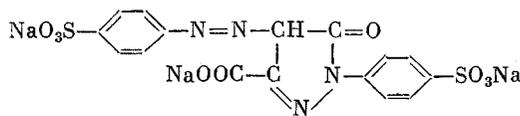
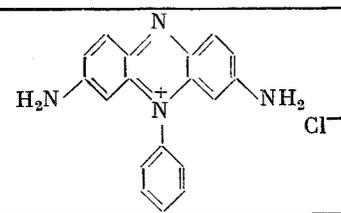
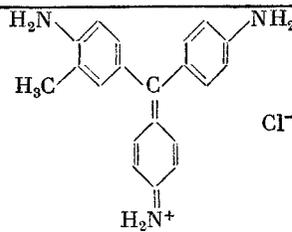
## Некоторые хемилюминесцентные индикаторы

| Индикатор  | Формула  | рН, при котором возникает свечение |
|--|--|------------------------------------|
| N, N'-Диметилбиакриден                                       |  | ~9                                 |
| Лофин (2, 4, 5-Трифенилимидазол; 2, 4, 5-трифенилглиоксалин) |  | 8,9—9,4                            |
| Люминол  |  | 8,0—8,5                            |
| Люцигенин  |  | 9,0—10,0                           |

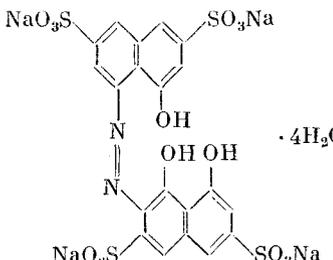
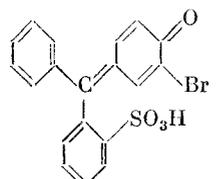
## Важнейшие адсорбционные индикаторы

Таблица 26

| № пп. | Индикатор   | Формула                       | Ион титрующего реактива | Определяемый ион                  | Изменение окраски   |
|-------|---|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---|
| 1     | Ализариновый красный С (0,4%-ный водный раствор)  | См. табл. 18, № 26 (стр. 165) | $Pb^{2+}$               | $Fe(CN)_6^{4-}$                   | Желтая — розово-красная   |
| 2     | Бенгальский розовый (3',6'-дихлор-2,4,5,7-тетрафторесцин, калиевая соль) (0,5%-ный водный раствор)      |                               | $Ag^+$                  | $J^-$                             | Розовая — фиолетовая  |
| 3     | Бромкрезоловый синий (бромкрезоловый зеленый) (1%-ный раствор в 20%-ном спирте)                         | См. табл. 18, № 27 (стр. 166) | $Ag^+$                  | $Cl^-$                            | Фиолетовая — зеленовато-голубая   |
| 4     | Бромфеноловый синий (0,1%-ный спиртовой раствор или 0,1%-ный водный раствор натриевой соли)             | См. табл. 18, № 23 (стр. 164) | $Ag^+$                  | $Cl^-$ , $Br^-$ , $CNS^-$ , $J^-$ | Желтая — синяя<br>Желто-зеленая — синезеленая   |
| 5     | Дифенилкарбазид   |                               | $Hg_2^{2+}$             | $Cl^-$ , $Br^-$                   | Бесцветная — фиолетовая   |
| 6     | Дифенилкарбазон (0,2%-ный спиртовой раствор)  |                               | $Ag^+$                  | $Cl^-$ , $Br^-$ , $J^-$ , $CNS^-$ | Светло-красная — фиолетовая — желтая — зеленая — розовая — синяя                              |
| 7     | 3,6-Дихлорфлуоресцеин (0,1%-ный раствор в 60—70%-ном спирте или 0,1%-ный раствор натриевой соли в воде) |                               | $Ag^+$                  | $Cl^-$ , $Br^-$ , $CNS^-$ , $J$   | Красно-фиолетовая — сине-фиолетовая — розовая — красно-фиолетовая — желто-зеленая — оранжевая |

| № пп. | Индикатор  | Формула   | Ион титрующего реактива | Определяемый ион  | Изменение окраски   |
|-------|--|---|-------------------------|---|---|
| 8     | Конго красный (0,1%-ный водный раствор)  | См. табл. 18, № 25 (стр. 165)   | $\text{Ag}^+$           | $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{J}^-$                  | Красная — синяя   |
| 9     | Родамин 6Ж (0,1%-ный водный раствор)   |   | $\text{Ag}^+$           | $\text{Br}^-$ , $\text{Cl}^-$                                 | Красно-фиолетовая — оранжевая   |
| 10    | Тартразин  |   | $\text{Ag}^+$           | $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{J}^-$ , $\text{CNS}^-$ | Желто-зеленая — желто-коричневая  |
| 11    | Тропеолин 00 (1%-ный водный раствор)   | См. табл. 18, № 14 (стр. 162)   | $\text{Ag}^+$           | $\text{Cl}^-$   | Желтая — розовая  |
| 12    | Феносафранин (0,1%-ный водный раствор)   |  | $\text{Ag}^+$           | $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$                                 | Фиолетовая — розовая<br>Красно-фиолетовая — синяя                           |
| 13    | Флуоресцеин, (0,1%-ный спиртовой раствор)  | См. табл. 24, № 14 (стр. 190)   | $\text{Ag}^+$           | $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{CNS}^-$ , $\text{J}^-$ | Желто-зеленая — розовая<br>Желто-зеленая — оранжевая                        |
| 14    | Фуксин (0,1%-ный спиртовой раствор)  |  | $\text{Ag}^+$           | $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{J}^-$ , $\text{CNS}^-$ | Красно-фиолетовая — розовая<br>Оранжевая — розовая<br>Голубоватая — розовая |
| 15    | Эозин (0,5%-ный раствор натриевой соли в воде или 0,1%-ный раствор эозина в 60—70%-ном спирте) | См. табл. 24, № 8 (стр. 188)  | $\text{Ag}^+$           | $\text{Br}^-$ , $\text{J}^-$ , $\text{CNS}^-$                 | Оранжевая — интенсивно красная  |
| 16    | Эритрозин (0,5%-ный водный раствор)  | См. табл. 24, № 10 (стр. 189)   | $\text{Pb}^{2+}$        | $\text{MoO}_4^{2-}$   | Оранжевая — темно-красная   |

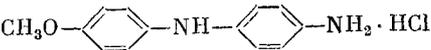
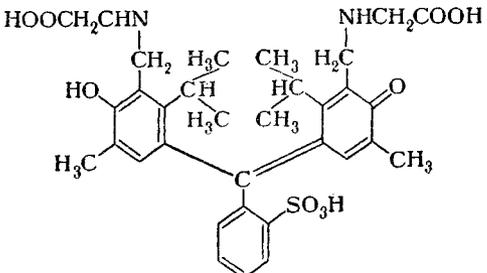
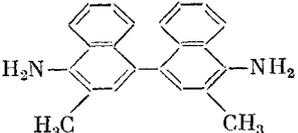
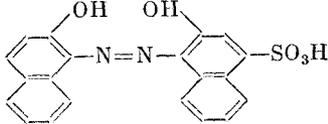
## Наиболее распространенные

| № пп. | Индикатор                     | Формула  |
|-------|-------------------------------|--|
| 1     | Ализариновый красный С        | См. табл. 18, № 26 (стр. 165)  |
| 2     | Бензидин                      | $\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2$         |
| 3     | Бериллоид II ИРЕА             |   |
| 4     | Бромпирогалловый красный, ВРР |  |

\* Р. З. — редкоземельные элементы (лантаниды, Y и Sc).

## индикаторы в комплексонометрии

| Концентрация                              | Определяемые ионы   | Условия определения   | Переход окраски при прямом титровании                                       |
|---|---|---|---|
| 0,05%-ный водный раствор                  | $\text{Tl}^{\text{IV}}$<br>$\text{Al}^{3+}$   | pH 2,3—3,4<br>pH 3,5—3,6; обратное титрование пикратом тория  | Розовая — желтая  |
| 1%-ный раствор в ледяной уксусной кислоте | $\text{Al}^{3+}$<br>$\text{V}^{3+}$<br>$\text{Fe}^{3+}$<br>$\text{Ga}^{3+}$<br>$\text{Sn}^{\text{IV}}$<br>$\text{Ti}^{\text{IV}}$   | Буферный раствор: 500 г ацетата аммония и 20 мл ледяной уксусной кислоты в 1 л. Добавление $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ и $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ и обратное титрование ацетатом цинка | Бесцветная — синяя  |
| 0,02%-ный водный раствор                  | $\text{Be}^{2+}$  | pH 12—13,2  | Голубая — фиолетовая  |
| 0,5%-ный раствор в 50%-ном спирте         | Р. З.*<br>$\text{V}^{3+}$<br>$\text{Pb}^{2+}$<br>$\text{Ni}^{2+}$<br>$\text{Co}^{2+}$<br>$\text{Cd}^{2+}$<br>$\text{Mg}^{2+}$<br>$\text{Mn}^{2+}$<br>$\text{Pd}^{2+}$<br>$\text{Tl}^{3+}$<br>$\text{Fe}^{3+}$<br>$\text{In}^{3+}$<br>$\text{Ga}^{3+}$ | pH 4—6<br>pH 2—3<br>pH 4<br>pH 7—8<br>Обратное титрование   | Голубая — красная<br>Красная — желто-оранжевая<br>Сине-фиолетовая — красная |

| № п/п | Индикатор                       | Формула   | Концентрация                              | Определяемые ионы  | Условия определения  | Переход окраски при прямом титровании |
|-------|---------------------------------|---|---|--|--|---------------------------------------|
| 5     | Вариаминовый синий Б            |    | 1%-ный водный раствор                     | Fe <sup>3+</sup><br>Al <sup>3+</sup> ,<br>Cd <sup>2+</sup> ,<br>Pb <sup>2+</sup><br>Zr <sup>IV</sup>                         | pH 2—3<br>pH 4—5; обратное титрование солью железа (III)   | Сине-фиолетовая — желтая              |
| 6     | Глиоксальбис-(2-оксанил)        |    | —   | Ca <sup>2+</sup>   | pH > 12  | Розовая — желтая                      |
| 7     | Глицинтимоловый синий           |    | 0,1%-ный водный раствор                   | Cu <sup>2+</sup>   | В присутствии уротропина в качестве буфера   | Синяя — желтая                        |
| 8     | 3,3'-Диметилнафтидин            |   | 1%-ный раствор в ледяной уксусной кислоте | Zn <sup>2+</sup><br>Al <sup>3+</sup> ,<br>Cd <sup>2+</sup> ,<br>Cu <sup>2+</sup> ,<br>Ni <sup>2+</sup> ,<br>Pb <sup>2+</sup> | pH 5; в присутствии Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>3-</sup><br>pH 5; обратное титрование в присутствии Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>3-</sup> | Фиолетовая — бесцветная               |
| 9     | Калькон (эриохром синечерный Р) |  | —   | Ca <sup>2+</sup>   | pH > 12  | Розовая — голубая                     |
| 10    | Кальцеин — см. Флуорексон, № 36 |   |   |  |  |                                       |

\* Р. З. — редкоземельные элементы (лантаниды, Y и Sc).

| № пп. | Индикатор                                  | Формула | Концентрация  | Определяемые ионы                   | Условия определения   | Переход окраски при прямом титровании |
|-------|--|---------|---|-------------------------------------|---|---------------------------------------|
| 11    | Кальцес (краситель Патопа — Ридера; ГГСИН) |         | 1%-ная смесь с твердым хлоридом натрия  | Ca <sup>2+</sup>                    | pH 12—14  | Винно-красная — синяя                 |
| 12    | Кальцион ИРЕА                              |         | —   | Ca <sup>2+</sup>                    | pH > 12   | Малиновая — ярко-синяя                |
| 13    | Кальцион                                   |         | 0,35%-ный водный раствор (10 мл) с добавлением 0,02%-ного водного раствора метиленовой сини (10 мл), 0,4%-ного раствора соли кальция (в расчете на Ca <sup>2+</sup> ) (5 мл) и воды (25 мл) | Ca <sup>2+</sup>                    | pH 13   | Желтая — оранжево-красная             |
| 14    | Кислотный хром синий К                     |         | Водный раствор  | Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> | 9,5—10  | Розовая — серо-голубая                |
| 15    | Кислотный хром темно-зеленый Ж             |         | 0,5%-ный водный раствор   | Ca <sup>2+</sup>                    | pH > 12<br>Применяется в смеси с 0,25%-ным водным раствором нафтолового желтого в отношении 1 : 2 (гидрон II) | Буровато-оранжевая — зеленая          |

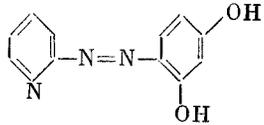
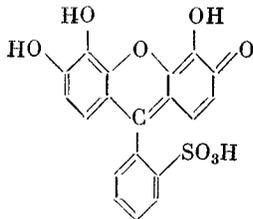
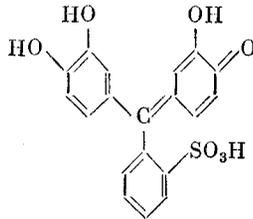
| № пп. | Индикатор  | Формула |
|-------|--|---------|
| 16    | Кислотный хром черный специальный (хром черный специальный ET 00; эриохром черный T) |         |

| Концентрация                                      | Определяемые ионы  | Условия определения   | Переход окраски при прямом титровании |
|---|--|---|---------------------------------------|
| 1%-ная смесь индикатора с твердым хлоридом натрия | Al <sup>3+</sup>   | pH 7—8; обратное титрование солью цинка в присутствии пиридина              | Винно-красная — синяя                 |
|   | Ba <sup>2+</sup>   | pH 10; титрование в присутствии комплексоната магния                        |                                       |
|   | Bi <sup>3+</sup>   | pH 9—10; обратное титрование солью цинка                                    |                                       |
|   | Ca <sup>2+</sup>   | pH 10; добавление комплексоната магния                                      |                                       |
|   | Cd <sup>2+</sup> ,<br>Co <sup>3+</sup> ,<br>Mg <sup>2+</sup> ,<br>Zn <sup>2+</sup> | pH 10   |                                       |
|   | Cr <sup>3+</sup>   | Щелочная среда, обратное титрование солью марганца                          |                                       |
|   | Fe <sup>3+</sup> ,<br>Ti <sup>IV</sup>   | Обратное титрование солью цинка в присутствии пиридина                      |                                       |
|   | Ga <sup>3+</sup>   | pH 6,5—9,5; обратное титрование солью цинка                                 |                                       |
|   | Hg <sup>2+</sup>   | pH 9—10; добавление комплексоната магния                                    |                                       |
|   | In <sup>3+</sup>   | pH 8—10; в присутствии сегнетовой соли                                      |                                       |
|   | Mn <sup>2+</sup>   | pH 10; добавление гидроксиламина  |                                       |
|   | Ni <sup>2+</sup> ,<br>Pb <sup>2+</sup>   | pH 10; обратное титрование солью магния или цинка                           |                                       |
|   | Ti <sup>3+</sup>   | pH 10; обратное титрование солью магния или добавление комплексоната магния |                                       |
|   | V <sup>IV</sup>  | pH 10; обратное титрование солью марганца                                   |                                       |

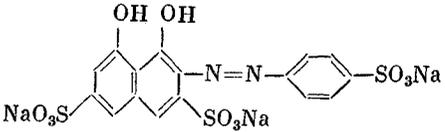
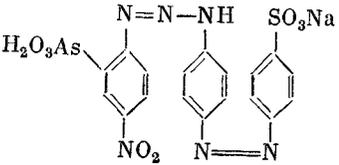
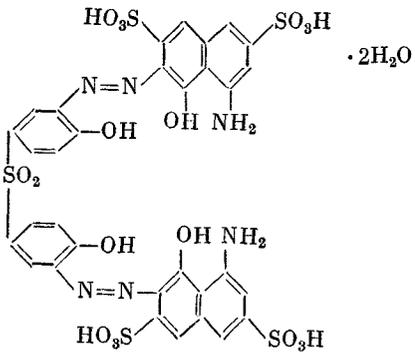
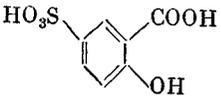
| № пп. | Индикатор  | Формула | Концентрация  | Определяемые ионы  | Условия определения   | Переход окраски при прямом титровании  |
|-------|--|---------|---|--|---|--|
| 17    | Ксиленоловый<br>оранжевый                              |         | 0,5%-ный раствор в этаноле                                    | $\text{Bi}^{3+}$<br>$\text{Cd}^{2+}$<br>$\text{Hg}^{2+}$<br>$\text{Co}^{2+}$<br>$\text{La}^{3+}$<br>$\text{Pb}^{2+}$<br>$\text{Zn}^{2+}$<br>$\text{Sc}^{3+}$<br>$\text{Th}^{\text{IV}}$<br>$\text{Zr}^{\text{IV}}$   | <p>pH 1—2<br/>pH 5—6<br/>pH 6</p> <p>pH 5</p> <p>pH 3—5<br/>pH 2,5—3,5<br/>pH 1—2 (100 °C)</p>                        | Красная — лимонно-желтая   |
| 18    | Магезон<br>ПРЕА  |         | 0,01%-ный раствор в воде или ацетоне                          | $\text{Mg}^{2+}$   | pH 9,8—11,2   | Красная — синяя  |
| 19    | Металлфталени — см. Фталейнкомплексон, № 37 (стр. 216) |         |   |  |   |  |
| 20    | Метилатимоловый<br>синий                               |         | Твердая смесь индикатора с $\text{KNO}_3$ в отношении 1 : 100 | $\text{Ba}^{2+}$<br>$\text{Ca}^{2+}$<br>$\text{Mg}^{2+}$<br>$\text{Sr}^{2+}$<br>$\text{Bi}^{3+}$<br>$\text{Cd}^{2+}$<br>$\text{Hg}^{2+}$<br>$\text{La}^{3+}$<br>$\text{Pb}^{2+}$<br>$\text{Zn}^{2+}$<br>$\text{Sc}^{3+}$<br>$\text{Th}^{\text{IV}}$<br>$\text{Zr}^{\text{IV}}$ | <p>pH 11,5—12,7</p> <p>pH 1—2<br/>pH 5—6<br/>pH 6<br/>pH 5</p> <p>pH 3—5<br/>pH 2,5—3,5<br/>pH 1—2 (100 °C)</p>       | Синяя — серая  |
| 21    | Мурексид   |         | 0,2%-ная смесь индикатора с твердым хлоридом натрия           | $\text{Ca}^{2+}$<br>$\text{Co}^{2+}$<br>$\text{Cu}^{2+}$<br>$\text{Ni}^{2+}$<br>$\text{Ag}^{+}$<br>$\text{Pd}^{2+}$  | <p>pH <math>\geq</math> 12</p> <p>Добавление <math>\text{K}_2\text{Ni}(\text{CN})_4 + \text{NH}_4\text{OH}</math></p> | <p>Красная — фиолетовая</p> <p>Оранжевая — фиолетовая</p> <p>Желтая — фиолетовая</p> |

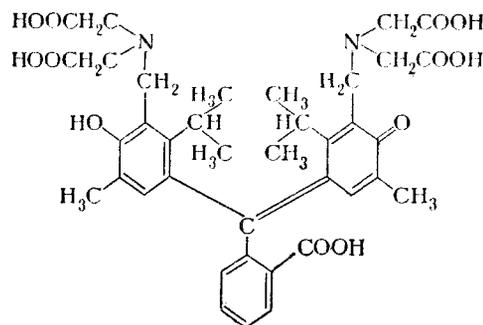
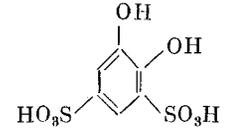
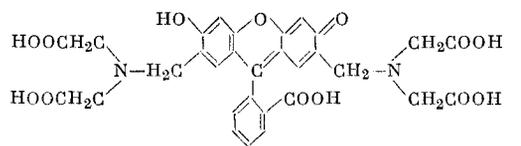
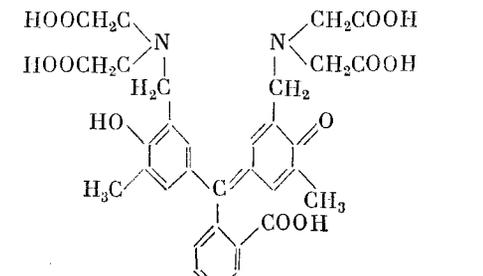
| № пп. | Индикатор  | Формула |
|-------|--|---------|
| 22    | Нафтоловый желтый  |         |
| 23    | 7-(1'-Нафтил-азо)-8-окси-хинолин-5-сульфокислота         |         |
| 24    | Оксигидрохиноновый розовый (оксигидрохинон-сульфоталеин) |         |
| 25    | ПАН [1-(2-пиридил-азо)-нафтол-2]                         |         |

| Концентрация  | Определяемые ионы  | Условия определения   | Переход окраски при прямом титровании |
|---|--|---|---------------------------------------|
| Применяется в смеси с кислотным хром темно-зеленым Ж (№ 15) |  |   |                                       |
| —   | Ga <sup>3+</sup> ,<br>Co <sup>2+</sup> ,<br>Zn <sup>2+</sup>   | pH 6—6,5  | Желтая — красная                      |
| 0,1%-ный водный раствор                                     | Th <sup>IV</sup> ,<br>Bi <sup>3+</sup>   | pH 2,4—3  | Розовая — желтая                      |
| 0,1%-ный раствор в этаноле или метаноле                     | Cu <sup>2+</sup><br><br>Co <sup>2+</sup> ,<br>Ga <sup>3+</sup><br><br>Cd <sup>2+</sup> ,<br>Zn <sup>2+</sup> ,<br>Pb <sup>2+</sup> ,<br>Ni <sup>2+</sup> ,<br>Ga <sup>3+</sup> ,<br>In <sup>3+</sup> ,<br>Pb <sup>2+</sup> | а) pH 6; прямое титрование;<br>б) слабоуксуснокислый раствор, обратное титрование солью меди при 70—80 °С.<br>Слабоуксуснокислый раствор, обратное титрование солью меди при 70—80 °С<br>Слабоуксуснокислый раствор<br>Слабоуксуснокислый раствор, обратное титрование солью меди при 70—80 °С<br>pH 5—7; прямое титрование | Красная — желтая                      |

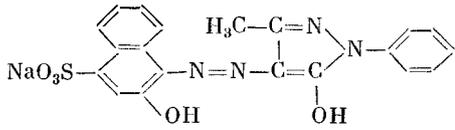
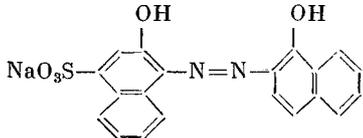
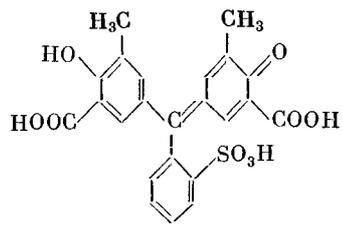
| № пп. | Индикатор   | Формула   |
|-------|---|---|
| 26    | ПАР<br>[1-(2-пиридил-азо)-резорцин]                                       |  |
| 27    | Патона — Ридера краситель   | См. Кальцес, № 11   |
| 28    | Пирогалловый красный  |  |
| 29    | Пирокатехиновый фиолетовый (пирокатехинсульфоталени; брэнцкатехин-виолет) |  |

| Концентрация                         | Определяемые ионы  | Условия определения  | Переход окраски при прямом титровании   |
|--------------------------------------|--|--|---|
| 0,1%-ный водный раствор              | Cu <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup>  | pH ≈ 5   | Оранжево-красная — зеленая  |
| 0,0,5%-ный раствор в 50%-ном этаноле | Bi <sup>3+</sup><br><br>Co <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup>  | pH 2—3<br><br>NH <sub>4</sub> Cl (1 M) + NH <sub>4</sub> OH (1 M) в отношении 1:1  | Красная — оранжево-желтая<br>Синяя — красная  |
| 0,1%-ный водный раствор              | Al <sup>3+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Th <sup>IV</sup><br><br>Bi <sup>3+</sup> , Th <sup>IV</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup><br><br>Cu <sup>2+</sup><br><br>Ga <sup>3+</sup> , Mn <sup>2+</sup><br><br>Ni <sup>2+</sup><br><br>Pb <sup>2+</sup> | Обратное титрование раствором соли, меди в присутствии пиридина<br>pH 2—3<br><br>NH <sub>4</sub> Cl (1 M) + NH <sub>4</sub> OH (1 M) в отношении 1:5<br>То же в отношении 1:1<br><br>В присутствии пиридина<br>pH 3,8<br>NH <sub>4</sub> Cl (1 M) + NH <sub>4</sub> OH (1 M) в отношении 1:1 с добавлением NH <sub>2</sub> OH · HCl<br>а) NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> , pH 2, температура 0 °C<br>б) NH <sub>4</sub> Cl (1 M) + NH <sub>4</sub> OH (1 M) в отношении 1:1<br>pH 5,5 | Синяя — желтая (Bi, Ga)<br><br>Красно-фиолетовая — желтая (Th)<br><br>Зеленоватосиняя — чернотфиолетовая<br><br>Синяя — желтая (Pb) |

| № пп. | Индикатор                   | Формула   | Концентрация   | Определяемые ионы      | Условия определения   | Переход окраски при прямом титровании                                   |
|-------|-----------------------------|---|--|------------------------|---|---|
| 30    | СПАДНС                      |    | 0,4%-ный водный раствор<br>0,02%-ный водный раствор                        | $Zr^{IV}$<br>$Tb^{IV}$ | pH 1,5—2,5<br>pH 2,5—3,5  | Красно-розовая — оранжево-красная<br>Фиолетово-синяя — пурпурно-красная |
| 31    | Сульфарсазен (плюмбон ИРЕА) |    | 0,05%-ный водный раствор с добавлением 1—2 капель 5%-ного раствора аммиака | $Pb^{2+}$<br>$Zn^{2+}$ | pH 9,8—10 в присутствии винной кислоты и аммиака<br>pH 9,3—9,6 в присутствии винной кислоты и аммиака | Оранжево-розовая — лимонно-желтая<br>То же                              |
| 32    | Сульфоназо                  |   | 0,02%-ный водный раствор   | $Sc^{3+}$<br>$In^{3+}$ | pH 5  | Синяя — фиолетово-розовая<br>Сине-фиолетовая — фиолетово-розовая        |
| 33    | Сульфосалициловая кислота   |  | 5%-ный водный раствор  | $Fe^{3+}$              | pH 2—3  | Красная — желтая  |

| № пп. | Индикатор  | Формула   | Концентрация  | Определяемые ионы  | Условия определения  | Переход окраски при прямом титровании                                 |
|-------|--|---|---|--|--|---|
| 34    | Тимолфталексон   |    | 0,5%-ный водный раствор или твердая смесь с $KNO_3$ в отношении 1 : 100   | $Ba^{2+}$ ,<br>$Ca^{2+}$ ,<br>$Sr^{2+}$                  | 3—10 мл 1 н. раствора NaOH на 100 мл титруемого раствора               | Синяя — почти бесцветная  |
| 35    | Тирон  |    | 2%-ный водный раствор   | $Fe^{3+}$  | pH 2—3   | Синяя — бесцветная  |
| 36    | Флуорексон (кальций, флуоресцеин-комплексон)                         |   | 2%-ный водный раствор или твердая смесь с $KNO_3$ в отношении 1 : 100   | $Ca^{2+}$ ,<br>$Sr^{2+}$ ,<br>$Ba^{2+}$                  | pH > 12  | Ярко-зеленая флуоресценция — розовая почти бесцветная                 |
| 37    | Фталеникомплексон (метилфталени; фталени пурпурный; крезолфталексон) |  | а) 0,5%-ный водный раствор или<br>б) Смесь 0,1 г фталеникомплексона, 0,005 г метилового красного и 0,005 г диаминового зеленого в 100 мл воды | $Ba^{2+}$ ,<br>$Sr^{2+}$ ,<br>$Ca^{2+}$<br><br>$Mg^{2+}$ | pH 11; добавление этанола<br>pH 10—11<br><br>pH 10; добавление этанола | а) Красно-фиолетовая — бледно-фиолетовая<br>б) Красная — слабая серая |

| № пп. | Индикатор  | Формула | Концентрация  | Определяемые ионы  | Условия определения  | Переход окраски при прямом титровании  |
|-------|--|---------|---|--|--|--|
| 38    | Хромазуrol C (бриллиант-бляу В, эриохромазуrol S)          |         | 0,4%-ный водный раствор                                   | Al <sup>3+</sup><br>Cu <sup>2+</sup><br>Fe <sup>3+</sup><br>Mg <sup>2+</sup><br>Zr <sup>IV</sup>   | pH 4—5<br>pH 6—6,5<br>pH 2 (смесь монохлоруксусной кислоты и ацетата натрия)<br>Добавляют 6,75 мл концентрированного NH <sub>4</sub> OH и 0,25 г NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub><br>pH 2 | Фиолетовая — оранжевая<br>Синяя — зеленая<br>Сине-зеленая — золотисто-оранжевая<br>Фиолетовая — зеленовато-желтая<br>Красно-фиолетовая — оранжевая |
| 39    | Хромоген черный специальный ET 00 — см. Кислотный хром чер |         | ный специальный, № 16                                     |  |  |  |
| 40    | Хромоксан зеленый ГГ                                       |         | —   | Mg <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup>  | pH 8—10  | Красная — зеленая  |
| 41    | Цинкон   |         | 0,130 г индикатора и 2 мл 1 М раствора NaOH в 100 мл воды | Ca <sup>2+</sup> , Ge <sup>IV</sup> , Co <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , In <sup>3+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> | pH 9—10; обратное титрование солью цинка<br>pH 9—10  | Синяя — красная  |

| № пп. | Индикатор  | Формула  | Концентрация                | Определяемые ионы                        | Условия определения  | Переход окраски при прямом титровании           |
|-------|--|--|-----------------------------|--|--|---|
| 42    | Эриохром красный Б   |   | —                           | Zn <sup>2+</sup> ,<br>Pb <sup>2+</sup>   | pH 10  | Красная — желтая                                |
| 43    | Эриохром сине-черный В                                     |   | 0,4%-ный раствор в метаноле | Ca <sup>2+</sup> ,<br>Mg <sup>2+</sup>   | pH 10—11   | Красная — синяя                                 |
| 44    | Эриохром-цианин R  |  | 0,4%-ный водный раствор     | Al <sup>3+</sup><br><br>Zr <sup>IV</sup> | Ацетатный буфер, pH 5—6,3, обратное титрование солью цинка<br>pH 1,4 | Желтая — фиолетовая<br><br>Розовая — бесцветная |
| 45    | Эриохром черный Т — см. Кислотный хром черный специальный, |  | № 16.                       |  |  |   |

**Пересчет водородного показателя (рН) на активность ионов водорода ( $a_{H^+}$ ) и обратно**

Таблицу можно использовать для пересчета показателей произведения растворимости рПР на произведение растворимости ПР, показателей констант рК на константы К и в других аналогичных случаях.

| Десятые доли рН | Сотые доли рН      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 | .00                | .01   | .02   | .03   | .04   | .05   | .06   | .07   | .08   | .09   |
|                 | значения $a_{H^+}$ |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ,0              | 1,000              | 0,977 | 0,955 | 0,933 | 0,912 | 0,891 | 0,871 | 0,851 | 0,832 | 0,813 |
| ,1              | 0,794              | 0,766 | 0,759 | 0,741 | 0,725 | 0,708 | 0,692 | 0,676 | 0,661 | 0,646 |
| ,2              | 0,631              | 0,617 | 0,603 | 0,589 | 0,575 | 0,562 | 0,550 | 0,537 | 0,525 | 0,513 |
| ,3              | 0,501              | 0,490 | 0,479 | 0,468 | 0,457 | 0,447 | 0,437 | 0,427 | 0,417 | 0,407 |
| ,4              | 0,398              | 0,389 | 0,380 | 0,372 | 0,363 | 0,355 | 0,347 | 0,339 | 0,331 | 0,324 |
| ,5              | 0,316              | 0,309 | 0,302 | 0,295 | 0,288 | 0,282 | 0,275 | 0,269 | 0,263 | 0,257 |
| ,6              | 0,251              | 0,245 | 0,240 | 0,234 | 0,229 | 0,224 | 0,219 | 0,214 | 0,209 | 0,204 |
| ,7              | 0,200              | 0,195 | 0,191 | 0,186 | 0,182 | 0,178 | 0,174 | 0,170 | 0,166 | 0,162 |
| ,8              | 0,158              | 0,155 | 0,151 | 0,148 | 0,145 | 0,141 | 0,138 | 0,135 | 0,132 | 0,129 |
| ,9              | 0,126              | 0,123 | 0,120 | 0,117 | 0,115 | 0,112 | 0,110 | 0,107 | 0,105 | 0,102 |

Для вычисления  $a_{H^+}$  по известному рН находят в первом вертикальном столбце первый знак мантиссы величины рН и в первой горизонтальной строке второй знак этой мантиссы. Затем в точке пересечения линий, идущих от пайденных цифр, получают значение  $a_{H^+}$ , которое надо еще умножить на 10 в степени, равной характеристике рН, взятой с отрицательным знаком. Например: рН = 6,27;  $a_{H^+} = 0,537 \cdot 10^{-6}$ .

Для вычисления рН по известной величине  $a_{H^+}$  пересчитывают величину  $a_{H^+}$  так, чтобы она выражалась числом, начинающимся с 0 и умноженным на 10 в некоторой отрицательной степени. Затем это число (или близкое к нему) находят в середине таблицы и, двигаясь от него влево и вверх, получают два знака после запятой в значении рН. Характеристика рН будет равна той степени, в которую возведено 10 в числе  $a_{H^+}$ , но с положительным знаком. Например,  $a_{H^+} = 2,41 \cdot 10^{-7} = 0,241 \cdot 10^{-6}$ ; рН = 6,62.

## Приготовление буферных растворов

(рН от 1,10 до 12,90; температура 20 °С)

## Исходные растворы

- Раствор № 1 — соляная кислота 0,1 н.  
 Раствор № 2 — гликоколь  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$  (аминоуксусная кислота, глицин), 0,1 н. (7,507 г гликоколя + 5,85 г  $\text{NaCl}$  в 1 л).  
 Раствор № 3 — бифталат калия,  $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ , 0,2 М (40,846 г в 1 л).  
 Раствор № 4 — цитрат натрия, 0,1 М (21,014 г  $\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$  + 200 мл 1 н. раствора  $\text{NaOH}$  в 1 л).  
 Раствор № 5 — едкий натр, 0,1 н.  
 Раствор № 6 — дигидрофосфат калия,  $1/15$  М (9,073 г  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  в 1 л).  
 Раствор № 7 — гидрофосфат натрия,  $1/15$  М (11,866 г  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  в 1 л).  
 Раствор № 8 — тетраборат натрия, 0,05 М (12,367 г  $\text{H}_3\text{BO}_3$  + 100 мл 1 н. раствора  $\text{NaOH}$  в 1 л).

Хлорид натрия марки х. ч. дважды перекристаллизовывают и высушивают при 120 °С; борную кислоту х. ч. дважды перекристаллизовывают из кипящей воды и высушивают при температуре не выше 80 °С; дигидрофосфат калия х. ч. дважды перекристаллизовывают и высушивают при 110—120 °С; гидрофосфат натрия х. ч. дважды перекристаллизовывают (при последней кристаллизации температура раствора не должна быть выше 90 °С), затем увлажняют водой и высушивают в термостате при 36 °С в течение 2 суток; лимонную кислоту х. ч. дважды перекристаллизовывают (при последней кристаллизации температура не должна превышать 60 °С); бифталат калия дважды перекристаллизовывают и высушивают при 110—120 °С.

А. Буферные растворы с рН 1,10—3,50 ( $\text{HCl}-\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ )

Каждый из указанных ниже объемов раствора (раствор № 2, см. выше) доводят до 100 мл раствором № 1 (см. выше)

| рН  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1,1 | 5,7  | 6,6  | 7,5  | 8,4  | 9,3  | 10,2 | 11,1 | 12,0 | 12,8 | 13,7 |
| 2   | 14,6 | 15,4 | 16,2 | 17,0 | 17,8 | 18,6 | 19,4 | 20,2 | 21,0 | 21,8 |
| 3   | 22,6 | 23,2 | 23,9 | 24,5 | 25,2 | 25,8 | 26,4 | 27,0 | 27,7 | 28,3 |
| 4   | 28,9 | 29,4 | 30,0 | 30,5 | 31,1 | 31,6 | 32,0 | 32,5 | 32,9 | 33,4 |
| 5   | 33,8 | 34,2 | 34,6 | 35,0 | 35,4 | 35,8 | 36,2 | 36,7 | 37,1 | 37,6 |
| 6   | 38,0 | 38,4 | 38,7 | 39,1 | 39,4 | 39,8 | 40,2 | 40,6 | 40,9 | 41,3 |
| 7   | 41,7 | 42,1 | 42,4 | 42,8 | 43,1 | 43,5 | 43,9 | 44,2 | 44,6 | 44,9 |
| 8   | 45,3 | 45,6 | 46,0 | 46,3 | 46,7 | 47,0 | 47,4 | 47,8 | 48,1 | 48,5 |
| 9   | 48,9 | 49,2 | 49,5 | 49,8 | 50,1 | 50,4 | 50,7 | 51,0 | 51,3 | 51,6 |
| 0   | 51,9 | 52,2 | 52,5 | 52,8 | 53,1 | 53,4 | 53,7 | 54,0 | 54,3 | 54,6 |
| 1   | 54,9 | 55,2 | 55,4 | 55,7 | 55,9 | 56,2 | 56,5 | 56,7 | 57,0 | 57,3 |
| 2   | 57,6 | 57,9 | 58,2 | 58,4 | 58,7 | 59,0 | 59,3 | 59,5 | 59,8 | 60,0 |
| 3   | 60,3 | 60,6 | 61,0 | 61,3 | 61,7 | 62,0 | 62,3 | 62,6 | 63,0 | 63,3 |
| 4   | 63,6 | 63,9 | 64,2 | 64,5 | 64,8 | 65,1 | 65,4 | 65,7 | 66,0 | 66,3 |
| 5   | 66,6 | 66,9 | 67,2 | 67,5 | 67,8 | 68,1 | 68,4 | 68,7 | 69,0 | 69,3 |

| pH  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 6   | 69,6 | 69,9 | 70,2 | 70,5 | 70,8 | 71,1 | 71,4 | 71,8 | 72,1 | 72,5 |
| 7   | 72,8 | 73,1 | 73,4 | 73,8 | 74,1 | 74,4 | 74,7 | 75,0 | 75,4 | 75,7 |
| 8   | 76,0 | 76,3 | 76,6 | 77,0 | 77,3 | 77,6 | 77,9 | 78,2 | 78,6 | 78,9 |
| 9   | 79,2 | 79,5 | 79,8 | 80,1 | 80,4 | 80,7 | 81,0 | 81,3 | 81,5 | 81,8 |
| 3,0 | 82,1 | 82,4 | 82,7 | 82,9 | 83,2 | 83,5 | 83,8 | 84,0 | 84,3 | 84,5 |
| 1   | 84,8 | 85,0 | 85,3 | 85,5 | 85,8 | 86,0 | 86,2 | 86,4 | 86,7 | 86,9 |
| 2   | 87,1 | 87,3 | 87,5 | 87,8 | 88,0 | 88,2 | 88,4 | 88,6 | 88,8 | 89,0 |
| 3   | 89,2 | 89,4 | 89,6 | 89,7 | 89,9 | 90,1 | 90,3 | 90,5 | 90,6 | 90,8 |
| 4   | 91,0 | 91,2 | 91,3 | 91,5 | 91,6 | 91,8 | 91,9 | 92,1 | 92,2 | 92,4 |
| 5   | 92,5 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

**Б. Буферные растворы с pH 1,10—4,96 (HCl—NaH<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub>)**

Каждый из указанных ниже объемов раствора (раствор № 4, стр. 223) доводят до 100 мл раствором № 1 (см. там же)

| pH  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1,1 | 4,8  | 5,6  | 6,4  | 7,1  | 7,8  | 8,4  | 9,0  | 9,6  | 10,1 | 10,6 |
| 2   | 11,1 | 11,6 | 12,1 | 12,5 | 13,0 | 13,5 | 14,0 | 14,5 | 14,9 | 15,4 |
| 3   | 15,9 | 16,2 | 16,6 | 16,9 | 17,3 | 17,6 | 17,9 | 18,3 | 18,6 | 19,0 |
| 4   | 19,3 | 19,6 | 19,9 | 20,2 | 20,5 | 20,8 | 21,1 | 21,4 | 21,6 | 21,9 |
| 5   | 22,2 | 22,4 | 22,7 | 22,9 | 23,2 | 23,4 | 23,6 | 23,9 | 24,1 | 24,4 |
| 6   | 24,6 | 24,8 | 25,0 | 25,2 | 25,4 | 25,6 | 25,8 | 26,0 | 26,1 | 26,3 |
| 7   | 26,5 | 26,7 | 26,9 | 27,0 | 27,2 | 27,4 | 27,6 | 27,7 | 27,9 | 28,0 |
| 8   | 28,2 | 28,3 | 28,5 | 28,6 | 28,8 | 28,9 | 29,0 | 29,1 | 29,3 | 29,4 |
| 9   | 29,5 | 29,6 | 29,7 | 29,9 | 30,0 | 30,1 | 30,2 | 30,3 | 30,4 | 30,5 |
| 2,0 | 30,6 | 30,7 | 30,8 | 31,0 | 31,1 | 31,2 | 31,3 | 31,4 | 31,5 | 31,6 |
| 1   | 31,7 | 31,8 | 31,9 | 31,9 | 32,0 | 32,1 | 32,2 | 32,3 | 32,4 | 32,5 |
| 2   | 32,6 | 32,7 | 32,8 | 32,9 | 33,0 | 33,1 | 33,2 | 33,3 | 33,4 | 33,5 |
| 3   | 33,6 | 33,7 | 33,8 | 33,8 | 33,9 | 34,0 | 34,1 | 34,2 | 34,3 | 34,4 |
| 4   | 34,5 | 34,6 | 34,7 | 34,8 | 34,9 | 35,0 | 35,1 | 35,2 | 35,2 | 35,3 |
| 5   | 35,4 | 35,5 | 35,6 | 35,7 | 35,8 | 35,9 | 36,0 | 36,1 | 36,2 | 36,3 |
| 6   | 36,4 | 36,5 | 36,6 | 36,7 | 36,8 | 36,9 | 37,0 | 37,1 | 37,1 | 37,2 |
| 7   | 37,3 | 37,4 | 37,5 | 37,6 | 37,7 | 37,8 | 37,9 | 38,0 | 38,1 | 38,2 |
| 8   | 38,3 | 38,4 | 38,5 | 38,6 | 38,7 | 38,8 | 38,9 | 39,0 | 39,1 | 39,2 |
| 9   | 39,3 | 39,4 | 39,5 | 39,6 | 39,7 | 39,8 | 39,9 | 40,0 | 40,1 | 40,2 |
| 3,0 | 40,3 | 40,4 | 40,5 | 40,7 | 40,8 | 40,9 | 41,0 | 41,1 | 41,3 | 41,4 |
| 1   | 41,5 | 41,6 | 41,7 | 41,8 | 41,9 | 42,0 | 42,1 | 42,3 | 42,4 | 42,6 |
| 2   | 42,7 | 42,8 | 42,9 | 43,1 | 43,2 | 43,3 | 43,4 | 43,6 | 43,7 | 43,9 |
| 3   | 44,0 | 44,1 | 44,3 | 44,4 | 44,6 | 44,7 | 44,8 | 45,0 | 45,1 | 45,3 |
| 4   | 45,4 | 45,5 | 45,7 | 45,8 | 46,0 | 46,1 | 46,2 | 46,4 | 46,5 | 46,7 |
| 5   | 46,8 | 47,0 | 47,1 | 47,3 | 47,4 | 47,6 | 47,8 | 47,9 | 48,1 | 48,2 |
| 6   | 48,4 | 48,6 | 48,8 | 48,9 | 49,1 | 49,3 | 49,5 | 49,6 | 49,8 | 49,9 |
| 7   | 50,1 | 50,3 | 50,5 | 50,6 | 50,8 | 51,0 | 51,2 | 51,4 | 51,5 | 51,7 |
| 8   | 51,9 | 52,1 | 52,3 | 52,5 | 52,7 | 52,9 | 53,1 | 53,3 | 53,4 | 53,6 |
| 9   | 53,8 | 54,0 | 54,2 | 54,5 | 54,7 | 54,9 | 55,1 | 55,3 | 55,6 | 55,8 |

| pH  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6     | 7    | 8    | 9    |
|-----|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| 4,0 | 56,0 | 56,3 | 56,5 | 56,8 | 57,0 | 57,3 | 57,5  | 57,8 | 58,0 | 58,3 |
| 1   | 58,5 | 58,7 | 59,0 | 59,2 | 59,5 | 59,7 | 60,0  | 60,3 | 60,5 | 60,8 |
| 2   | 61,1 | 61,4 | 61,7 | 62,0 | 62,3 | 62,6 | 62,9  | 63,3 | 63,6 | 64,0 |
| 3   | 64,3 | 64,7 | 65,1 | 65,4 | 65,7 | 66,0 | 66,4  | 66,8 | 67,1 | 67,5 |
| 4   | 67,9 | 68,3 | 68,7 | 69,0 | 69,4 | 69,8 | 70,2  | 70,6 | 71,1 | 71,5 |
| 5   | 71,9 | 72,4 | 72,9 | 73,4 | 73,9 | 74,4 | 74,9  | 75,4 | 75,9 | 76,4 |
| 6   | 76,9 | 77,4 | 78,0 | 78,5 | 79,1 | 79,6 | 80,1  | 80,6 | 81,2 | 81,7 |
| 7   | 82,2 | 82,8 | 83,3 | 83,9 | 84,4 | 85,0 | 85,6  | 86,2 | 86,6 | 87,4 |
| 8   | 88,0 | 88,7 | 89,4 | 90,0 | 90,7 | 91,4 | 92,2  | 93,1 | 93,9 | 94,8 |
| 9   | 95,6 | 96,3 | 97,1 | 97,8 | 98,5 | 99,3 | 100,0 |      |      |      |

### В. Буферные растворы с pH 2,20—3,80 (HCl—KHC<sub>8</sub>H<sub>4</sub>O<sub>4</sub>)

К каждому из указанных ниже объемов раствора (раствор № 1, стр. 223) прибавляют 50,0 мл раствора № 3 (см. там же) и доводят объем смеси водой до 200 мл

| pH  | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2,2 | 93,20 | 92,50 | 91,80 | 91,10 | 90,40 | 89,70 | 89,00 | 88,30 | 87,60 | 86,90 |
| 3   | 86,20 | 85,50 | 84,80 | 84,10 | 83,40 | 82,70 | 82,00 | 81,30 | 80,60 | 79,90 |
| 4   | 79,20 | 78,54 | 77,88 | 77,22 | 76,56 | 75,90 | 75,24 | 74,58 | 73,92 | 73,26 |
| 5   | 72,60 | 71,94 | 71,28 | 70,62 | 69,96 | 69,30 | 68,64 | 67,98 | 67,32 | 66,66 |
| 6   | 66,00 | 65,34 | 64,68 | 64,02 | 63,36 | 62,70 | 62,04 | 61,38 | 60,72 | 60,06 |
| 7   | 59,40 | 58,76 | 58,12 | 57,48 | 56,84 | 56,20 | 55,56 | 54,92 | 54,28 | 53,64 |
| 8   | 53,00 | 52,38 | 51,76 | 51,14 | 50,52 | 49,90 | 49,28 | 48,66 | 48,04 | 47,42 |
| 9   | 46,80 | 46,20 | 45,60 | 45,00 | 44,40 | 43,80 | 43,20 | 42,60 | 42,00 | 41,40 |
| 3,0 | 40,80 | 40,22 | 39,64 | 39,06 | 38,48 | 37,90 | 37,32 | 36,74 | 36,16 | 35,58 |
| 1   | 35,00 | 34,44 | 33,88 | 33,32 | 32,78 | 32,24 | 31,70 | 31,16 | 30,64 | 30,12 |
| 2   | 29,60 | 29,08 | 28,56 | 28,04 | 27,54 | 27,04 | 26,54 | 26,04 | 25,56 | 25,08 |
| 3   | 24,60 | 24,12 | 23,64 | 23,16 | 22,68 | 22,20 | 21,72 | 21,26 | 20,80 | 20,34 |
| 4   | 19,90 | 19,46 | 19,02 | 18,58 | 18,16 | 17,74 | 17,32 | 16,90 | 16,50 | 16,10 |
| 5   | 15,70 | 15,30 | 14,90 | 14,52 | 14,16 | 13,80 | 13,44 | 13,08 | 12,72 | 12,36 |
| 6   | 12,00 | 11,66 | 11,32 | 10,98 | 10,64 | 10,30 | 9,96  | 9,62  | 9,28  | 8,94  |
| 7   | 8,60  | 8,26  | 7,92  | 7,58  | 7,24  | 6,90  | 6,58  | 6,26  | 5,94  | 5,62  |
| 8   | 5,30  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

### Г. Буферные растворы с pH 4,00—6,20 (NaOH—KHC<sub>8</sub>H<sub>4</sub>O<sub>4</sub>)

К каждому из указанных ниже объемов раствора (раствор № 5, стр. 223) прибавляют 50,0 мл раствора № 3 (см. там же) и доводят объем смеси водой до 200 мл

| pH  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8     | 9     |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 4,0 | 0,80 | 1,14 | 1,46 | 1,80 | 2,12 | 2,46 | 2,78 | 3,12 | 3,44  | 3,78  |
| 1   | 4,10 | 4,44 | 4,76 | 5,10 | 5,42 | 5,76 | 6,08 | 6,42 | 6,74  | 7,08  |
| 2   | 7,40 | 7,74 | 8,08 | 8,42 | 8,78 | 9,14 | 9,50 | 9,86 | 10,24 | 10,62 |

| pH  | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 3   | 11,00 | 11,38 | 11,76 | 12,14 | 12,54 | 12,94 | 13,34 | 13,74 | 14,16 | 14,58 |
| 4   | 15,00 | 15,42 | 15,84 | 16,26 | 16,68 | 17,10 | 17,54 | 17,98 | 18,42 | 18,86 |
| 5   | 19,30 | 19,76 | 20,24 | 20,72 | 21,22 | 21,72 | 22,22 | 22,74 | 23,26 | 23,78 |
| 6   | 24,30 | 24,84 | 25,38 | 25,92 | 26,46 | 27,00 | 27,54 | 28,08 | 28,62 | 29,16 |
| 7   | 29,70 | 30,26 | 30,82 | 31,38 | 31,94 | 32,50 | 33,08 | 33,66 | 34,24 | 34,82 |
| 8   | 35,40 | 35,98 | 36,56 | 37,14 | 37,74 | 38,34 | 38,94 | 39,54 | 40,16 | 40,78 |
| 9   | 41,40 | 42,04 | 42,68 | 43,32 | 43,96 | 44,60 | 45,22 | 45,84 | 46,46 | 47,08 |
| 5,0 | 47,70 | 48,32 | 48,94 | 49,56 | 50,18 | 50,80 | 51,42 | 52,04 | 52,66 | 53,28 |
| 1   | 53,90 | 54,50 | 55,10 | 55,70 | 56,30 | 56,90 | 57,50 | 58,10 | 58,70 | 59,30 |
| 2   | 59,90 | 60,50 | 61,10 | 61,70 | 62,28 | 62,86 | 63,44 | 64,02 | 64,58 | 65,14 |
| 3   | 65,70 | 66,24 | 66,78 | 67,32 | 67,84 | 68,36 | 68,88 | 69,40 | 69,90 | 70,40 |
| 4   | 70,90 | 71,38 | 71,86 | 72,34 | 72,82 | 73,30 | 73,76 | 74,22 | 74,68 | 75,14 |
| 5   | 75,60 | 76,04 | 76,46 | 76,88 | 77,30 | 77,72 | 78,12 | 78,52 | 78,92 | 79,32 |
| 6   | 79,70 | 80,08 | 80,44 | 80,80 | 81,14 | 81,48 | 81,82 | 82,14 | 82,46 | 82,78 |
| 7   | 83,10 | 83,40 | 83,70 | 84,00 | 84,30 | 84,60 | 84,88 | 85,16 | 85,44 | 85,72 |
| 8   | 86,00 | 86,28 | 86,56 | 86,84 | 87,10 | 87,36 | 87,62 | 87,88 | 88,12 | 88,36 |
| 9   | 88,60 | 88,84 | 89,08 | 89,32 | 89,56 | 89,80 | 90,02 | 90,24 | 90,46 | 90,68 |
| 6,0 | 90,90 | 91,10 | 91,30 | 91,50 | 91,70 | 91,90 | 92,08 | 92,26 | 92,44 | 92,62 |
| 1   | 92,80 | 92,96 | 93,10 | 93,24 | 93,36 | 93,48 | 93,60 | 93,70 | 93,80 | 93,90 |
| 2   | 94,00 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

**Д. Буферные растворы с pH 4,96—6,69 (NaOH—NaH<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub>)**

Каждый из указанных ниже объемов раствора (раствор № 5, стр. 223) доводят до 100 мл раствором № 4 (см. там же)

| pH  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 4,9 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 0,0  | 0,9  | 1,8  | 2,7  |
| 5,0 | 3,6  | 4,3  | 5,0  | 5,6  | 6,3  | 7,0  | 7,5  | 8,1  | 8,6  | 9,2  |
| 1   | 9,7  | 10,2 | 10,8 | 11,3 | 11,9 | 12,4 | 12,9 | 13,4 | 13,9 | 14,4 |
| 2   | 14,9 | 15,4 | 15,9 | 16,5 | 17,0 | 17,5 | 17,9 | 18,3 | 18,8 | 19,2 |
| 3   | 19,6 | 20,0 | 20,4 | 20,8 | 21,2 | 21,6 | 22,0 | 22,4 | 22,9 | 23,3 |
| 4   | 23,7 | 24,1 | 24,5 | 24,9 | 25,3 | 25,7 | 26,1 | 26,5 | 26,9 | 27,3 |
| 5   | 27,7 | 28,0 | 28,4 | 28,7 | 29,1 | 29,4 | 29,7 | 30,0 | 30,4 | 30,7 |
| 6   | 31,0 | 31,3 | 31,6 | 31,9 | 32,2 | 32,5 | 32,8 | 33,1 | 33,4 | 33,7 |
| 7   | 34,0 | 34,3 | 34,5 | 34,8 | 35,0 | 35,3 | 35,5 | 35,8 | 36,0 | 36,2 |
| 8   | 36,4 | 36,6 | 36,8 | 37,1 | 37,3 | 37,5 | 37,7 | 37,9 | 38,1 | 38,3 |
| 9   | 38,5 | 38,7 | 38,9 | 39,1 | 39,3 | 39,5 | 39,7 | 39,9 | 40,0 | 40,2 |
| 6,0 | 40,4 | 40,6 | 40,8 | 41,0 | 41,2 | 41,4 | 41,5 | 41,6 | 41,7 | 41,9 |
| 1   | 42,0 | 42,1 | 42,3 | 42,4 | 42,6 | 42,7 | 42,8 | 43,0 | 43,1 | 43,3 |
| 2   | 43,4 | 43,5 | 43,6 | 43,8 | 44,0 | 44,1 | 44,2 | 44,3 | 44,4 | 44,5 |
| 3   | 44,6 | 44,7 | 44,8 | 44,9 | 45,0 | 45,1 | 45,2 | 45,3 | 45,3 | 45,4 |
| 4   | 45,5 | 45,6 | 45,7 | 45,7 | 45,8 | 45,9 | 46,0 | 46,1 | 46,1 | 46,2 |
| 5   | 46,3 | 46,4 | 46,5 | 46,5 | 46,6 | 46,7 | 46,8 | 46,8 | 46,9 | 46,9 |
| 6   | 47,0 | 47,1 | 47,1 | 47,2 | 47,2 | 47,3 | 47,3 | 47,4 | 47,4 | 47,5 |

**Е. Буферные растворы с pH 4,80—8,00 (K<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>—Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>)**

Каждый из указанных ниже объемов раствора (раствор № 7, стр. 223) доводят до 100 мл раствором № 6 (см. там же)

| pH  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 4,8 | 0,35 | 0,37 | 0,39 | 0,41 | 0,43 | 0,45 | 0,48 | 0,51 | 0,54 | 0,57 |
| 9   | 0,60 | 0,63 | 0,66 | 0,69 | 0,72 | 0,75 | 0,79 | 0,83 | 0,87 | 0,91 |
| 5,0 | 0,95 | 0,99 | 1,03 | 1,07 | 1,11 | 1,15 | 1,19 | 1,23 | 1,27 | 1,31 |
| 1   | 1,35 | 1,39 | 1,43 | 1,47 | 1,51 | 1,55 | 1,60 | 1,65 | 1,70 | 1,75 |
| 2   | 1,80 | 1,85 | 1,90 | 1,95 | 2,00 | 2,05 | 2,10 | 2,15 | 2,20 | 2,25 |
| 3   | 2,30 | 2,37 | 2,44 | 2,51 | 2,58 | 2,65 | 2,72 | 2,79 | 2,86 | 2,93 |
| 4   | 3,00 | 3,09 | 3,18 | 3,27 | 3,36 | 3,45 | 3,54 | 3,63 | 3,72 | 3,81 |
| 5   | 3,90 | 3,99 | 4,08 | 4,17 | 4,26 | 4,35 | 4,46 | 4,57 | 4,68 | 4,79 |
| 6   | 4,90 | 5,02 | 5,14 | 5,26 | 5,38 | 5,50 | 5,62 | 5,75 | 5,90 | 6,05 |
| 7   | 6,20 | 6,35 | 6,50 | 6,70 | 6,85 | 7,00 | 7,20 | 7,35 | 7,55 | 7,70 |
| 8   | 7,90 | 8,10 | 8,25 | 8,45 | 8,60 | 8,80 | 9,00 | 9,20 | 9,40 | 9,60 |
| 9   | 9,80 | 10,0 | 10,2 | 10,4 | 10,6 | 10,8 | 11,1 | 11,3 | 11,6 | 11,8 |
| 6,0 | 12,1 | 12,4 | 12,7 | 12,9 | 13,2 | 13,5 | 13,8 | 14,1 | 14,4 | 14,7 |
| 1   | 15,0 | 15,3 | 15,7 | 16,0 | 16,4 | 16,7 | 17,0 | 17,4 | 17,7 | 18,1 |
| 2   | 18,4 | 18,7 | 19,1 | 19,4 | 19,8 | 20,1 | 20,5 | 20,9 | 21,3 | 21,7 |
| 3   | 22,1 | 22,5 | 22,9 | 23,4 | 23,8 | 24,2 | 24,6 | 25,1 | 25,5 | 26,0 |
| 4   | 26,4 | 26,9 | 27,3 | 27,8 | 28,2 | 28,7 | 29,2 | 29,7 | 30,3 | 30,8 |
| 5   | 31,3 | 31,9 | 32,4 | 33,0 | 33,5 | 34,1 | 34,7 | 35,3 | 35,9 | 36,5 |
| 6   | 37,1 | 37,7 | 38,3 | 38,9 | 39,4 | 40,0 | 40,6 | 41,2 | 41,8 | 42,4 |
| 7   | 43,0 | 43,6 | 44,2 | 44,8 | 45,4 | 46,0 | 46,6 | 47,3 | 47,9 | 48,6 |
| 8   | 49,2 | 49,8 | 50,4 | 51,0 | 51,6 | 52,2 | 52,8 | 53,4 | 54,0 | 54,6 |
| 9   | 55,2 | 55,8 | 56,4 | 57,0 | 57,6 | 58,2 | 58,8 | 59,4 | 60,0 | 60,6 |
| 7,0 | 61,2 | 61,8 | 62,4 | 63,0 | 63,6 | 64,2 | 64,8 | 65,4 | 65,9 | 66,5 |
| 1   | 67,0 | 67,6 | 68,1 | 68,7 | 69,2 | 69,8 | 70,4 | 70,9 | 71,5 | 72,0 |
| 2   | 72,6 | 73,2 | 73,7 | 74,3 | 74,8 | 75,4 | 75,9 | 76,3 | 76,8 | 77,2 |
| 3   | 77,7 | 78,1 | 78,6 | 79,0 | 79,5 | 79,9 | 80,3 | 80,7 | 81,0 | 81,4 |
| 4   | 81,8 | 82,1 | 82,5 | 82,8 | 83,2 | 83,5 | 83,8 | 84,2 | 84,5 | 84,9 |
| 5   | 85,2 | 85,5 | 85,9 | 86,2 | 86,6 | 86,9 | 87,2 | 87,5 | 87,9 | 88,2 |
| 6   | 88,5 | 88,8 | 89,1 | 89,3 | 89,6 | 89,9 | 90,2 | 90,4 | 90,7 | 90,9 |
| 7   | 91,2 | 91,4 | 91,7 | 91,9 | 92,2 | 92,4 | 92,6 | 92,9 | 93,1 | 93,4 |
| 8   | 93,6 | 93,8 | 94,0 | 94,2 | 94,4 | 94,6 | 94,8 | 95,0 | 95,1 | 95,3 |
| 9   | 95,5 | 95,6 | 95,8 | 95,9 | 96,1 | 96,2 | 96,3 | 96,5 | 96,6 | 96,8 |
| 8,0 | 96,9 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

**Ж. Буферные растворы с pH 7,71—9,23 (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>—HCl)**

Каждый из указанных ниже объемов раствора (раствор № 8, стр. 223) доводят до 100 мл раствором № 1 (см. там же)

| pH  | 0     | 1     | 2     | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8    | 9     |
|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 7,7 | —     | 52,5  | 52,6  | 52,7 | 52,8  | 52,9  | 53,0  | 53,1  | 53,2 | 53,3  |
| 8   | 53,4  | 53,5  | 53,6  | 53,7 | 53,85 | 53,95 | 54,1  | 54,25 | 54,4 | 54,55 |
| 9   | 54,65 | 54,75 | 54,85 | 55,0 | 55,1  | 55,25 | 55,35 | 55,5  | 55,6 | 55,75 |

\*

| pH  | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8    | 9     |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 8,0 | 55,85 | 56,0  | 56,1  | 56,25 | 56,35 | 56,5  | 56,6  | 56,75 | 56,9 | 57,0  |
| 1   | 57,15 | 57,25 | 57,4  | 57,5  | 57,65 | 57,8  | 57,95 | 58,1  | 58,3 | 58,45 |
| 2   | 58,65 | 58,8  | 59,0  | 59,2  | 59,4  | 59,6  | 59,8  | 60,0  | 60,2 | 60,45 |
| 3   | 60,7  | 60,95 | 61,15 | 61,4  | 61,6  | 61,85 | 62,05 | 62,3  | 62,5 | 62,7  |
| 4   | 62,95 | 63,2  | 63,45 | 63,65 | 63,9  | 64,1  | 64,35 | 64,55 | 64,8 | 65,0  |
| 5   | 65,25 | 65,5  | 65,75 | 66,05 | 66,3  | 66,6  | 66,9  | 67,2  | 67,5 | 67,75 |
| 6   | 68,0  | 68,25 | 68,55 | 68,8  | 69,1  | 69,4  | 69,7  | 70,0  | 70,4 | 70,8  |
| 7   | 71,2  | 71,6  | 72,0  | 72,4  | 72,8  | 73,2  | 73,6  | 74,0  | 74,5 | 75,0  |
| 8   | 75,5  | 76,0  | 76,5  | 77,0  | 77,5  | 78,0  | 78,5  | 79,0  | 79,5 | 80,0  |
| 9   | 80,5  | 81,0  | 81,5  | 82,0  | 82,5  | 83,0  | 83,5  | 84,0  | 84,5 | 85,0  |
| 9,0 | 85,6  | 86,25 | 86,9  | 87,5  | 88,1  | 88,75 | 89,4  | 90,0  | 91,6 | 91,25 |
| 1   | 91,9  | 92,5  | 93,1  | 93,75 | 94,4  | 95,0  | 95,6  | 96,25 | 96,9 | 97,5  |
| 2   | 98,1  | 98,75 | 99,4  | 100,0 |       |       |       |       |      |       |

### II. Буферные растворы с pH 9,23—11,02 ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ — $\text{NaOH}$ )

Каждый из указанных ниже объемов раствора (раствор № 5, стр. 223) доводят до 100 мл раствором № 8 (см. там же)

| pH   | 0    | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 9,2  | —    | —     | —     | 0,72  | 2,16  | 3,60  | 4,90  | 6,05  | 7,10  | 8,05  |
| 3    | 8,90 | 9,60  | 10,3  | 11,0  | 11,7  | 12,4  | 13,0  | 13,6  | 14,2  | 14,8  |
| 4    | 15,4 | 16,0  | 16,6  | 17,2  | 17,7  | 18,2  | 18,8  | 19,4  | 20,0  | 20,5  |
| 5    | 21,0 | 21,6  | 22,2  | 22,8  | 23,4  | 23,9  | 24,5  | 25,1  | 25,7  | 26,3  |
| 6    | 26,8 | 27,4  | 28,0  | 28,6  | 29,2  | 29,8  | 30,3  | 30,8  | 31,3  | 31,8  |
| 7    | 32,3 | 32,8  | 33,3  | 33,7  | 34,1  | 34,5  | 34,9  | 35,3  | 35,7  | 36,0  |
| 8    | 36,3 | 36,6  | 36,9  | 37,2  | 37,5  | 37,7  | 38,0  | 38,3  | 38,6  | 38,8  |
| 9    | 39,0 | 39,3  | 39,6  | 39,8  | 40,0  | 40,2  | 40,4  | 40,6  | 40,8  | 40,9  |
| 10,0 | 41,0 | 41,2  | 41,4  | 41,6  | 41,8  | 41,9  | 42,1  | 42,3  | 42,5  | 42,6  |
| 1    | 42,7 | 42,9  | 43,1  | 43,2  | 43,3  | 43,4  | 43,6  | 43,7  | 43,8  | 43,9  |
| 2    | 44,0 | 44,2  | 44,3  | 44,4  | 44,5  | 44,6  | 44,8  | 44,9  | 45,0  | 45,1  |
| 3    | 45,2 | 45,4  | 45,5  | 45,6  | 45,7  | 45,8  | 45,9  | 46,0  | 46,1  | 46,2  |
| 4    | 46,3 | 46,4  | 46,5  | 46,6  | 46,7  | 46,8  | 46,9  | 46,95 | 47,05 | 47,1  |
| 5    | 47,2 | 47,3  | 47,35 | 47,45 | 47,5  | 47,6  | 47,7  | 47,75 | 47,85 | 47,9  |
| 6    | 48,0 | 48,05 | 48,1  | 48,2  | 48,25 | 48,3  | 48,35 | 48,4  | 48,5  | 48,55 |
| 7    | 48,6 | 48,65 | 48,7  | 48,75 | 48,8  | 48,85 | 48,9  | 48,95 | 49,0  | 49,05 |
| 8    | 49,1 | 49,15 | 49,2  | 49,2  | 49,25 | 49,3  | 49,35 | 49,4  | 49,4  | 49,45 |
| 9    | 49,5 | 49,55 | 49,6  | 49,6  | 49,65 | 49,7  | 49,75 | 49,8  | 49,8  | 49,85 |
| 11,0 | 49,9 | 49,95 | 50,0  |       |       |       |       |       |       |       |

К. Буферные растворы с рН 8,53—12,90 ( $\text{NH}_2\text{CHCOOH}-\text{NaOH}$ )

Каждый из указанных ниже объемов раствора (раствор № 5, стр. 223) доводят до 100 мл раствором № 2 (см. там же)

| рН   | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 8,5  | —     | —     | —     | 5,00  | 5,11  | 5,22  | 5,33  | 5,44  | 5,56  | 5,68  |
| 6    | 5,80  | 5,92  | 6,04  | 6,16  | 6,28  | 6,41  | 6,54  | 6,68  | 6,82  | 6,96  |
| 7    | 7,10  | 7,24  | 7,38  | 7,52  | 7,66  | 7,81  | 7,96  | 8,12  | 8,28  | 8,44  |
| 8    | 8,60  | 8,77  | 8,94  | 9,12  | 9,30  | 9,48  | 9,66  | 9,84  | 10,02 | 10,21 |
| 9    | 10,4  | 10,6  | 10,8  | 11,0  | 11,2  | 11,4  | 11,6  | 11,8  | 12,0  | 12,2  |
| 9,0  | 12,4  | 12,6  | 12,8  | 13,0  | 13,2  | 13,4  | 13,6  | 13,8  | 14,0  | 14,3  |
| 1    | 14,6  | 14,8  | 15,1  | 15,3  | 15,6  | 15,8  | 16,0  | 16,3  | 16,5  | 16,8  |
| 2    | 17,0  | 17,2  | 17,4  | 17,6  | 17,9  | 18,2  | 18,5  | 18,8  | 19,1  | 19,4  |
| 3    | 19,7  | 19,9  | 20,1  | 20,3  | 20,5  | 20,8  | 21,1  | 21,4  | 21,7  | 22,0  |
| 4    | 22,3  | 22,5  | 22,8  | 23,1  | 23,4  | 23,7  | 24,0  | 24,3  | 24,6  | 24,9  |
| 5    | 25,2  | 25,4  | 25,6  | 25,9  | 26,2  | 26,5  | 26,8  | 27,1  | 27,4  | 27,7  |
| 6    | 28,0  | 28,3  | 28,6  | 28,9  | 29,2  | 29,5  | 29,8  | 30,1  | 30,4  | 30,7  |
| 7    | 31,0  | 31,3  | 31,6  | 31,9  | 32,2  | 32,5  | 32,8  | 33,1  | 33,4  | 33,6  |
| 8    | 33,8  | 34,1  | 34,4  | 34,7  | 35,0  | 35,2  | 35,4  | 35,6  | 35,8  | 36,0  |
| 9    | 36,2  | 36,5  | 36,7  | 36,9  | 37,1  | 37,3  | 37,5  | 37,7  | 37,9  | 38,1  |
| 10,0 | 38,3  | 38,5  | 38,7  | 38,9  | 39,1  | 39,3  | 39,5  | 39,7  | 39,9  | 40,05 |
| 1    | 40,2  | 40,4  | 40,55 | 40,7  | 40,9  | 41,05 | 41,2  | 41,4  | 41,55 | 41,75 |
| 2    | 41,9  | 42,05 | 42,2  | 42,4  | 42,55 | 42,7  | 42,85 | 43,0  | 43,2  | 43,35 |
| 3    | 43,5  | 43,65 | 43,75 | 43,9  | 44,0  | 44,15 | 44,3  | 44,4  | 44,55 | 44,7  |
| 4    | 44,8  | 44,9  | 45,0  | 45,1  | 45,2  | 45,3  | 45,4  | 45,5  | 45,6  | 45,7  |
| 5    | 45,8  | 45,9  | 46,0  | 46,05 | 46,15 | 46,25 | 46,35 | 46,45 | 46,5  | 46,6  |
| 6    | 46,7  | 46,75 | 46,85 | 46,9  | 47,0  | 47,05 | 47,1  | 47,2  | 47,25 | 47,35 |
| 7    | 47,4  | 47,45 | 47,5  | 47,6  | 47,65 | 47,7  | 47,75 | 47,8  | 47,9  | 47,95 |
| 8    | 48,0  | 48,05 | 48,1  | 48,15 | 48,2  | 48,25 | 48,3  | 48,35 | 48,4  | 48,45 |
| 9    | 48,5  | 48,55 | 48,6  | 48,6  | 48,65 | 48,7  | 48,75 | 48,8  | 48,8  | 48,85 |
| 11,0 | 48,9  | 48,95 | 49,0  | 49,05 | 49,1  | 49,15 | 49,15 | 49,2  | 49,25 | 49,3  |
| 1    | 49,35 | 49,4  | 49,45 | 49,5  | 49,55 | 49,6  | 49,6  | 49,65 | 49,7  | 49,75 |
| 2    | 49,8  | 49,85 | 49,9  | 49,9  | 49,95 | 50,0  | 50,05 | 50,1  | 50,1  | 50,15 |
| 3    | 50,2  | 50,25 | 50,3  | 50,3  | 50,35 | 50,4  | 50,45 | 50,5  | 50,5  | 50,55 |
| 4    | 50,6  | 50,65 | 50,7  | 50,7  | 50,75 | 50,8  | 50,85 | 50,9  | 50,9  | 50,95 |
| 5    | 51,0  | 51,05 | 51,1  | 51,1  | 51,15 | 51,2  | 51,25 | 51,3  | 51,3  | 51,35 |
| 6    | 51,4  | 51,45 | 51,5  | 51,55 | 51,6  | 51,65 | 51,75 | 51,8  | 51,85 | 51,9  |
| 7    | 51,95 | 52,0  | 52,1  | 52,15 | 52,2  | 52,25 | 52,35 | 52,4  | 52,45 | 52,55 |
| 8    | 52,6  | 52,7  | 52,75 | 52,85 | 52,9  | 53,0  | 53,1  | 53,15 | 53,25 | 53,3  |
| 9    | 53,4  | 53,5  | 53,6  | 53,7  | 53,8  | 53,9  | 54,0  | 54,1  | 54,2  | 54,3  |
| 12,0 | 54,45 | 54,6  | 54,75 | 54,85 | 55,0  | 55,15 | 55,25 | 55,4  | 55,55 | 55,65 |
| 1    | 55,8  | 55,95 | 56,1  | 56,3  | 56,45 | 55,6  | 56,75 | 56,9  | 57,1  | 57,25 |
| 2    | 57,4  | 57,6  | 57,8  | 58,0  | 58,2  | 58,4  | 58,6  | 58,8  | 59,0  | 59,2  |
| 3    | 59,4  | 59,65 | 59,9  | 60,1  | 60,35 | 60,6  | 60,85 | 61,1  | 61,3  | 61,55 |
| 4    | 61,8  | 62,2  | 62,5  | 62,9  | 63,2  | 63,6  | 64,0  | 64,3  | 64,7  | 65,0  |
| 5    | 65,4  | 65,9  | 66,3  | 66,8  | 67,2  | 67,7  | 68,2  | 68,6  | 69,1  | 69,5  |
| 6    | 70,0  | 70,5  | 71,0  | 71,5  | 72,0  | 72,5  | 73,0  | 73,5  | 74,0  | 74,5  |
| 7    | 75,0  | 75,6  | 76,2  | 76,8  | 77,4  | 78,0  | 78,6  | 79,2  | 79,8  | 80,4  |
| 8    | 81,0  | 81,6  | 82,3  | 83,1  | 84,0  | 84,9  | 85,8  | 86,7  | 87,7  | 88,8  |
| 9    | 90,0  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

## Уксусно-ацетатные буферные растворы

Для приготовления буферного раствора требуемого значения рН отмеряют указанный объем 1 н. раствора уксусной кислоты, прибавляют 50,0 мл 1 н. раствора едкого натра и разбавляют дистиллированной водой до 500 мл

| рН  | Уксусная кислота, 1 н. мл | рН   | Уксусная кислота, 1 н. мл | рН  | Уксусная кислота, 1 н. мл |
|-----|---------------------------|------|---------------------------|-----|---------------------------|
| 3,8 | 421,5                     | 4,67 | 100,0                     | 5,5 | 57,4                      |
| 3,9 | 345,1                     | 4,7  | 96,8                      | 5,6 | 55,9                      |
| 4,0 | 284,4                     | 4,8  | 87,2                      | 5,7 | 54,7                      |
| 4,1 | 236,2                     | 4,9  | 79,5                      | 5,8 | 53,7                      |
| 4,2 | 197,9                     | 5,0  | 73,4                      | 5,9 | 53,0                      |
| 4,3 | 167,4                     | 5,1  | 68,6                      | 6,0 | 52,3                      |
| 4,4 | 143,3                     | 5,2  | 64,8                      | 6,1 | 51,9                      |
| 4,5 | 124,1                     | 5,3  | 61,7                      | 6,2 | 51,5                      |
| 4,6 | 108,9                     | 5,4  | 59,3                      | 6,3 | 51,2                      |

## Универсальная буферная смесь

Приготавливают раствор смеси фосфорной, уксусной и борной кислот, 0,04 M в отношении каждой из них. Для получения буферного раствора желаемого значения рН в 100 мл указанной смеси приливают  $x$  мл 0,2 н. раствора NaOH

| NaOH $x$ мл | рН    |
|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|-------|
| 0           | 1,81 | 25,0        | 4,10 | 50,0        | 6,80 | 75,0        | 9,62  |
| 2,5         | 1,89 | 27,5        | 4,35 | 52,5        | 7,00 | 77,5        | 9,91  |
| 5,0         | 1,98 | 30,0        | 4,56 | 55,0        | 7,24 | 80,0        | 10,38 |
| 7,5         | 2,09 | 32,5        | 4,78 | 57,5        | 7,54 | 82,5        | 10,88 |
| 10,0        | 2,21 | 35,0        | 5,02 | 60,0        | 7,96 | 85,0        | 11,20 |
| 12,5        | 2,36 | 37,5        | 5,33 | 62,5        | 8,36 | 87,5        | 11,40 |
| 15,0        | 2,56 | 40,0        | 5,72 | 65,0        | 8,69 | 90,0        | 11,58 |
| 17,5        | 2,87 | 42,5        | 6,09 | 67,5        | 8,95 | 92,5        | 11,70 |
| 20,0        | 3,29 | 45,0        | 6,37 | 70,0        | 9,15 | 95,0        | 11,82 |
| 22,5        | 3,78 | 47,5        | 6,59 | 72,5        | 9,37 | 100,0       | 11,98 |

## Буферные растворы из индивидуальных веществ

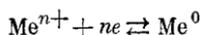
| Вещество  | pH                           |
|---|------------------------------|
| Насыщенный раствор битартрата калия ( $\sim 0,025 M$ )<br>$KHC_4H_4O_6$ (М. в. 188,183)                     | 3,59 (16 °C)                 |
| Насыщенный раствор пиперазинфосфата *<br>( $\sim 0,065 M$ ) $C_4H_{12}N_2HPO_4 \cdot H_2O$ (М. в. 202, 148) | 6,36 (16 °C)<br>6,34 (18 °C) |
| 0,05 M раствор тетрабората натрия $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$<br>(М. в. 381,37)                               | 9,18 (25 °C)<br>9,07 (38 °C) |

\* Пиперазинфосфат готовят смешением при комнатной температуре эквивалентных количеств пиперазина и фосфорной кислоты с последующей кристаллизацией выделившихся белых пластинчатых кристаллов.

Таблица 33

## Определение электродных потенциалов

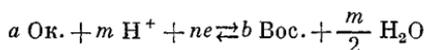
Для реакции



математическое выражение величины потенциала металлического электрода, опущенного в раствор, содержащий ионы этого металла, определяется формулой

$$E_{Me^{n+}/Me^0} = E_{0_{Me^{n+}/Me^0}} + \frac{RT}{nF} \ln a_{Me^{n+}}$$

Для окислительно-восстановительной реакции с участием ионов водорода



величина потенциала гладкого электрода из платины или другого благородного металла, опущенного в раствор смеси окисленной и восстановленной форм данного соединения, определяется формулой

$$E_{\text{Ок.}/\text{Вос.}} = E_{0_{\text{Ок.}/\text{Вос.}}} + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{\text{Ок.}}^a}{a_{\text{Вос.}}^b} a_{H^+}^m$$

Если ионы водорода не участвуют в данной реакции, формула принимает вид:

$$E_{\text{Ок.}/\text{Вос.}} = E_{0_{\text{Ок.}/\text{Вос.}}} + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{\text{Ок.}}^a}{a_{\text{Вос.}}^b}$$

Во всех этих формулах

$E$  — электродный потенциал;

$E_0$  — постоянная величина, характерная для данной реакции;

$R$  — газовая постоянная;

$T$  — абсолютная температура;

$n$  — число электронов, участвующих в реакции;

$F$  — число Фарадея (96 500 кулонов);

$a_{\text{Me}}^{n+}$ ,  $a_{\text{Ок.}}$ ,  $a_{\text{Вос.}}$ ,  $a_{\text{H}^+}$  — активности участвующих в реакции компонентов;

$a$ ,  $b$ ,  $m$  — стехиометрические коэффициенты участвующих в реакции компонентов.

Переходя от натуральных логарифмов к десятичным, получим (при  $n = 1$ )

$$E_{\text{Ок.}/\text{Вос.}} = E_{0\text{Ок.}/\text{Вос.}} + \vartheta \lg \frac{a_{\text{Ок.}}^a}{a_{\text{Вос.}}^b} a_{\text{H}^+}^m$$

Значение  $\vartheta$ , равное  $0,0591 + 0,0002 (t - 25 \text{ }^\circ\text{C})$ , при температурах от 0 до  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ , приведено в табл. 33, А.

При  $a_{\text{Ок.}} = a_{\text{Вос.}}$  и  $a_{\text{H}^+}$  и  $a_{\text{Me}^{n+}}$ , равных единице

$$E = E_0$$

Отсюда  $E_0$  — нормальный электродный потенциал в растворе при активностях  $a_{\text{H}^+}$  и  $a_{\text{Me}^{n+}}$ , равных единице, и равенстве активностей окисленной и восстановленной форм.

Измеряют разность потенциалов (э. д. с.) между двумя электродами — индикаторным (погруженным в анализируемый раствор) и электродом сравнения. Величину потенциалов индикаторного электрода ( $E_{\text{инд.}}$ ) по отношению к потенциалу электрода сравнения ( $E_{\text{ср.}}$ ) вычисляют по формуле

$$E_{\text{инд.}} = \text{э. д. с.} - E_{\text{ср.}}$$

В качестве стандарта для электрода сравнения принят нормальный водородный электрод (НВЭ), состоящий из платинированного платинового электрода, опущенного в раствор кислоты с  $a_{\text{H}^+} = 1$  (1 *M* раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) и насыщенного очищенным водородом под давлением 1 атм. Для такого электрода потенциал ( $E_{02\text{H}^+/\text{H}_2}$ ) условно принят равным нулю при любой температуре.

Нормальные потенциалы ( $E_0$ ) других электродов при различных электродных реакциях по отношению к потенциалу нормального водородного электрода сравнения ( $E_{\text{НВЭ}}$ ) приведены в табл. 39 (стр. 262).

На практике удобнее работать с другими стандартными электродами сравнения, потенциалы которых строго установлены в отношении  $E_{\text{НВЭ}}$ . В табл. 33, Б (стр. 234) приведены величины  $E_{\text{ср.}}$  и состав наиболее часто применяемых электродов сравнения.

А. Значения величины  $\phi$  при  $n=1$  и температурах от 0 до 50 °С  
 $\phi = 0,0001983 T = 0,0591 + 0,0002 (t - 25 \text{ °С})$

| Темпера-<br>тура, °С | $\phi$ | lg $\phi$ | Темпера-<br>тура, °С | $\phi$ | lg $\phi$ | Темпера-<br>тура, °С | $\phi$ | lg $\phi$ |
|----------------------|--------|-----------|----------------------|--------|-----------|----------------------|--------|-----------|
| 0                    | 0,0541 | 73 320    | 17                   | 0,0575 | 75 967    | 34                   | 0,0609 | 78 462    |
| 1                    | 0,0543 | 73 480    | 18                   | 0,0577 | 76 118    | 35                   | 0,0611 | 78 604    |
| 2                    | 0,0545 | 73 640    | 19                   | 0,0579 | 76 268    | 36                   | 0,0613 | 78 746    |
| 3                    | 0,0547 | 73 799    | 20                   | 0,0581 | 76 418    | 37                   | 0,0615 | 78 888    |
| 4                    | 0,0549 | 73 957    | 21                   | 0,0583 | 76 567    | 38                   | 0,0617 | 79 029    |
| 5                    | 0,0551 | 74 115    | 22                   | 0,0585 | 76 716    | 39                   | 0,0619 | 79 169    |
| 6                    | 0,0553 | 74 273    | 23                   | 0,0587 | 76 864    | 40                   | 0,0621 | 79 309    |
| 7                    | 0,0555 | 74 429    | 24                   | 0,0589 | 77 012    | 41                   | 0,0623 | 79 449    |
| 8                    | 0,0557 | 74 586    | 25                   | 0,0591 | 77 159    | 42                   | 0,0625 | 79 588    |
| 9                    | 0,0559 | 74 741    | 26                   | 0,0593 | 77 305    | 43                   | 0,0627 | 79 727    |
| 10                   | 0,0561 | 74 896    | 27                   | 0,0595 | 77 452    | 44                   | 0,0629 | 79 865    |
| 11                   | 0,0563 | 75 051    | 28                   | 0,0597 | 77 597    | 45                   | 0,0631 | 80 003    |
| 12                   | 0,0565 | 75 205    | 29                   | 0,0599 | 77 743    | 46                   | 0,0633 | 80 140    |
| 13                   | 0,0567 | 75 358    | 30                   | 0,0601 | 77 887    | 47                   | 0,0635 | 80 277    |
| 14                   | 0,0569 | 75 511    | 31                   | 0,0603 | 78 032    | 48                   | 0,0637 | 80 414    |
| 15                   | 0,0571 | 75 664    | 32                   | 0,0605 | 78 176    | 49                   | 0,0639 | 80 550    |
| 16                   | 0,0573 | 75 815    | 33                   | 0,0607 | 78 319    | 50                   | 0,0641 | 80 686    |

Б. Состав и потенциал некоторых электродов сравнения по отношению к нормальному водородному электроду (при 20 °С)

| Электрод сравнения  | Состав электрода сравнения  | Потенциал $E_{\text{ср.}}$ |
|---|---|----------------------------|
| Нормальный водородный (НВЭ)<br>$\text{Pt}, \text{H}_2 \text{H}^+$                           | Платинированная платиновая пластинка, насыщенная $\text{H}_2$ под давлением 1 атм в 1 М растворе $\text{H}_2\text{SO}_4$    | 0,000                      |
| Меркуриодидный (МИЭ)<br>$\text{Hg} \text{HgI}_2, \text{KI}, \text{KCl} $                    | Металлическая ртуть, 4,2 г KI и 1,3 г $\text{HgI}_2$ в 100 мл насыщенного раствора KCl                                      | +0,02                      |
| Хлорсеребряный (Х-сер. Э)<br>$\text{Ag} \text{AgCl}, \text{Cl}^- $                          | Металлическое серебро, покрытое слоем AgCl, в растворе HCl или KCl при следующих концентрациях                              |                            |
|   | 0,1 н.<br>1,0 н.  | +0,290<br>+0,237           |
| Каломельные (КЭ)<br>$\text{Hg} \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{KCl} $                         | Металлическая ртуть, паста из металлической ртути и $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ в растворе KCl при следующих его концентрациях |                            |
|   | 0,1 (0,1 НКЭ)<br>1,0 (НКЭ)<br>3,5 (3,5 НКЭ)   | +0,337<br>+0,284<br>+0,250 |
|   |   |                            |
| Насыщенный (Нас. КЭ)  | Насыщенный  | +0,247                     |
| Меркурсульфатный (М-сульф. Э)<br>$\text{Hg} \text{Hg}_2\text{SO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4 $ | Металлическая ртуть, паста из металлической ртути и $\text{Hg}_2\text{SO}_4$ в 2 н. растворе $\text{H}_2\text{SO}_4$        | +0,682                     |

### Электрометрическое определение рН

Водородный показатель  $pH = -\lg a_{H^+}$ . При электрометрическом определении рН измеряют э. д. с. цепи, составленной одним из следующих способов.

1) Индикаторный электрод — водородный; электрод сравнения — НВЭ:

$$\text{э. д. с.} = E_{\text{НВЭ}} - E_{2H^+/H_2}$$

так как  $E_{\text{НВЭ}} = 0$  и

$$E_{2H^+/H_2} = \phi \lg a_{H^+} = -\phi \text{ рН}$$

то

$$pH = \frac{\text{э. д. с.}}{\phi}$$

2) Индикаторный электрод — водородный; электрод сравнения — один из каломельных электродов (КЭ):

$$\text{э. д. с.} = E_{\text{КЭ}} - E_{2H^+/H_2}$$

отсюда

$$\text{э. д. с.} = E_{\text{КЭ}} + \phi \text{ рН}$$

и

$$pH = \frac{\text{э. д. с.} - E_{\text{КЭ}}}{\phi}$$

3) Индикаторный электрод — хингидронный; электрод сравнения — НВЭ:

$$\text{э. д. с.} = E_{\text{хин./гидр.}} - E_{\text{НВЭ}}$$

$$E_{\text{хин./гидр.}} = E_0_{\text{хин./гидр.}} + \phi \lg a_{H^+} = E_0_{\text{хин./гидр.}} - \phi \text{ рН}$$

откуда

$$\text{э. д. с.} = E_0_{\text{хин./гидр.}} - \phi \text{ рН} - E_{\text{НВЭ}}$$

Так как  $E_{\text{НВЭ}} = 0$ , то

$$pH = \frac{E_0_{\text{хин./гидр.}} - \text{э. д. с.}}{\phi}$$

4) Индикаторный электрод — хингидронный; электрод сравнения — КЭ:

$$\text{э. д. с.} = E_{\text{хин./гидр.}} - E_{\text{КЭ}}$$

отсюда

$$\text{э. д. с.} = E_0_{\text{хин./гидр.}} - \phi \text{ рН} - E_{\text{КЭ}}$$

и

$$pH = \frac{E_0_{\text{хин./гидр.}} - E_{\text{КЭ}} - \text{э. д. с.}}{\phi}$$

Значения  $E_0_{\text{хин./гидр.}}$ ,  $E_{\text{КЭ}}$  и  $E_0_{\text{хин./гидр.}} - E_{\text{КЭ}}$  при различных температурах представлены в табл. 34, А (стр. 236), 34, Б (стр. 237) и 34, В (стр. 238).

А. Нормальный потенциал хлорводородного электрода  
 ( $E_0$  хлн./гидр.) при температурах от 0 до 50 °С  
 $E_0$  хлн./гидр = 0,7175 — 0,00074 t, в

| Температура, °С | $E_0$ хлн./гидр. | Температура, °С | $E_0$ хлн./гидр. | Температура, °С | $E_0$ хлн./гидр. |
|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| 0               | 0,7175           | 18              | 0,7042           | 35              | 0,6916           |
| 1               | 0,7168           | 19              | 0,7034           | 36              | 0,6909           |
| 2               | 0,7160           | 20              | 0,7027           | 37              | 0,6901           |
| 3               | 0,7153           | 21              | 0,7020           | 38              | 0,6894           |
| 4               | 0,7145           | 22              | 0,7012           | 39              | 0,6886           |
| 5               | 0,7138           | 23              | 0,7005           | 40              | 0,6879           |
| 6               | 0,7131           | 24              | 0,6997           | 41              | 0,6872           |
| 7               | 0,7123           | 25              | 0,6990           | 42              | 0,6864           |
| 8               | 0,7116           | 26              | 0,6983           | 43              | 0,6857           |
| 9               | 0,7108           | 27              | 0,6975           | 44              | 0,6849           |
| 10              | 0,7101           | 28              | 0,6968           | 45              | 0,6842           |
| 11              | 0,7094           | 29              | 0,6960           | 46              | 0,6835           |
| 12              | 0,7086           | 30              | 0,6953           | 47              | 0,6827           |
| 13              | 0,7079           | 31              | 0,6946           | 48              | 0,6820           |
| 14              | 0,7071           | 32              | 0,6938           | 49              | 0,6812           |
| 15              | 0,7064           | 33              | 0,6931           | 50              | 0,6805           |
| 16              | 0,7057           | 34              | 0,6923           |                 |                  |
| 17              | 0,7049           |                 |                  |                 |                  |

## Б. Потенциалы каломельных электродов при температурах от 0 до 50 °С

$$E_{0,1 \text{ НКЭ}} = 0,3365 - 0,00006 (25 - t) \text{ в}$$

$$E_{\text{НКЭ}} = 0,2828 - 0,00024 (25 - t) \text{ в}$$

$$E_{\text{Нас. КЭ}} = 0,2438 - 0,00065 (25 - t) \text{ в}$$

| Температура<br>°С | Потенциал, в          |                  |                      | Температура<br>°С | Потенциал, в          |                  |                      |
|-------------------|-----------------------|------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|------------------|----------------------|
|                   | $E_{0,1 \text{ НКЭ}}$ | $E_{\text{НКЭ}}$ | $E_{\text{Нас. КЭ}}$ |                   | $E_{0,1 \text{ НКЭ}}$ | $E_{\text{НКЭ}}$ | $E_{\text{Нас. КЭ}}$ |
| 0                 | 0,3380                | 0,2888           | 0,2601               | 26                | 0,3364                | 0,2826           | 0,2431               |
| 1                 | 0,3379                | 0,2886           | 0,2594               | 27                | 0,3364                | 0,2823           | 0,2425               |
| 2                 | 0,3379                | 0,2883           | 0,2588               | 28                | 0,3363                | 0,2821           | 0,2418               |
| 3                 | 0,3378                | 0,2881           | 0,2581               | 29                | 0,3363                | 0,2818           | 0,2412               |
| 4                 | 0,3378                | 0,2878           | 0,2575               | 30                | 0,3362                | 0,2816           | 0,2405               |
| 5                 | 0,3377                | 0,2876           | 0,2568               | 31                | 0,3361                | 0,2814           | 0,2399               |
| 6                 | 0,3376                | 0,2874           | 0,2562               | 32                | 0,3361                | 0,2811           | 0,2393               |
| 7                 | 0,3376                | 0,2871           | 0,2555               | 33                | 0,3360                | 0,2809           | 0,2386               |
| 8                 | 0,3375                | 0,2869           | 0,2549               | 34                | 0,3360                | 0,2806           | 0,2379               |
| 9                 | 0,3375                | 0,2866           | 0,2542               | 35                | 0,3359                | 0,2804           | 0,2373               |
| 10                | 0,3374                | 0,2864           | 0,2536               | 36                | 0,3358                | 0,2802           | 0,2366               |
| 11                | 0,3373                | 0,2862           | 0,2529               | 37                | 0,3358                | 0,2799           | 0,2360               |
| 12                | 0,3373                | 0,2859           | 0,2523               | 38                | 0,3357                | 0,2797           | 0,2353               |
| 13                | 0,3372                | 0,2857           | 0,2516               | 39                | 0,3357                | 0,2794           | 0,2347               |
| 14                | 0,3372                | 0,2854           | 0,2510               | 40                | 0,3356                | 0,2792           | 0,2340               |
| 15                | 0,3371                | 0,2852           | 0,2503               | 41                | 0,3355                | 0,2790           | 0,2334               |
| 16                | 0,3370                | 0,2850           | 0,2497               | 42                | 0,3355                | 0,2787           | 0,2327               |
| 17                | 0,3370                | 0,2847           | 0,2490               | 43                | 0,3354                | 0,2785           | 0,2321               |
| 18                | 0,3369                | 0,2845           | 0,2483               | 44                | 0,3354                | 0,2782           | 0,2314               |
| 19                | 0,3369                | 0,2842           | 0,2477               | 45                | 0,3353                | 0,2780           | 0,2308               |
| 20                | 0,3368                | 0,2840           | 0,2471               | 46                | 0,3352                | 0,2778           | 0,2301               |
| 21                | 0,3367                | 0,2838           | 0,2464               | 47                | 0,3352                | 0,2775           | 0,2295               |
| 22                | 0,3367                | 0,2835           | 0,2458               | 48                | 0,3351                | 0,2773           | 0,2288               |
| 23                | 0,3366                | 0,2833           | 0,2451               | 49                | 0,3351                | 0,2770           | 0,2282               |
| 24                | 0,3366                | 0,2830           | 0,2445               | 50                | 0,3350                | 0,2768           | 0,2275               |
| 25                | 0,3365                | 0,2828           | 0,2438               |                   |                       |                  |                      |

В. Разность между нормальным потенциалом хингидронного электрода ( $E_{0 \text{ хин./гидр.}}$ ) и потенциалами каломельных электродов сравнения ( $E_{\text{КЭ}}$ ) при температурах от 0 до 50 °С  
( $E_{0 \text{ хин./гидр.}} - E_{\text{КЭ}}$ )

| Температура, °С | $E_{0 \text{ хин./гидр.}} - E_{0,1 \text{ НКЭ}}$ |                      |   | Температура, °С | $E_{0 \text{ хин./гидр.}} - E_{0,1 \text{ НКЭ}}$ |                      |        |
|-----------------|--|----------------------|---|-----------------|--|----------------------|--------|
|                 | $E_{0 \text{ хин./гидр.}} - E_{\text{НКЭ}}$      | $E_{\text{Нас. КЭ}}$ | $E_{0 \text{ хин./гидр.}} - E_{\text{НКЭ}}$ |                 | $E_{0 \text{ хин./гидр.}} - E_{\text{НКЭ}}$      | $E_{\text{Нас. КЭ}}$ |        |
| 0               | 0,3795   | 0,4287               | 0,4575                                      | 26              | 0,3618   | 0,4157               | 0,4551 |
| 1               | 0,3788   | 0,4282               | 0,4574                                      | 27              | 0,3611   | 0,4152               | 0,4550 |
| 2               | 0,3781   | 0,4277               | 0,4573                                      | 28              | 0,3605   | 0,4147               | 0,4549 |
| 3               | 0,3775   | 0,4272               | 0,4572                                      | 29              | 0,3598   | 0,4142               | 0,4548 |
| 4               | 0,3768   | 0,4267               | 0,4571                                      | 30              | 0,3591   | 0,4137               | 0,4548 |
| 5               | 0,3761   | 0,4262               | 0,4570                                      | 31              | 0,3584   | 0,4132               | 0,4547 |
| 6               | 0,3754   | 0,4257               | 0,4569                                      | 32              | 0,3577   | 0,4127               | 0,4546 |
| 7               | 0,3747   | 0,4252               | 0,4568                                      | 33              | 0,3571   | 0,4122               | 0,4545 |
| 8               | 0,3741   | 0,4247               | 0,4567                                      | 34              | 0,3564   | 0,4117               | 0,4544 |
| 9               | 0,3734   | 0,4242               | 0,4566                                      | 35              | 0,3557   | 0,4112               | 0,4543 |
| 10              | 0,3727   | 0,4237               | 0,4566                                      | 36              | 0,3550   | 0,4107               | 0,4542 |
| 11              | 0,3720   | 0,4232               | 0,4565                                      | 37              | 0,3543   | 0,4102               | 0,4541 |
| 12              | 0,3713   | 0,4227               | 0,4564                                      | 38              | 0,3537   | 0,4097               | 0,4540 |
| 13              | 0,3707   | 0,4222               | 0,4563                                      | 39              | 0,3530   | 0,4092               | 0,4539 |
| 14              | 0,3700   | 0,4217               | 0,4562                                      | 40              | 0,3523   | 0,4087               | 0,4539 |
| 15              | 0,3693   | 0,4212               | 0,4561                                      | 41              | 0,3516   | 0,4082               | 0,4538 |
| 16              | 0,3686   | 1,4207               | 0,4560                                      | 42              | 0,3509   | 0,4077               | 0,4537 |
| 17              | 0,3679   | 0,4202               | 0,4559                                      | 43              | 0,3503   | 0,4072               | 0,4536 |
| 18              | 0,3673   | 0,4197               | 0,4558                                      | 44              | 0,3496   | 0,4067               | 0,4535 |
| 19              | 0,3666   | 0,4192               | 0,4557                                      | 45              | 0,3489   | 0,4062               | 0,4534 |
| 20              | 0,3659   | 0,4187               | 0,4557                                      | 46              | 0,3482   | 0,4057               | 0,4533 |
| 21              | 0,3652   | 0,4182               | 0,4556                                      | 47              | 0,3475   | 0,4052               | 0,4532 |
| 22              | 0,3645   | 0,4177               | 0,4555                                      | 48              | 0,3469   | 0,4047               | 0,4531 |
| 23              | 0,3639   | 0,4162               | 0,4554                                      | 49              | 0,3462   | 0,4042               | 0,4530 |
| 24              | 0,3632   | 0,4167               | 0,4553                                      | 50              | 0,3455   | 0,4037               | 0,4530 |
| 25              | 0,3625   | 0,4162               | 0,4552                                      |                 |  |                      |        |

**рН осаждения гидроксидов металлов (ориентировочные значения с учетом образования гидрокоомплексов)\***

| Гидроксид             | Значения рН   |        |  |   |                                      |
|-----------------------|---|--------|--|---|--------------------------------------|
|                       | начала осаждения при исходной концентрации осаждаемого иона, равной |        | полного осаждения (остаточная концентрация меньше $10^{-5}$ М) | начала растворения осадка (осаждение перестает быть полным) | полного растворения вынавшего осадка |
|                       | 1 М   | 0,01 М |  |   |                                      |
| $\text{Sn(OH)}_4$     | 0   | 0,5    | 1  | 13  | 15                                   |
| $\text{TiO(OH)}_2$    | 0   | 0,5    | 2,0  | —   | —                                    |
| $\text{Sn(OH)}_2$     | 0,9   | 2,1    | 4,7  | 10  | 13,5                                 |
| $\text{ZrO(OH)}_2$    | 1,3   | 2,25   | 3,75   | —   | —                                    |
| $\text{HgO}$          | 1,3   | 2,4    | 5,0  | 11,5  | —                                    |
| $\text{Fe(OH)}_3$     | 1,5   | 2,3    | 4,1  | 14  | —                                    |
| $\text{Al(OH)}_3$     | 3,3   | 4,0    | 5,2  | 7,8   | 10,8                                 |
| $\text{Cr(OH)}_3$     | 4,0   | 4,9    | 6,8  | 12  | 15                                   |
| $\text{Be(OH)}_2$     | 5,2   | 6,2    | 8,8  | —   | —                                    |
| $\text{Zn(OH)}_2$     | 5,4   | 6,4    | 8,0  | 10,5  | 12—13                                |
| $\text{Ag}_2\text{O}$ | 6,2   | 8,2    | 11,2   | 12,7  | —                                    |
| $\text{Fe(OH)}_2$     | 6,5   | 7,5    | 9,7  | 13,5  | —                                    |
| $\text{Co(OH)}_2$     | 6,6   | 7,6    | 9,2  | 14,1  | —                                    |
| $\text{Ni(OH)}_2$     | 6,7   | 7,7    | 9,5  | —   | —                                    |
| $\text{Cd(OH)}_2$     | 7,2   | 8,2    | 9,7  | —   | —                                    |
| $\text{Mn(OH)}_2$     | 7,8   | 8,8    | 10,4   | 14  | —                                    |
| $\text{Mg(OH)}_2$     | 9,4   | 10,4   | 12,4   | —   | —                                    |

\* Следует учитывать, что при осаждении гидроксидов добавлением раствора щелочи к раствору соответствующей соли в местах, куда попадают капли осаждающего реактива, создается местное превышение значения рН и выпадение осадка, обратное растворение которого при перемешивании часто не происходит (см. в табл. 10 различные значения произведений растворимости гидроксидов в момент выпадения в осадок и после некоторого их старения).

## Константы ионизации важнейших кислот и оснований

В таблице приведены термодинамические константы ионизации кислот и оснований при 25 °С:

$$K_a = \frac{a_{\text{H}^+} a_{\text{A}^-}}{a_{\text{HA}}} = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \cdot \frac{f_{\text{H}^+} f_{\text{A}^-}}{f_{\text{HA}}}$$

$$K_b = \frac{a_{\text{Kt}^+} a_{\text{OH}^-}}{a_{\text{KtOH}}} = \frac{[\text{Kt}^+][\text{OH}^-]}{[\text{KtOH}]} \cdot \frac{f_{\text{Kt}^+} f_{\text{OH}^-}}{f_{\text{KtOH}}}$$

где  $a_{\text{H}^+}$ ,  $a_{\text{A}^-}$  и т. д. — активности ионов или молекул;  $[\text{H}^+]$ ,  $[\text{A}^-]$  и т. д. — концентрации ионов или молекул;  $f_{\text{H}^+}$ ,  $f_{\text{A}^-}$ ,  $f_{\text{Kt}^+}$  и т. д. — коэффициенты активности ионов или молекул.

## Кислоты

| Название                                       | Формула   | $K_a$                 | $pK_a$ |
|--|---|-----------------------|--------|
| Азотистая                                      | $\text{HNO}_2$  | $5,1 \cdot 10^{-4}$   | 3,29   |
| Азотистоводородная                             | $\text{HN}_3$   | $1,9 \cdot 10^{-5}$   | 4,72   |
| Азотноватистая $K_1$                           | $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$                          | $8,9 \cdot 10^{-8}$   | 7,05   |
| $K_2$  |   | $1,0 \cdot 10^{-11}$  | 11,0   |
| $\alpha$ -Аминопропионовая ( $\alpha$ -Аланин) | $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$            | $1,35 \cdot 10^{-10}$ | 9,87   |
| $\beta$ -Аминопропионовая ( $\beta$ -Аланин)   | $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$                   | $4,4 \cdot 10^{-11}$  | 10,36  |
| Аминоуксусная (глицин)                         | $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$                       | $1,7 \cdot 10^{-10}$  | 9,78   |
| Бензойная                                      | $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$                         | $6,6 \cdot 10^{-5}$   | 4,18   |
| Борная (орто) $K_1$                            | $\text{H}_3\text{BO}_3$                                   | $5,8 \cdot 10^{-10}$  | 9,24   |
| Борная (тетра) $K_1$                           | $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$                          | $1,8 \cdot 10^{-4}$   | 3,74   |
| $K_2$  |   | $1,5 \cdot 10^{-5}$   | 4,82   |
| Бромноватистая                                 | $\text{HBrO}$   | $2,5 \cdot 10^{-9}$   | 8,60   |
| Валериановая (норм.)                           | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$                   | $1,4 \cdot 10^{-5}$   | 4,86   |
| Валериановая (изо)                             | $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{COOH}$                 | $1,7 \cdot 10^{-5}$   | 4,78   |
| Ванадиевая (орто) $K_2$                        | $\text{H}_3\text{VO}_4$                                   | $1,1 \cdot 10^{-9}$   | 8,95   |
| $K_3$  |   | $4,0 \cdot 10^{-15}$  | 14,4   |
| Винная $K_1$                                   | $\text{HOOCCH}(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ | $9,1 \cdot 10^{-4}$   | 3,04   |
| $K_2$  |   | $4,3 \cdot 10^{-5}$   | 4,37   |
| Вольфрамовая $K_2$                             | $\text{H}_2\text{WO}_4$                                   | $6,3 \cdot 10^{-5}$   | 4,2    |
| Галловая                                       | $\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_3\text{COOH}$            | $3,9 \cdot 10^{-5}$   | 4,41   |

| Название                          |       | Формула                       | $K_a$                 | $pK_a$ |
|-----------------------------------|-------|-------------------------------|-----------------------|--------|
| Германиевая                       | $K_1$ | $H_4GeO_4$                    | $4,0 \cdot 10^{-10}$  | 9,4    |
|                                   | $K_2$ |                               | $2,0 \cdot 10^{-13}$  | 12,7   |
| Гидросернистая<br>(дитионистая)   | $K_2$ | $H_2S_2O_4$                   | $3,55 \cdot 10^{-3}$  | 2,45   |
|                                   |       | $C_6H_4(OH)_2(1,4)$           | $1,1 \cdot 10^{-10}$  | 9,96   |
| Гидрохинон                        |       | $CH_2(OH)COOH$                | $1,3 \cdot 10^{-4}$   | 3,88   |
| Гликолевая                        |       | $CH_2(OH)CH(OH)COOH$          | $3,0 \cdot 10^{-4}$   | 3,52   |
| Глицериновая                      | $K_1$ | $HOOC(CH_2)_2CH(NH_2)COOH$    | $4,7 \cdot 10^{-5}$   | 4,33   |
|                                   | $K_2$ |                               | $1,2 \cdot 10^{-10}$  | 9,92   |
| Глутовая                          | $K_1$ | $HOOC(CH_2)_3COOH$            | $4,6 \cdot 10^{-5}$   | 4,34   |
|                                   | $K_2$ |                               | $3,9 \cdot 10^{-6}$   | 5,41   |
| Глюконовая                        |       | $CH_2OH(CHOH)_4COOH$          | $1,4 \cdot 10^{-4}$   | 3,86   |
| Двумолибденовая                   |       | $H_2Mo_2O_7$                  | $9,55 \cdot 10^{-6}$  | 5,02   |
| Двухромовая                       | $K_2$ | $H_2Cr_2O_7$                  | $2,3 \cdot 10^{-2}$   | 1,64   |
| Дитионистая см.<br>Гидросернистая |       |                               |                       |        |
| Дитионовая                        | $K_1$ | $H_2S_2O_6$                   | $6,3 \cdot 10^{-1}$   | 0,2    |
|                                   | $K_2$ |                               | $4,0 \cdot 10^{-4}$   | 3,4    |
| Дихлоруксусная                    |       | $CHCl_2COOH$                  | $5,0 \cdot 10^{-2}$   | 1,30   |
| Железистосинеро-<br>дистая        | $K_3$ | $H_4Fe(CN)_6$                 | $1,0 \cdot 10^{-3}$   | 3,0    |
|                                   | $K_4$ |                               | $6,8 \cdot 10^{-5}$   | 4,17   |
| Иодная                            | $K_1$ | $HJO_4; H_5JO_6$              | $2,8 \cdot 10^{-2}$   | 1,55   |
|                                   | $K_2$ |                               | $5,4 \cdot 10^{-9}$   | 8,27   |
|                                   | $K_3$ |                               | $1,05 \cdot 10^{-15}$ | 14,98  |
| Иодноватая                        |       | $HJO_3$                       | $1,6 \cdot 10^{-1}$   | 0,79   |
| Иодноватистая                     |       | $HJO$                         | $2,3 \cdot 10^{-11}$  | 10,64  |
| Коричная<br>(транс)               |       | $C_6H_5CH=CHCOOH$             | $3,7 \cdot 10^{-5}$   | 4,43   |
|                                   |       | $CH_3C_6H_4OH$                | $9,8 \cdot 10^{-11}$  | 10,01  |
| <i>o</i> -Крезол                  |       | $CH_3C_6H_4OH$                | $6,3 \cdot 10^{-11}$  | 10,20  |
| <i>p</i> -Крезол                  |       | $CH_3C_6H_4OH$                | $6,7 \cdot 10^{-11}$  | 10,17  |
| Кремневая (орто)                  | $K_1$ | $H_4SiO_4$                    | $1,3 \cdot 10^{-10}$  | 9,9    |
|                                   | $K_2$ |                               | $1,6 \cdot 10^{-12}$  | 11,8   |
|                                   | $K_3$ |                               | $2,0 \cdot 10^{-14}$  | 13,7   |
| Лимонная                          | $K_1$ | $HOOCCH_2C(OH)(COOH)CH_2COOH$ | $8,5 \cdot 10^{-4}$   | 3,07   |
|                                   | $K_2$ |                               | $1,8 \cdot 10^{-5}$   | 4,75   |
|                                   | $K_3$ |                               | $4,0 \cdot 10^{-7}$   | 6,40   |

| Название             |       | Формула   | $K_a$                 | $pK_a$      |
|----------------------|-------|---|-----------------------|-------------|
| Малеиновая           | $K_1$ | $\text{HOOCCH}=\text{CHCOOH}$                         | $1,2 \cdot 10^{-2}$   | 1,92        |
|                      | $K_2$ |   | $5,9 \cdot 10^{-7}$   | 6,23        |
| Малоновая            | $K_1$ | $\text{HOOCCH}_2\text{COOH}$                          | $1,4 \cdot 10^{-3}$   | 2,85        |
|                      | $K_2$ |   | $2,2 \cdot 10^{-6}$   | 5,66        |
| Марганцовистая       | $K_1$ | $\text{H}_2\text{MnO}_4$                              | $\approx 10^{-1}$     | $\approx 1$ |
|                      | $K_2$ |   | $7,1 \cdot 10^{-11}$  | 10,15       |
| Масляная (норм.)     |       | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$        | $1,5 \cdot 10^{-5}$   | 4,82        |
| Масляная (изо)       |       | $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$                        | $1,4 \cdot 10^{-5}$   | 4,86        |
| Миндальная           |       | $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ | $3,9 \cdot 10^{-4}$   | 3,41        |
| Молибденовая         | $K_1$ | $\text{H}_2\text{MoO}_4$                              | $1,6 \cdot 10^{-2}$   | 1,8         |
|                      | $K_2$ |   | $3,9 \cdot 10^{-5}$   | 4,1         |
| Молочная             |       | $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$          | $1,4 \cdot 10^{-4}$   | 3,86        |
| Муравьиная           |       | $\text{HCOOH}$  | $1,8 \cdot 10^{-4}$   | 3,75        |
| Мышьяковая           | $K_1$ | $\text{H}_3\text{AsO}_4$                              | $6,0 \cdot 10^{-3}$   | 2,22        |
|                      | $K_2$ |   | $1,05 \cdot 10^{-7}$  | 6,98        |
|                      | $K_3$ |   | $2,95 \cdot 10^{-12}$ | 11,53       |
| Мышьяковистая        |       | $\text{H}_3\text{AsO}_3$                              | $5,1 \cdot 10^{-10}$  | 9,29        |
| Надперекись водорода |       | $\text{HO}_2$   | $6,3 \cdot 10^{-3}$   | 2,2         |
| o-Нитробензойная     |       | $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$          | $6,0 \cdot 10^{-3}$   | 2,22        |
| 8-Оксихинолин        |       | $\text{C}_9\text{H}_7\text{ON}$                       | $1,3 \cdot 10^{-10}$  | 9,90        |
| Перекись водорода    |       | $\text{H}_2\text{O}_2$                                | $2,0 \cdot 10^{-12}$  | 11,70       |
| Пикриновая           |       | $\text{HOC}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3$               | $5,0 \cdot 10^{-3}$   | 2,3         |
| Пирокатехин          | $K_1$ | $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2(1,2)$              | $3,6 \cdot 10^{-10}$  | 9,45        |
| Плавиновая           |       | $\text{HF}$   | $6,8 \cdot 10^{-4}$   | 3,17        |
| Пропиононая          |       | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$                   | $1,35 \cdot 10^{-5}$  | 4,87        |
| Резорцин             |       | $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2(1,3)$              | $3,6 \cdot 10^{-10}$  | 9,44        |
| Роданистоводородная  |       | $\text{HNCS}$   | $1,4 \cdot 10^{-1}$   | 0,85        |
| Салициловая          |       | $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$          | $1,1 \cdot 10^{-3}$   | 2,97        |
| Себациновая          | $K_1$ | $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$               | $2,8 \cdot 10^{-5}$   | 4,55        |
|                      | $K_2$ |   | $3,2 \cdot 10^{-6}$   | 5,5         |

| Название             |       | Формула             | $K_a$                | $pK_a$ |
|----------------------|-------|---------------------|----------------------|--------|
| Селенистая           | $K_1$ | $H_2SeO_3$          | $2,4 \cdot 10^{-3}$  | 2,62   |
|                      | $K_2$ |                     | $4,8 \cdot 10^{-9}$  | 8,32   |
| Селенистоводородная  | $K_1$ | $H_2Se$             | $1,3 \cdot 10^{-4}$  | 3,89   |
|                      | $K_2$ |                     | $1,0 \cdot 10^{-11}$ | 11,0   |
| Селеновая            | $K_2$ | $H_2SeO_4$          | $8,9 \cdot 10^{-3}$  | 2,05   |
| Серная               | $K_2$ | $H_2SO_4$           | $1,2 \cdot 10^{-2}$  | 1,94   |
| Сернистая            | $K_1$ | $H_2SO_3$           | $1,7 \cdot 10^{-2}$  | 1,76   |
|                      | $K_2$ |                     | $6,2 \cdot 10^{-8}$  | 7,20   |
| Сероводородная       | $K_1$ | $H_2S$              | $8,9 \cdot 10^{-8}$  | 7,05   |
|                      | $K_2$ |                     | $1,3 \cdot 10^{-13}$ | 12,90  |
| Синильная            |       | $HCN$               | $6,2 \cdot 10^{-10}$ | 9,21   |
| Сульфаминовая        |       | $H_2NSO_3H$         | $1,05 \cdot 10^{-1}$ | 0,98   |
| Сульфаниловая        |       | $H_2NC_6H_4SO_3H$   | $6,3 \cdot 10^{-4}$  | 3,20   |
| Сульфосалициловая    | $K_2$ | $C_6H_3(COOH)SO_3H$ | $1,4 \cdot 10^{-3}$  | 2,86   |
|                      | $K_3$ |                     | $1,8 \cdot 10^{-12}$ | 11,74  |
| Сурьмяная            |       | $H[Sb(OH)_6]$       | $4,0 \cdot 10^{-5}$  | 4,4    |
| Теллуристая          | $K_1$ | $H_2TeO_3$          | $2,7 \cdot 10^{-3}$  | 2,57   |
|                      | $K_2$ |                     | $1,8 \cdot 10^{-8}$  | 7,74   |
| Теллуристоводородная | $K_1$ | $H_2Te$             | $2,3 \cdot 10^{-3}$  | 2,64   |
|                      | $K_2$ |                     | $1 \cdot 10^{-11}$   | 11     |
| Теллуровая           | $K_1$ | $H_6TeO_6$          | $2,0 \cdot 10^{-8}$  | 7,70   |
|                      | $K_2$ |                     | $1,1 \cdot 10^{-11}$ | 10,95  |
|                      | $K_3$ |                     | $1 \cdot 10^{-15}$   | 15     |
| Тиосерная            | $K_1$ | $H_2S_2O_3$         | $2,5 \cdot 10^{-1}$  | 0,60   |
|                      | $K_2$ |                     | $1,9 \cdot 10^{-2}$  | 1,72   |
| Трихлоруксусная      |       | $CCl_3COOH$         | $2,0 \cdot 10^{-1}$  | 0,70   |
| Угольная             | $K_1$ | $CO_2(aq.) + H_2O$  | $4,5 \cdot 10^{-7}$  | 6,35   |
|                      | $K_2$ |                     | $4,8 \cdot 10^{-11}$ | 10,32  |
| Уксусная             |       | $CH_3COOH$          | $1,74 \cdot 10^{-5}$ | 4,76   |
| Фенол                |       | $C_6H_5OH$          | $1,3 \cdot 10^{-10}$ | 9,90   |
| Фосфористая          | $K_1$ | $H_3PO_3$           | $1,6 \cdot 10^{-2}$  | 1,80   |
|                      | $K_2$ |                     | $2,0 \cdot 10^{-7}$  | 6,70   |
| Фосфорная (орто)     | $K_1$ | $H_3PO_4$           | $7,6 \cdot 10^{-3}$  | 2,12   |
|                      | $K_2$ |                     | $6,2 \cdot 10^{-8}$  | 7,21   |
|                      | $K_3$ |                     | $4,4 \cdot 10^{-13}$ | 12,36  |

| Название                            | Формула   | $K_a$                | $pK_a$ |
|-------------------------------------|---|----------------------|--------|
| Фосфорная<br>(шпро)                 | $K_1$ $H_4P_2O_7$   | $3,0 \cdot 10^{-2}$  | 1,52   |
|                                     | $K_2$   | $4,4 \cdot 10^{-3}$  | 2,36   |
|                                     | $K_3$   | $2,5 \cdot 10^{-7}$  | 6,60   |
|                                     | $K_4$   | $5,6 \cdot 10^{-10}$ | 9,25   |
| Фосфорноватая                       | $K_1$ $H_4P_2O_6$   | $6,3 \cdot 10^{-3}$  | 2,20   |
|                                     | $K_2$   | $1,6 \cdot 10^{-3}$  | 2,81   |
|                                     | $K_3$   | $5,4 \cdot 10^{-8}$  | 7,27   |
|                                     | $K_4$   | $9,3 \cdot 10^{-11}$ | 10,03  |
| Фосфорновати-<br>стая               | $H_3PO_2$   | $7,9 \cdot 10^{-2}$  | 1,1    |
| о-Фталевая                          | $K_1$ $C_6H_4(COOH)_2$  | $7,9 \cdot 10^{-4}$  | 3,10   |
|                                     | $K_2$   | $4,0 \cdot 10^{-6}$  | 5,40   |
| м-Фталевая                          | $K_1$ $C_6H_4(COOH)_2$  | $5,0 \cdot 10^{-3}$  | 2,30   |
|                                     | $K_2$   | $2,2 \cdot 10^{-5}$  | 4,66   |
| Фторофосфор-<br>ная                 | $H_2[PO_3F]$  | $2,8 \cdot 10^{-1}$  | 0,55   |
|                                     | $K_2$   | $1,6 \cdot 10^{-5}$  | 4,80   |
| Фуमारовая                           | $K_1$ $HOOCNC=CHCOOH$   | $9,3 \cdot 10^{-4}$  | 3,03   |
|                                     | $K_2$   | $3,6 \cdot 10^{-5}$  | 4,44   |
| Хлористая                           | $HClO_2$  | $1,1 \cdot 10^{-2}$  | 1,97   |
| Хлорновати-<br>стая                 | $HClO$  | $5,0 \cdot 10^{-8}$  | 7,30   |
| Хлоруксусная                        | $CH_2ClCOOH$  | $1,4 \cdot 10^{-3}$  | 2,86   |
| Хромовая                            | $K_1$ $H_2CrO_4$  | $1,8 \cdot 10^{-1}$  | 0,74   |
|                                     | $K_2$   | $3,2 \cdot 10^{-7}$  | 6,50   |
| Циановая                            | $HCNO$  | $3,5 \cdot 10^{-4}$  | 3,46   |
| Щавелевая                           | $K_1$ $H_2C_2O_4$   | $5,6 \cdot 10^{-2}$  | 1,25   |
|                                     | $K_2$   | $5,4 \cdot 10^{-5}$  | 4,27   |
| Этилендиамин-<br>тетрауксус-<br>ная | $K_1$ $HOOC-CH_2 \begin{matrix} & & CH_2-COOH \\ & \diagup N-CH_2-CH_2-N \diagdown & \\ & & CH_2-COOH \end{matrix}$ | $1,0 \cdot 10^{-2}$  | 1,99   |
|                                     | $K_2$   | $2,1 \cdot 10^{-3}$  | 2,67   |
|                                     | $K_3$   | $6,9 \cdot 10^{-7}$  | 6,16   |
|                                     | $K_4$   | $5,5 \cdot 10^{-11}$ | 10,26  |
| Яблочная                            | $K_1$ $HOOCCH(OH)CH_2COOH$  | $3,5 \cdot 10^{-4}$  | 3,46   |
|                                     | $K_2$   | $8,9 \cdot 10^{-6}$  | 5,05   |
| Янтарная                            | $K_1$ $HOOCCH_2CH_2COOH$  | $6,5 \cdot 10^{-5}$  | 4,19   |
|                                     | $K_2$   | $3,3 \cdot 10^{-6}$  | 5,48   |

## О с н о в а н и я

| Название                         | Формула                               | $X_e$                 | $pK_e$ |
|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------|
| Аммиака раствор                  | $NH_3 + H_2O$                         | $1,76 \cdot 10^{-5}$  | 4,755  |
| Анилин                           | $C_6H_5NH_2 + H_2O$                   | $4,2 \cdot 10^{-10}$  | 9,38   |
| Бария гидроксид                  | $Ba(OH)_2$                            | $2,3 \cdot 10^{-1}$   | 0,64   |
| Бензидин                         | $K_1$ $H_2NC_6H_4C_6H_4NH_2 + H_2O$   | $9,3 \cdot 10^{-10}$  | 9,03   |
|                                  | $K_2$ $H_2NC_6H_4C_6H_4NH_3^+ + H_2O$ | $5,6 \cdot 10^{-11}$  | 10,25  |
| Гидразин                         | $N_2H_4 + H_2O$                       | $9,8 \cdot 10^{-7}$   | 6,01   |
| Гидроксиламин                    | $NH_2OH + H_2O$                       | $9,6 \cdot 10^{-9}$   | 8,02   |
| Гуанидин                         | $(H_2N)_2CNH + H_2O$                  | $3,0 \cdot 10^{-1}$   | 0,52   |
| Диметиламин                      | $(CH_3)_2NH + H_2O$                   | $1,1 \cdot 10^{-3}$   | 2,97   |
| Дифениламин                      | $(C_6H_5)_2NH + H_2O$                 | $7,1 \cdot 10^{-14}$  | 13,15  |
| Диэтиламин                       | $(C_2H_5)_2NH + H_2O$                 | $9,6 \cdot 10^{-4}$   | 3,02   |
| Кальция гидроксид                | $K_2$ $Ca(OH)_2$                      | $4,0 \cdot 10^{-2}$   | 1,40   |
| Лития гидроксид                  | $LiOH$                                | $6,8 \cdot 10^{-1}$   | 0,17   |
| Метиламин                        | $CH_3NH_2 + H_2O$                     | $5,25 \cdot 10^{-3}$  | 3,28   |
| Мочевина                         | $CO(NH_2)_2 + H_2O$                   | $1,5 \cdot 10^{-14}$  | 13,82  |
| $\alpha$ -Нафтиламин             | $C_{10}H_7NH_2 + H_2O$                | $8,4 \cdot 10^{-11}$  | 10,08  |
| $\beta$ -Нафтиламин              | $C_{10}H_7NH_2 + H_2O$                | $1,3 \cdot 10^{-10}$  | 9,89   |
| 8-Оксихинолин                    | $C_9H_7ON + H_2O$                     | $1,0 \cdot 10^{-9}$   | 8,99   |
| Пиридин                          | $C_5H_5N + H_2O$                      | $1,5 \cdot 10^{-9}$   | 8,82   |
| Свинца гидроксид                 | $K_1$ $Pb(OH)_2$                      | $9,55 \cdot 10^{-4}$  | 3,02   |
|                                  | $K_2$                                 | $3,0 \cdot 10^{-8}$   | 7,52   |
| Семикарбазид                     | $H_2NCONHNH_2 + H_2O$                 | $2,7 \cdot 10^{-11}$  | 10,57  |
| Серебра гидроксид                | $AgOH$                                | $5,0 \cdot 10^{-3}$   | 2,30   |
| Тиомочевина                      | $CS(NH_2)_2 + H_2O$                   | $1,35 \cdot 10^{-13}$ | 11,87  |
| Триметиламин                     | $(CH_3)_3N + H_2O$                    | $8,1 \cdot 10^{-5}$   | 4,09   |
| Уротропин (гексаметилентетрамин) | $(CH_2)_6N_4 + H_2O$                  | $1,4 \cdot 10^{-9}$   | 8,87   |
| Фенилгидразин                    | $C_6H_5NHNH_2 + H_2O$                 | $1,6 \cdot 10^{-9}$   | 8,80   |
| Хинолин                          | $C_9H_7N + H_2O$                      | $6,3 \cdot 10^{-10}$  | 9,20   |
| Этаноламин                       | $H_2NCH_2CH_2OH + H_2O$               | $1,8 \cdot 10^{-5}$   | 4,75   |
| Этиламин                         | $CH_3CH_2NH_2 + H_2O$                 | $4,7 \cdot 10^{-4}$   | 3,33   |
| Этилендиамин                     | $K_1$ $H_2NCH_2=CH_2NH_2 + H_2O$      | $9,1 \cdot 10^{-5}$   | 4,04   |
|                                  | $K_2$                                 | $1,5 \cdot 10^{-7}$   | 6,82   |

## Константы нестойкости комплексных ионов

Цифра индекса под знаком  $K$  означает число групп адденда у центрального атом комплекса, диссоциированного на одну ступень, например, для комплексов  $Fe^{3+}$  с хлорид-ионами:

$$K_1 = \frac{[Fe^{3+}][Cl^-]}{[FeCl^{2+}]} ; \quad K_2 = \frac{[FeCl_2^+][Cl^-]}{[FeCl_2^+]} ;$$

$$K_3 = \frac{[FeCl_2^+][Cl^-]}{[FeCl_3]} ; \quad K_4 = \frac{[FeCl_3][Cl^-]}{[FeCl_4^-]}$$

Две и более цифр индекса поставлены у констант полной диссоциации комплексов с соответствующим числом групп адденда, например:

$$K_{1,2} = \frac{[Fe^{3+}][Cl^-]^2}{[FeCl_2^+]} ; \quad K_{1,2,3} = \frac{[Fe^{3+}][Cl^-]^3}{[FeCl_3]} ; \quad K_{1,2,3,4} = \frac{[Fe^{3+}][Cl^-]^4}{[FeCl_4^-]}$$

Легко видеть, что  $K_{1,2} = K_1 \cdot K_2$ ;  $K_{1,2,3} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$  и т. д. В таблице приведены не сами константы, а их показатели, т. е. логарифмы констант, взятые с обратным знаком:

$$pK_1 = -\lg K_1 ; \quad pK_2 = -\lg K_2 ; \quad pK_{1,2} = -\lg K_{1,2} \text{ и т. д.}$$

Даны показатели только констант полной диссоциации, но из указанного выше следует, что показатели констант отдельных ступеней диссоциации можно легко найти по разностям:

$$pK_2 = pK_{1,2} - pK_1 ; \quad pK_3 = pK_{1,2,3} - pK_{1,2} \text{ и т. д.}$$

Все данные приведены при температуре 20–30 °С.

## А. Комплексы с неорганическими аддендами

| Центральный ион | $pK_1$ | $pK_{1,2}$ | $pK_{1,2,3}$ | $pK_{1,2,3,4}$ | $pK_{1,2,3,4,5}$ | $pK_{1,2,3,4,5,6}$ | Ионная сила |
|-----------------|--------|------------|--------------|----------------|------------------|--------------------|-------------|
|-----------------|--------|------------|--------------|----------------|------------------|--------------------|-------------|

Комплексы с аммиаком ( $NH_3$ )

|           |      |       |       |       |       |       |   |
|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| $Ag^+$    | 3,32 | 7,24  | —     | —     | —     | —     | 0 |
| $Au^+$    | ?    | 27    | —     | —     | —     | —     | ? |
| $Au^{3+}$ | ?    | ?     | ?     | 30    | —     | —     | ? |
| $Cd^{2+}$ | 2,51 | 4,47  | 5,77  | 6,56  | —     | —     | 0 |
| $Co^{2+}$ | 1,99 | 3,50  | 4,43  | 5,07  | 5,13  | 4,39  | 0 |
| $Co^{3+}$ | 7,3  | 14,0  | 20,1  | 25,7  | 30,8  | 35,21 | 2 |
| $Cu^+$    | 5,93 | 10,86 | —     | —     | —     | —     | 2 |
| $Cu^{2+}$ | 3,99 | 7,33  | 10,06 | 12,03 | 11,43 | 8,9   | 0 |
| $Fe^{2+}$ | 1,4  | 2,2   | ?     | 3,7   | —     | —     | 0 |
| $Hg^{2+}$ | 8,8  | 17,5  | 18,5  | 19,3  | —     | —     | 2 |
| $Mg^{2+}$ | 0,23 | 0,08  | -0,34 | -1,04 | -1,99 | -3,29 | 2 |
| $Mn^{2+}$ | 0,8  | 1,3   | ?     | ?     | ?     | 9(?)  | 2 |
| $Ni^{2+}$ | 2,68 | 4,80  | 6,40  | 7,47  | 7,99  | 7,91  | 0 |

| Центральный ион   | $pK_1$  | $pK_{1,2}$ | $pK_{1,2,3}$ | $pK_{1,2,3,4}$ | $pK_{1,2,3,4,5}$ | $pK_{1,2,3,4,5,6}$ | Ионная сила |
|---|---------|------------|--------------|----------------|------------------|--------------------|-------------|
| Tl <sup>+</sup>   | -0.9    | —          | —            | —              | —                | —                  | 2           |
| Tl <sup>3+</sup>  | ?       | ?          | ?            | 17 (?)         | —                | —                  | ?           |
| Zn <sup>2+</sup>  | 2.18    | 4.43       | 6.74         | 8.70           | —                | —                  | 0           |
| Бромидные комплексы (Br <sup>-</sup> )                  |         |            |              |                |                  |                    |             |
| Ag <sup>+</sup>   | 4.38 *  | 7.34       | 8.00         | 8.73           | —                | —                  | 0           |
| Au <sup>+</sup>   | ?       | 12.46      | —            | —              | —                | —                  | ?           |
| Au <sup>3+</sup>  | ?       | ?          | ?            | 31.5           | —                | —                  | ?           |
| Bi <sup>3+</sup>  | 2.26    | 4.45       | 6.33 *       | 7.84           | 9.42             | 9.52               | 2           |
| Cd <sup>2+</sup>  | 2.23    | 3.00 *     | 2.83         | 2.93           | —                | —                  | 0           |
| Ce <sup>3+</sup>  | 0.38    | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Co <sup>2+</sup>  | -2.30   | —          | —            | —              | —                | —                  | ?           |
| Cu <sup>+</sup>   | ?       | 5.92       | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Cu <sup>2+</sup>  | -0.03   | ?          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Fe <sup>3+</sup>  | 0.55    | 0.82       | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Hg <sup>2+</sup>  | 9.05    | 17.33 *    | 19.74        | 21.00          | —                | —                  | 0.5         |
| In <sup>3+</sup>  | 1.20    | 1.78       | 2.48 *       | 3.33           | —                | —                  | 1           |
| Ni <sup>2+</sup>  | ?       | -3.24 *    | ?            | -8.12          | —                | —                  | ?           |
| Pb <sup>2+</sup>  | 1.77    | 1.92 *     | 3.3          | 3.00           | —                | —                  | 0           |
| Pd <sup>2+</sup>  | ?       | ?          | ?            | 13.10          | —                | —                  | 0           |
| Pt <sup>2+</sup>  | ?       | ?          | ?            | 20.5           | —                | —                  | 0           |
| Sn <sup>2+</sup>  | 0.73    | 1.14 *     | 1.35         | —              | —                | —                  | 3           |
| SnOH <sup>+</sup>                                       | 0.70 *  | —          | —            | —              | —                | —                  | 3           |
| Tl <sup>+</sup>   | 0.95 *  | 1.01       | 0.6          | -0.2           | —                | —                  | 0           |
| Tl <sup>3+</sup>  | 9.7     | 16.6       | 21.2 *       | 23.9           | 25.5             | 26.2               | 0           |
| Zn <sup>2+</sup>  | -0.8    | -2.2 *     | -2.9         | -2.5           | —                | —                  | 0           |
| Комплексы с гидразином (N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) |         |            |              |                |                  |                    |             |
| Cd <sup>2+</sup>  | 2.25    | 2.40       | 2.78         | 3.89           | —                | —                  | 1           |
| Ni <sup>2+</sup>  | 2.76    | 5.20       | 7.35         | 9.20           | 10.75            | 11.99              | 0.5         |
| Zn <sup>2+</sup>  | 3.40    | 3.70       | 3.78         | 3.88           | —                | —                  | 1           |
| Комплексы с гидроксиламином (NH <sub>2</sub> OH)        |         |            |              |                |                  |                    |             |
| Zn <sup>2+</sup>  | 0.40    | 1.01       | —            | —              | —                | —                  | 1           |
| Гидроксокомплексы (OH <sup>-</sup> )                    |         |            |              |                |                  |                    |             |
| Ag <sup>+</sup>   | 2.30 *  | 4.0        | 5.2          | —              | —                | —                  | 0           |
| Al <sup>3+</sup>  | 9.04    | ?          | ?            | 33.0           | —                | —                  | 0           |
| AsO <sup>+</sup>  | 14.33 * | 18.73      | 20.60        | 21.2           | —                | —                  | ?           |
| Ba <sup>2+</sup>  | 0.85    | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Be <sup>2+</sup>  | 7.48    | ?          | 15.21        | 15.0           | —                | —                  | 0           |
| Bi <sup>3+</sup>  | 12.4    | 15.8       | ?            | 35.2           | —                | —                  | 0           |

\* Нейтральные молекулы в растворе.

| Центральный ион               | $pK_1$ | $pK_{1,2}$ | $pK_{1,2,3}$ | $pK_{1,2,3,4}$ | $pK_{1,2,3,4,5}$ | $pK_{1,2,3,4,5,6}$ | Ионная сила |
|-------------------------------|--------|------------|--------------|----------------|------------------|--------------------|-------------|
| Ca <sup>2+</sup>              | 1,46   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Cd <sup>2+</sup>              | 4,17   | 8,33 *     | 9,02         | <8,6           | —                | —                  | 0,2         |
| Ce <sup>3+</sup>              | 4,6    | —          | —            | —              | —                | —                  | 0,2         |
| Ce <sup>4+</sup>              | 13,28  | 27,06      | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Co <sup>2+</sup>              | 4,4    | 4,6 *      | 10,5         | —              | —                | —                  | 0           |
| Cr <sup>3+</sup>              | 10,1   | 17,8       | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Cu <sup>2+</sup>              | 7,0    | 13,68 *    | 17,0         | 29,9           | —                | —                  | 0           |
| Fe <sup>2+</sup>              | 5,56   | 9,77 *     | 9,67         | 8,56           | —                | —                  | 0           |
| Fe <sup>3+</sup>              | 11,87  | 21,17      | 30,67 *      | —              | —                | —                  | 0           |
| Ga <sup>3+</sup>              | 11,0   | 21,7       | ?            | 34,3           | 38,0             | 40,3               | 0           |
| Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> | 9,0    | —          | —            | —              | —                | —                  | 0,5         |
| Hg <sup>2+</sup>              | 10,30  | 21,70 *    | 21,20        | —              | —                | —                  | 0,5         |
| In <sup>3+</sup>              | 9,9    | 19,8       | ?            | 28,7           | —                | —                  | 0           |
| La <sup>3+</sup>              | 3,30   | ?          | ?            | —              | —                | —                  | ?           |
| Li <sup>+</sup>               | 0,17   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Mg <sup>2+</sup>              | 2,58   | ?          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Mn <sup>2+</sup>              | 3,90   | ?          | 8,3          | —              | —                | —                  | 0           |
| Ni <sup>2+</sup>              | 4,97   | 8,55 *     | 11,33        | —              | —                | —                  | 0           |
| Pb <sup>2+</sup>              | 6,9    | 10,8 *     | 13,3         | —              | —                | —                  | 1           |
| Sb <sup>3+</sup>              | ?      | 24,3       | 36,7 *       | 38,3           | —                | —                  | 0           |
| Sn <sup>2+</sup>              | 11,86  | 20,64 *    | 25,13        | —              | —                | —                  | 0           |
| Sn <sup>4+</sup>              | ?      | ?          | ?            | ?              | ?                | 63,0               | 0           |
| Th <sup>4+</sup>              | 10,0   | 21,2       | 32,0         | ?              | 8,7              | 38,7               | 0           |
| Tl <sup>+</sup>               | 0,82   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Tl <sup>3+</sup>              | 12,86  | 25,37      | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| U <sup>4+</sup>               | 13,3   | ?          | ?            | ?              | 41,2             | —                  | 0           |
| UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> | 9,8    | 18,6       | ?            | 32,40          | —                | —                  | 0,1         |
| V <sup>3+</sup>               | 11,1   | 21,6       | —            | —              | —                | —                  | ?           |
| VO <sup>2+</sup>              | 8,6    | —          | —            | —              | —                | —                  | ?           |
| VO <sup>3+</sup>              | ?      | 25,2       | ?            | 46,2           | 58,5             | —                  | ?           |
| Zn <sup>2+</sup>              | 4,40   | 11,3 *     | 13,14        | 14,66          | —                | —                  | ?           |
| Zr <sup>4+</sup>              | 11,3   | 24,5       | 38,4         | 54,83 *        | 55,5             | —                  | ?           |

Гипофосфитные комплексы ( $H_2PO_2^-$ )

|                  |      |   |   |   |   |   |   |
|------------------|------|---|---|---|---|---|---|
| Fe <sup>3+</sup> | 2,77 | — | — | — | — | — | ? |
|------------------|------|---|---|---|---|---|---|

Иодатные комплексы ( $IO_3^-$ )

|                  |        |      |   |   |   |   |   |
|------------------|--------|------|---|---|---|---|---|
| Ag <sup>+</sup>  | 0,63 * | 1,90 | — | — | — | — | 0 |
| Ba <sup>2+</sup> | 1,1    | —    | — | — | — | — | 0 |
| Ca <sup>2+</sup> | 0,89   | —    | — | — | — | — | 0 |

\* Нейтральные молекулы в растворе.

| Централь-<br>ный ион                                   | $\rho_{K1}$ | $\rho_{K1, 2}$ | $\rho_{K1, 2, 3}$ | $\rho_{K1, 2, 3, 4}$ | $\rho_{K1, 2, 3, 4, 5}$ | $\rho_{K1, 2, 3, 4, 5, 6}$ | Ионная сила |
|--|-------------|----------------|-------------------|----------------------|-------------------------|----------------------------|-------------|
| Cu <sup>2+</sup>                                       | 0,82        | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | 0           |
| Mg <sup>2+</sup>                                       | 0,72        | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | 0           |
| Sr <sup>2+</sup>                                       | 0,98        | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | 0           |
| Th <sup>4+</sup>                                       | 2,88        | 4,79           | 7,15              | —                    | —                       | —                          | 0,5         |
| Tl <sup>+</sup>  | 0,50 *      | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | 0           |
| Иодидные комплексы (J <sup>-</sup> )                   |             |                |                   |                      |                         |                            |             |
| Ag <sup>+</sup>  | 8,13 *      | 15,74          | 14,1              | 14,5                 | 14,1                    | —                          | 0           |
| Bi <sup>3+</sup>                                       | 2,89        | ?              | ?                 | 14,95                | 16,80                   | 19,1                       | 0           |
| Cd <sup>2+</sup>                                       | 2,28        | 3,92 *         | 5,00              | 6,10                 | —                       | —                          | 0           |
| Cu <sup>+</sup>  | ?           | 8,85           | —                 | —                    | —                       | —                          | 0           |
| Hg <sup>2+</sup>                                       | 12,87       | 23,82 *        | 27,60             | 29,83                | —                       | —                          | 0,5         |
| In <sup>3+</sup>                                       | 1,64        | 2,56           | 2,48 *            | —                    | —                       | —                          | 0,7         |
| Pb <sup>2+</sup>                                       | 2,30        | 3,68 *         | 5,44              | 6,20                 | —                       | —                          | 0,3—3       |
| Tl <sup>+</sup>  | 1,41 *      | 1,82           | 2,0               | 1,6                  | —                       | —                          | ?           |
| Tl <sup>3+</sup>                                       | ?           | ?              | ?                 | 30,29                | —                       | —                          | ?           |
| Zn <sup>2+</sup>                                       | -2,9        | -1,6 *         | -1,7              | -2,3                 | —                       | —                          | 4,5         |
| Карбонатные комплексы (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ) |             |                |                   |                      |                         |                            |             |
| UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>                          | ?           | 14,6           | 18,3              | —                    | —                       | —                          | 0           |
| Нитратные комплексы (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )    |             |                |                   |                      |                         |                            |             |
| Ag <sup>+</sup>  | -0,29 *     | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | 0           |
| Ba <sup>2+</sup>                                       | 0,92        | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | 0           |
| Bi <sup>3+</sup>                                       | 1,26        | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | 0,1         |
| Ca <sup>2+</sup>                                       | 0,28        | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | 0           |
| Cd <sup>2+</sup>                                       | 0,40        | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | 0           |
| Co <sup>3+</sup>                                       | 0,4         | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | ?           |
| Fe <sup>3+</sup>                                       | 1,0         | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | 0           |
| Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>                          | 0,08        | -0,24 *        | —                 | —                    | —                       | —                          | 0           |
| Hg <sup>2+</sup>                                       | 0,35        | ≈0 *           | —                 | —                    | —                       | —                          | ?           |
| La <sup>3+</sup>                                       | -0,26       | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | 1           |
| Pb <sup>2+</sup>                                       | 1,18        | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | 0           |
| Pu <sup>4+</sup>                                       | 0,54        | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | 1           |
| Sr <sup>2+</sup>                                       | 0,82        | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | 0           |
| Th <sup>4+</sup>                                       | 0,78        | 1,11           | 1,00              | 0,74 *               | —                       | —                          | 2           |
| Tl <sup>+</sup>  | 0,33 *      | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | 0           |
| Tl <sup>3+</sup>                                       | 0,29        | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | 0,6         |
| UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>                          | -0,3        | —              | —                 | —                    | —                       | —                          | 1           |
| Zr <sup>4+</sup>                                       | 0,34        | 0,11           | -0,26             | -0,82 *              | ~ -1,5                  | ~ -1,7                     | 4           |

\* Нейтральные молекулы в растворе.

| Центральный ион                            | $pK_1$ | $pK_{1,2}$ | $pK_{1,2,3}$ | $pK_{1,2,3,4}$ | $pK_{1,2,3,4,5}$ | $pK_{1,2,3,4,5,6}$ | Ионная сила |
|--|--------|------------|--------------|----------------|------------------|--------------------|-------------|
| Нитритные комплексы ( $NO_2^-$ )           |        |            |              |                |                  |                    |             |
| Ag <sup>+</sup>                            | 1,88 * | 2,83       | —            | —              | —                | —                  | ?           |
| Cd <sup>2+</sup>                           | 1,80   | 3,01 *     | 3,81         | 3,1            | —                | —                  | 3           |
| Cu <sup>2+</sup>                           | 1,26   | 1,56 *     | 1,16         | —              | —                | —                  | 5           |
| Hg <sup>2+</sup>                           | ?      | ?          | ?            | 13,54          | —                | —                  | ?           |
| Перхлоратные комплексы ( $ClO_4^-$ )       |        |            |              |                |                  |                    |             |
| Ce <sup>3+</sup>                           | 1,91   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Fe <sup>3+</sup>                           | 1,15   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>              | -0,05  | —          | —            | —              | —                | —                  | ?           |
| Пирофосфатные комплексы ( $P_2O_7^{4-}$ )  |        |            |              |                |                  |                    |             |
| Ba <sup>2+</sup>                           | 4,64   | —          | —            | —              | —                | —                  | ?           |
| Ca <sup>2+</sup>                           | 5,00   | —          | —            | —              | —                | —                  | ?           |
| Cd <sup>2+</sup>                           | 5,6    | 4,18       | —            | —              | —                | —                  | 3,5         |
| Ce <sup>3+</sup>                           | 17,15  | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Co <sup>2+</sup>                           | 4,0    | —          | —            | —              | —                | —                  | ?           |
| Cu <sup>+</sup>                            | ?      | 26,72      | —            | —              | —                | —                  | ?           |
| Cu <sup>2+</sup>                           | 5,20   | 10,30      | —            | —              | —                | —                  | ?           |
| Fe <sup>3+</sup>                           | ?      | 5,55       | —            | —              | —                | —                  | ?           |
| K <sup>+</sup>                             | 0,80   | —          | —            | —              | —                | —                  | 1           |
| Li <sup>+</sup>                            | 2,39   | —          | —            | —              | —                | —                  | 1           |
| Mg <sup>2+</sup>                           | 5,70   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0,02        |
| Na <sup>+</sup>                            | 2,22   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Ni <sup>2+</sup>                           | 5,82   | 7,19       | —            | —              | —                | —                  | 0,1         |
| Pb <sup>2+</sup>                           | 11,24  | —          | —            | —              | —                | —                  | 0,1         |
| Sn <sup>2+</sup>                           | 14     | —          | —            | —              | —                | —                  | ?           |
| Sr <sup>2+</sup>                           | 4,66   | —          | —            | —              | —                | —                  | ?           |
| Tl <sup>+</sup>                            | 1,69   | 1,9        | —            | —              | —                | —                  | 2           |
| Zn <sup>2+</sup>                           | 6,45   | 7,24       | —            | —              | —                | —                  | ?           |
| Пирофосфатные комплексы ( $HP_2O_7^{3-}$ ) |        |            |              |                |                  |                    |             |
| Cu <sup>2+</sup>                           | 6,4    | 10,0       | —            | —              | —                | —                  | ?           |
| Li <sup>+</sup>                            | 1,03   | —          | —            | —              | —                | —                  | 1           |
| Na <sup>+</sup>                            | 1,52   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |

\* Нейтральные молекулы в растворе.

| Центральный ион | Координационные числа |                    |                       |                          |                             |                                | Числовая сумма |
|-----------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------|
|                 | рК <sub>1</sub>       | рК <sub>1, 2</sub> | рК <sub>1, 2, 3</sub> | рК <sub>1, 2, 3, 4</sub> | рК <sub>1, 2, 3, 4, 5</sub> | рК <sub>1, 2, 3, 4, 5, 6</sub> |                |

Пирофосфатные комплексы ( $H_2P_2O_7^{2-}$ )

|                   |        |      |   |   |   |   |   |
|-------------------|--------|------|---|---|---|---|---|
| Sn <sup>2+</sup>  | 4,48 * | 6,08 | — | — | — | — | 2 |
| SnOH <sup>+</sup> | 5,48   | 7,30 | — | — | — | — | 2 |

Роданидные комплексы ( $CNS^-$ )

|                               |        |                   |        |       |       |       |      |
|-------------------------------|--------|-------------------|--------|-------|-------|-------|------|
| Ag <sup>+</sup>               | 4,75 * | 8,23              | 9,45   | 9,67  | —     | —     | 0    |
| Au <sup>+</sup>               | ?      | 25                | —      | —     | —     | —     | ?    |
| Au <sup>3+</sup>              | ?      | ?                 | ?      | 42,00 | 42,00 | 42,04 | 0    |
| Bi <sup>3+</sup>              | 1,15   | 2,26              | ?      | 3,41  | ?     | 4,23  | 0    |
| Cd <sup>2+</sup>              | 1,74   | 2,33 *            | ~2     | ~3    | —     | —     | 0,1  |
| Co <sup>2+</sup>              | 3,0    | 3,0 *             | 2,3    | 2,2   | —     | —     | ?    |
| Cr <sup>3+</sup>              | 3,08   | 4,8               | 5,8 *  | 6,1   | 5,4   | 3,8   | 0    |
| Cu <sup>+</sup>               | ?      | 12,11             | 9,90   | 10,05 | 9,59  | 9,27  | 0    |
| Cu <sup>2+</sup>              | 2,30   | 3,65 *            | 5,19   | 6,52  | —     | —     | -0,7 |
| Fe <sup>2+</sup>              | 0,95   | 0,07 <sup>+</sup> | —      | —     | —     | —     | ?    |
| Fe <sup>3+</sup>              | 3,03   | 4,33              | 4,63   | 4,53  | 4,23  | 3,23  | 0    |
| Hg <sup>2+</sup>              | ?      | 17,47             | 19,15  | 19,77 | —     | —     | ?    |
| In <sup>3+</sup>              | 2,58   | 3,60              | 4,63 * | —     | —     | —     | 2    |
| Ni <sup>2+</sup>              | 1,18   | 1,64 *            | 1,81   | —     | —     | —     | 1    |
| Pb <sup>2+</sup>              | 1,09   | 2,52 *            | ?      | 0,85  | ?     | -0,30 | ?    |
| Th <sup>4+</sup>              | 1,08   | ?                 | 1,78   | —     | —     | —     | 1    |
| TiOH <sup>3+</sup>            | 1,7    | —                 | —      | —     | —     | —     | 1    |
| Tl <sup>+</sup>               | 0,80 * | 0,65              | 0,2    | 0     | —     | —     | 0    |
| U <sup>4+</sup>               | 1,49   | 1,95              | 2,18   | —     | —     | —     | 1    |
| UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> | 0,93   | 0,91 *            | 1,35   | —     | —     | —     | 0    |
| Zn <sup>2+</sup>              | 1,7    | 2,1 *             | 2,2    | 3,7   | —     | —     | 0,1  |
| ZnOH <sup>+</sup>             | 2,01*  | ?                 | 2,66   | —     | —     | —     | 1,7  |

Селенатные комплексы ( $SeO_4^{2-}$ )

|                  |        |   |   |   |   |   |   |
|------------------|--------|---|---|---|---|---|---|
| Cd <sup>2+</sup> | 2,27 * | — | — | — | — | — | 0 |
| Zn <sup>2+</sup> | 2,19 * | — | — | — | — | — | 0 |

Селенитные комплексы ( $SeO_3^{2-}$ )

|                  |   |       |   |   |   |   |   |
|------------------|---|-------|---|---|---|---|---|
| Cd <sup>2+</sup> | ? | 5,15  | — | — | — | — | 1 |
| Hg <sup>2+</sup> | ? | 12,48 | — | — | — | — | 1 |

\* Нейтральные молекулы в растворе.

| Централь-<br>ный ион | рК <sub>1</sub> | рК <sub>1, 2</sub> | рК <sub>1, 2, 3</sub> | рК <sub>1, 2, 3, 4</sub> | рК <sub>1, 2, 3, 4, 5</sub> | рК <sub>1, 2, 3, 4, 5, 6</sub> | Ионная сила |
|----------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------|
|----------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------|

Сульфатные комплексы ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

|                               |        |        |      |   |   |   |     |
|-------------------------------|--------|--------|------|---|---|---|-----|
| Ag <sup>+</sup>               | 0,23   | 0,28   | —    | — | — | — | 3   |
| Ca <sup>2+</sup>              | 2,31 * | —      | —    | — | — | — | 0   |
| Cd <sup>2+</sup>              | 2,31 * | ?      | ?    | — | — | — | 0   |
| Ce <sup>3+</sup>              | 3,37   | —      | —    | — | — | — | 0   |
| Ce <sup>4+</sup>              | 3,3    | —      | —    | — | — | — | 2   |
| Co <sup>2+</sup>              | 2,47 * | —      | —    | — | — | — | 0   |
| Co <sup>3+</sup>              | 1,34   | —      | —    | — | — | — | 2,7 |
| Cu <sup>2+</sup>              | 2,36 * | ?      | —    | — | — | — | 0   |
| Fe <sup>2+</sup>              | 2,30 * | —      | —    | — | — | — | 0   |
| Fe <sup>3+</sup>              | 4,18   | 7,4    | —    | — | — | — | 0   |
| Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> | 1,30 * | 2,40   | —    | — | — | — | 0,5 |
| Hg <sup>2+</sup>              | 1,34   | 2,3    | —    | — | — | — | 0,5 |
| In <sup>3+</sup>              | 1,85   | 2,60   | 3,00 | — | — | — | 1   |
| K <sup>+</sup>                | 0,96   | —      | —    | — | — | — | 0   |
| La <sup>3+</sup>              | 3,82   | —      | —    | — | — | — | 0   |
| Li <sup>+</sup>               | 0,64   | —      | —    | — | — | — | 0   |
| Mg <sup>2+</sup>              | 2,36 * | —      | —    | — | — | — | 0   |
| Mn <sup>2+</sup>              | 2,28 * | —      | —    | — | — | — | 0   |
| Na <sup>+</sup>               | 0,72   | —      | —    | — | — | — | 0   |
| Ni <sup>2+</sup>              | 2,34 * | —      | —    | — | — | — | 0   |
| Pu <sup>3+</sup>              | 1,0    | 1,62   | —    | — | — | — | 2   |
| Pu <sup>4+</sup>              | 3,66   | —      | —    | — | — | — | 1   |
| Th <sup>4+</sup>              | 3,32   | 5,70 * | —    | — | — | — | 2   |
| Tl <sup>+</sup>               | 1,37   | —      | —    | — | — | — | 0   |
| U <sup>4+</sup>               | 3,24   | 5,42 * | —    | — | — | — | 2   |
| UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> | 2,96*  | 3,9    | ?    | — | — | — | 0   |
| Zn <sup>2+</sup>              | 2,34*  | —      | —    | — | — | — | 0   |
| Zr <sup>4+</sup>              | 3,79   | 6,64 * | 7,77 | — | — | — | 2   |

Сульфитные комплексы ( $\text{SO}_3^{2-}$ )

|                  |      |       |       |    |   |   |   |
|------------------|------|-------|-------|----|---|---|---|
| Ag <sup>+</sup>  | 5,60 | 8,68  | 9,00  | —  | — | — | 0 |
| Cd <sup>2+</sup> | ?    | 4,19  | —     | —  | — | — | 1 |
| Cu <sup>+</sup>  | 7,85 | 8,70  | 9,36  | —  | — | — | 1 |
| Hg <sup>2+</sup> | ?    | 24,07 | 24,96 | —  | — | — | 0 |
| Tl <sup>3+</sup> | ?    | ?     | ?     | 34 | — | — | ? |

\* Нейтральные молекулы в растворе.

| Централь-<br>ный ион | pK <sub>1</sub> | pK <sub>1, 2</sub> | pK <sub>1, 2, 3</sub> | pK <sub>1, 2, 3, 4</sub> | pK <sub>1, 2, 3, 4, 5</sub> | pK <sub>1, 2, 3, 4, 5, 6</sub> | Ионная сила |
|----------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------|
|----------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------|

Тиосульфатные комплексы ( $S_2O_3^{2-}$ )

|                  |        |       |       |       |   |   |   |
|------------------|--------|-------|-------|-------|---|---|---|
| Ag <sup>+</sup>  | 8,82   | 13,46 | 14,15 | —     | — | — | 0 |
| Ba <sup>2+</sup> | 2,33 * | —     | —     | —     | — | — | 0 |
| Ca <sup>2+</sup> | 1,91 * | —     | —     | —     | — | — | 0 |
| Cd <sup>2+</sup> | 3,94 * | 6,48  | ?     | ?     | — | — | 0 |
| Co <sup>2+</sup> | 2,05 * | —     | —     | —     | — | — | 0 |
| Cu <sup>+</sup>  | 10,27  | 12,22 | 13,84 | —     | — | — | 2 |
| Cu <sup>2+</sup> | ?      | 12,29 | —     | —     | — | — | ? |
| Fe <sup>3+</sup> | 2,17   | ?     | ?     | < 2   | — | — | 0 |
| Fe <sup>3+</sup> | 3,25   | —     | —     | —     | — | — | 0 |
| Hg <sup>2+</sup> | ?      | 29,86 | 32,26 | 33,61 | — | — | 0 |
| K <sup>+</sup>   | 1,00   | —     | —     | —     | — | — | 0 |
| La <sup>3+</sup> | 0,8    | —     | —     | —     | — | — | 1 |
| Mg <sup>2+</sup> | 1,79   | —     | —     | —     | — | — | 0 |
| Mn <sup>2+</sup> | 1,95   | —     | —     | —     | — | — | 0 |
| Na <sup>+</sup>  | 0,58   | —     | —     | —     | — | — | 0 |
| Ni <sup>2+</sup> | 2,06 * | —     | —     | —     | — | — | 0 |
| Pb <sup>2+</sup> | ?      | 5,13  | 6,35  | 7,2   | — | — | ? |
| Sr <sup>2+</sup> | 2,04 * | —     | —     | —     | — | — | 0 |
| Tl <sup>+</sup>  | 1,91 * | —     | —     | —     | — | — | 0 |
| Tl <sup>3+</sup> | ?      | ?     | ?     | 41    | — | — | ? |
| Zn <sup>2+</sup> | 2,29*  | 4,59  | ?     | < 0,6 | — | — | 0 |

Тетраметафосфатные комплексы ( $P_4O_{12}^{4-}$ )

|                  |      |        |   |   |   |   |   |
|------------------|------|--------|---|---|---|---|---|
| Ba <sup>2+</sup> | 4,99 | —      | — | — | — | — | 0 |
| Ca <sup>2+</sup> | 5,42 | —      | — | — | — | — | 0 |
| Cu <sup>2+</sup> | 3,18 | 4,64 * | — | — | — | — | 0 |
| La <sup>3+</sup> | 6,66 | —      | — | — | — | — | 0 |
| Mg <sup>2+</sup> | 5,17 | —      | — | — | — | — | 0 |
| Mn <sup>2+</sup> | 5,74 | —      | — | — | — | — | 0 |
| Ni <sup>2+</sup> | 4,95 | —      | — | — | — | — | 0 |
| Sr <sup>2+</sup> | 5,15 | —      | — | — | — | — | 0 |

Триметафосфатные комплексы ( $P_3O_9^{3-}$ )

|                  |      |   |   |   |   |   |   |
|------------------|------|---|---|---|---|---|---|
| Ba <sup>2+</sup> | 3,35 | — | — | — | — | — | 0 |
| Ca <sup>2+</sup> | 3,45 | — | — | — | — | — | 0 |
| La <sup>3+</sup> | 5,70 | — | — | — | — | — | 0 |
| Mg <sup>2+</sup> | 3,31 | — | — | — | — | — | 0 |
| Mn <sup>2+</sup> | 3,57 | — | — | — | — | — | 0 |

\* Нейтральные молекулы в растворе.

| Централь-<br>ный ион                  | $pK_1$ | $pK_{1,2}$ | $pK_{1,2,3}$ | $pK_{1,2,3,4}$ | $pK_{1,2,3,4,5}$ | $pK_{1,2,3,4,5,6}$ | Ионная сила |
|---------------------------------------|--------|------------|--------------|----------------|------------------|--------------------|-------------|
| Na <sup>+</sup>                       | 1,17   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Ni <sup>2+</sup>                      | 3,22   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Sr <sup>2+</sup>                      | 3,35   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Фосфатные комплексы ( $PO_4^{3-}$ )   |        |            |              |                |                  |                    |             |
| Ce <sup>3+</sup>                      | 18,53  | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Фосфатные комплексы ( $HPO_4^{2-}$ )  |        |            |              |                |                  |                    |             |
| Ca <sup>2+</sup>                      | 2,70 * | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Fe <sup>3+</sup>                      | 9,35   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0,7         |
| Li <sup>+</sup>                       | 0,72   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Mg <sup>2+</sup>                      | 2,50 * | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Фосфатные комплексы ( $H_2PO_4^-$ )   |        |            |              |                |                  |                    |             |
| Al <sup>3+</sup>                      | ~3     | ~5,3       | ~7,6 *       | —              | —                | —                  | 0,1         |
| Ca <sup>2+</sup>                      | 1,08   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Fe <sub>3</sub> <sup>+</sup>          | ?      | ?          | ?            | 9,15           | —                | —                  | —           |
| UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>         | 3,00   | 5,43 *     | 7,33         | —              | —                | —                  | 0           |
| Фосфатные комплексы ( $H_3PO_4$ )     |        |            |              |                |                  |                    |             |
| Pu <sup>4+</sup>                      | 2,3    | —          | —            | —              | —                | —                  | 2           |
| Th <sup>3+</sup>                      | 1,89   | 3,86       | —            | —              | —                | —                  | 2           |
| UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>         | <1,88  | 3,88       | 5,23         | —              | —                | —                  | 2           |
| Фторидные комплексы (F <sup>-</sup> ) |        |            |              |                |                  |                    |             |
| Ag <sup>+</sup>                       | 0,36 * | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Al <sup>3+</sup>                      | 7,10   | 11,98      | 15,83 *      | 18,53          | 20,20            | 20,67              | 0           |
| Be <sup>2+</sup>                      | 5,89   | 10,83 *    | 14,39        | 16,38          | —                | —                  | ?           |
| Cd <sup>2+</sup>                      | 0,46   | 0,53*      | —            | —              | —                | —                  | 1           |
| Ce <sup>3+</sup>                      | 3,99   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Cr <sup>3+</sup>                      | 5,20   | 8,54       | 11,02 *      | —              | —                | —                  | 0           |
| Cu <sup>2+</sup>                      | 1,23   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Fe <sup>3+</sup>                      | 6,04   | 10,74      | 13,74 *      | 15,74          | 16,10            | ~16,10             | 0           |
| Ga <sup>3+</sup>                      | 5,86   | 6,46       | 6,02 *       | —              | —                | —                  | 0           |
| Hg <sup>2+</sup>                      | 1,56   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |

\* Нейтральные молекулы в растворе.

| Центральный ион               | $pK_1$ | $pK_{1,2}$ | $pK_{1,2,3}$ | $pK_{1,2,3,4}$ | $pK_{1,2,3,4,5}$ | $pK_{1,2,3,4,5,6}$ | Ионная сила |
|-------------------------------|--------|------------|--------------|----------------|------------------|--------------------|-------------|
| In <sup>3+</sup>              | 4,63   | 7,41       | 10,23 *      | —              | —                | —                  | 0           |
| La <sup>3+</sup>              | 3,56   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Mg <sup>2+</sup>              | 1,82   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Mn <sup>3+</sup>              | 5,76   | —          | —            | —              | —                | —                  | 2           |
| Pu <sup>3+</sup>              | 7,94   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Sc <sup>3+</sup>              | 7,08   | 12,88      | 17,33 *      | 20,81          | —                | —                  | 0           |
| Sn <sup>2+</sup>              | 4,85   | ?          | ~10          | —              | —                | —                  | 0           |
| Sn <sup>4+</sup>              | ?      | ?          | ?            | ?              | ?                | ~25                | ?           |
| Th <sup>4+</sup>              | 7,65   | 13,46      | 17,97        | —              | —                | —                  | 0,5         |
| Tl <sup>+</sup>               | 0,10 * | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| TiO <sup>2+</sup>             | 6,44   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0,1         |
| UO <sub>3</sub> <sup>2+</sup> | 4,4    | 7,7 *      | 10,3         | 11,7           | —                | —                  | 0           |
| VO <sup>2+</sup>              | 3,30   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Zn <sup>2+</sup>              | 1,26   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Zr <sup>4+</sup>              | 9,80   | 17,37      | 23,45        | —              | —                | —                  | 0           |

Хлоратные комплексы (ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

|                  |      |   |   |   |   |   |   |
|------------------|------|---|---|---|---|---|---|
| Ba <sup>2+</sup> | 0,7  | — | — | — | — | — | 0 |
| Ag <sup>+</sup>  | 0,22 | — | — | — | — | — | 0 |
| Th <sup>4+</sup> | 0,26 | — | — | — | — | — | 0 |
| Tl <sup>+</sup>  | 0,47 | — | — | — | — | — | 0 |

Хлоридные комплексы (Cl<sup>-</sup>)

|                  |        |         |        |       |     |       |     |
|------------------|--------|---------|--------|-------|-----|-------|-----|
| Ag <sup>+</sup>  | 3,04 * | 5,04    | 5,04   | 5,30  | —   | —     | 0   |
| Au <sup>+</sup>  | ?      | 9,8     | —      | —     | —   | —     | 0   |
| Au <sup>3+</sup> | ?      | ?       | ?      | 21,30 | —   | —     | 0   |
| Bi <sup>3+</sup> | 2,43   | 4,7     | 5,0 *  | 5,6   | 6,1 | 6,42  | 1   |
| Cd <sup>2+</sup> | 2,05   | 2,60 *  | 2,4    | 2,9   | —   | —     | 0   |
| Ce <sup>3+</sup> | 0,22   | —       | —      | —     | —   | —     | 0   |
| Cr <sup>3+</sup> | 0,60   | -0,71   | —      | —     | —   | —     | ?   |
| Cu <sup>+</sup>  | ?      | 5,35    | 5,63   | —     | —   | —     | 0   |
| Cu <sup>2+</sup> | 0,07   | -0,57 * | -2,1   | —     | —   | —     | 0   |
| Fe <sup>2+</sup> | 0,36   | 0,40 *  | —      | —     | —   | —     | 2   |
| Fe <sup>3+</sup> | 1,45   | 2,10    | 1,10 * | -0,85 | —   | —     | 0   |
| Ga <sup>3+</sup> | -0,6   | -2,3    | -4,5 * | -6,8  | —   | —     | 0   |
| Hg <sup>2+</sup> | 6,74   | 13,22 * | 14,07  | 15,07 | —   | —     | 0,5 |
| In <sup>3+</sup> | 1,0    | 1,5     | 1,55 * | 1,35  | —   | —     | 0   |
| Ir <sup>3+</sup> | ?      | ?       | ?      | ?     | ?   | 14,00 | 0   |

\* Нейтральные молекулы в растворе

| Центральный ион                | $pK_1$ | $pK_{1,2}$ | $pK_{1,2,3}$ | $pK_{1,2,3,4}$ | $pK_{1,2,3,4,5}$ | $pK_{1,2,3,4,5,6}$ | Ионная сила |
|--------------------------------|--------|------------|--------------|----------------|------------------|--------------------|-------------|
| La <sup>3+</sup>               | -0.15  | —          | —            | —              | —                | —                  | 1           |
| Mn <sup>3+</sup>               | 0.95   | —          | —            | —              | —                | —                  | 2           |
| MoO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> | -0.3   | -0.8 *     | -2.69        | —              | —                | —                  | 0           |
| Pb <sup>2+</sup>               | 1.60   | 1.78 *     | 1.7          | 1.4            | —                | —                  | 0           |
| Pd <sup>2+</sup>               | 6.1    | 10.5       | 12.9         | 15.5           | 13.4             | 11.3               | 0           |
| Pt <sup>2+</sup>               | ?      | ?          | 14.00        | 16.00          | —                | —                  | 0           |
| Pu <sup>3+</sup>               | 1.17   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Pu <sup>4+</sup>               | -0.25  | —          | —            | —              | —                | —                  | 1           |
| PuO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> | 0.10   | -0.35 *    | —            | —              | —                | —                  | 2           |
| Sn <sup>2+</sup>               | 1.51   | 2.24 *     | 2.03         | 1.48           | —                | —                  | 0           |
| SnOH <sup>+</sup>              | 1.04 * | —          | —            | —              | —                | —                  | 3           |
| Th <sup>4+</sup>               | 1.38   | 0.38       | 0.23         | -0.51 *        | —                | —                  | 0           |
| Tl <sup>+</sup>                | 0.52 * | 0.09       | -0.8         | —              | —                | —                  | 0           |
| Tl <sup>3+</sup>               | 8.14   | 13.60      | 15.78 *      | 18.00          | 17.47            | —                  | 0           |
| U <sup>4+</sup>                | 0.85   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>  | -0.1   | -0.92 *    | -2.62        | —              | —                | —                  | 0           |
| VO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>  | 0.04   | —          | —            | —              | —                | —                  | 0           |
| Zn <sup>2+</sup>               | -0.5   | -1.0 *     | 0.0          | -1.0           | —                | —                  | 0           |
| Zr <sup>4+</sup>               | 0.9    | 1.3        | 1.5          | 1.2 *          | —                | —                  | 6.5         |

Цианатные комплексы (CNO<sup>-</sup>)

|                 |   |      |   |   |   |   |   |
|-----------------|---|------|---|---|---|---|---|
| Ag <sup>+</sup> | ? | 5.00 | — | — | — | — | 0 |
|-----------------|---|------|---|---|---|---|---|

Цианидные комплексы (CN<sup>-</sup>)

|                  |      |         |       |       |      |       |   |
|------------------|------|---------|-------|-------|------|-------|---|
| Ag <sup>+</sup>  | ?    | 19.85   | 20.55 | 19.42 | —    | —     | 0 |
| Au <sup>+</sup>  | ?    | 38.3    | —     | —     | —    | —     | 0 |
| Au <sup>3+</sup> | ?    | ?       | ?     | 56    | —    | —     | 0 |
| Cd <sup>2+</sup> | 5.18 | 9.60 *  | 13.92 | 17.11 | —    | —     | ? |
| Co <sup>2+</sup> | ?    | —       | ?     | ?     | ?    | 19.09 | 5 |
| Co <sup>3+</sup> | ?    | —       | ?     | ?     | ?    | 64    | ? |
| Cu <sup>+</sup>  | ?    | 24.0    | 28.6  | 30.3  | —    | —     | 0 |
| Fe <sup>2+</sup> | ?    | ?       | ?     | ?     | 15.7 | 24    | 0 |
| Fe <sup>3+</sup> | ?    | ?       | ?     | ?     | ?    | 31    | 0 |
| Hg <sup>2+</sup> | 18.0 | 34.70 * | 38.53 | 41.51 | —    | —     | 0 |
| Ni <sup>2+</sup> | ?    | ?       | ?     | 31.0  | 30.3 | —     | 0 |
| Tl <sup>3+</sup> | ?    | ?       | ?     | 35    | —    | —     | 0 |
| Zn <sup>2+</sup> | ?    | ?       | 17    | 19    | —    | —     | ? |

\* Нейтральные молекулы в растворе.

| Централь-<br>ный ион | рК <sub>1</sub> | рК <sub>1, 2</sub> | рК <sub>1, 2, 3</sub> | рК <sub>1, 2, 3, 4</sub> | рК <sub>1, 2, 3, 4, 5</sub> | рК <sub>1, 2, 3, 4, 5, 6</sub> | Ионная сила |
|----------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------|
|----------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------|

## Б. Комплексы с органическими аддендами

Ацетатные комплексы (CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>)

|                               |        |        |        |      |   |   |     |
|-------------------------------|--------|--------|--------|------|---|---|-----|
| Ag <sup>+</sup>               | 0,73 * | 0,64   | —      | —    | — | — | 0   |
| Ba <sup>2+</sup>              | 0,41   | —      | —      | —    | — | — | 0   |
| Ca <sup>2+</sup>              | 0,77   | —      | —      | —    | — | — | 0   |
| Cd <sup>2+</sup>              | 1,30   | 2,28 * | 2,42   | 2,00 | — | — | 3   |
| Ce <sup>3+</sup>              | 1,68   | 2,65   | 3,23 * | —    | — | — | 1   |
| Cu <sup>2+</sup>              | 2,24   | 3,30 * | —      | —    | — | — | 0   |
| In <sup>3+</sup>              | 3,50   | 5,95   | 7,90 * | 9,08 | — | — | 2   |
| Mg <sup>2+</sup>              | 0,82   | —      | —      | —    | — | — | 0   |
| Mn <sup>2+</sup>              | 1,2    | —      | —      | —    | — | — | 0   |
| Ni <sup>2+</sup>              | 0,67   | 1,25 * | —      | —    | — | — | 1   |
| Pb <sup>2+</sup>              | 2,52   | 4,0 *  | 6,4    | 8,5  | — | — | 0   |
| Sr <sup>2+</sup>              | 0,44   | —      | —      | —    | — | — | 0   |
| Tl <sup>+</sup>               | -0,11  | —      | —      | —    | — | — | 0   |
| Tl <sup>3+</sup>              | ?      | ?      | ?      | 15,4 | — | — | 0,2 |
| UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> | 2,38   | 4,36 * | 6,34   | —    | — | — | 1   |
| Zn <sup>2+</sup>              | 1,57   | —      | —      | —    | — | — | 0   |

Оксалатные комплексы (COO)<sub>2</sub><sup>2-</sup>

|                  |        |       |       |   |   |   |     |
|------------------|--------|-------|-------|---|---|---|-----|
| Al <sup>3+</sup> | ?      | 13    | 16,3  | — | — | — | 0   |
| Ba <sup>2+</sup> | 2,3 *  | —     | —     | — | — | — | 0   |
| Be <sup>2+</sup> | ~4 *   | ~6,5  | —     | — | — | — | ?   |
| Ca <sup>2+</sup> | ~3 *   | —     | —     | — | — | — | 0   |
| Cd <sup>2+</sup> | 4,00 * | 5,77  | —     | — | — | — | 0   |
| Ce <sup>3+</sup> | 6,52   | 10,48 | 11,30 | — | — | — | 0   |
| Co <sup>2+</sup> | 4,7 *  | 6,7   | 9,7   | — | — | — | 0   |
| Cu <sup>2+</sup> | 6,7 *  | 10,3  | —     | — | — | — | 0,3 |
| Fe <sup>2+</sup> | ?      | 4,52  | 5,22  | — | — | — | 0,5 |
| Fe <sup>3+</sup> | 9,4    | 16,2  | 20,2  | — | — | — | 0   |
| Mg <sup>2+</sup> | 2,55 * | 4,38  | —     | — | — | — | 0   |
| Mn <sup>2+</sup> | 3,82 * | 5,25  | —     | — | — | — | 0   |
| Mn <sup>3+</sup> | 9,98   | 16,57 | 19,42 | — | — | — | 0   |
| Nd <sup>3+</sup> | 7,21   | 11,51 | >13,5 | — | — | — | 0   |
| Ni <sup>2+</sup> | >5,3 * | 6,51  | ~14   | — | — | — | 0   |
| Pb <sup>2+</sup> | ?      | 6,54  | —     | — | — | — | 0   |
| Sr <sup>2+</sup> | 2,54 * | —     | —     | — | — | — | 0   |
| Tl <sup>+</sup>  | 2,03   | —     | —     | — | — | — | 0   |
| Yb <sup>3+</sup> | 7,30   | 11,89 | >12,9 | — | — | — | 0   |
| Zn <sup>2+</sup> | 5,00 * | 7,36  | 8,15  | — | — | — | 0   |

\* Нейтральные молекулы в растворе.

| Центральный ион | pK <sub>1</sub> | pK <sub>1, 2</sub> | pK <sub>1, 2, 3</sub> | pK <sub>1, 2, 3, 4</sub> | pK <sub>1, 2, 3, 4, 5</sub> | pK <sub>1, 2, 3, 4, 5, 6</sub> | Ионная сила |
|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------|
|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------|

Комплексы с 8-оксихинолином (C<sub>9</sub>H<sub>6</sub>NO)<sup>-</sup>

|                               |       |         |        |         |   |   |      |
|-------------------------------|-------|---------|--------|---------|---|---|------|
| Ba <sup>2+</sup>              | 2,07  | —       | —      | —       | — | — | 0    |
| Ca <sup>2+</sup>              | 3,27  | —       | —      | —       | — | — | 0    |
| Cd <sup>2+</sup>              | 7,2   | 13,4 *  | —      | —       | — | — | 0,01 |
| Co <sup>2+</sup>              | 9,1   | 17,2 *  | —      | —       | — | — | 0,01 |
| Cu <sup>2+</sup>              | 12,2  | 23,4 *  | —      | —       | — | — | 0,01 |
| Fe <sup>2+</sup>              | 8,0   | 15,0 *  | —      | —       | — | — | 0,01 |
| Fe <sup>3+</sup>              | 12,3  | 23,6    | 33,9 * | —       | — | — | 0,01 |
| Mg <sup>2+</sup>              | 4,74  | —       | —      | —       | — | — | 0    |
| Mn <sup>2+</sup>              | 6,8   | 12,6 *  | —      | —       | — | — | 0,01 |
| Ni <sup>2+</sup>              | 9,9   | 18,7 *  | —      | —       | — | — | 0,01 |
| Pb <sup>2+</sup>              | 9,02  | —       | —      | —       | — | — | 0    |
| Sr <sup>2+</sup>              | 2,56  | —       | —      | —       | — | — | 0    |
| Th <sup>4+</sup>              | 10,45 | 20,40   | 29,85  | 38,80 * | — | — | 0    |
| UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> | 11,25 | 20,89 * | —      | —       | — | — | 0,3  |
| Zn <sup>2+</sup>              | 8,50  | 16,72 * | —      | —       | — | — | 0    |

Комплексы с пиридином (C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>N)

|                  |      |      |      |      |   |   |     |
|------------------|------|------|------|------|---|---|-----|
| Ag <sup>+</sup>  | 1,97 | 4,35 | —    | —    | — | — | 0   |
| Cd <sup>2+</sup> | 1,27 | 2,14 | ?    | 2,50 | — | — | 1   |
| Co <sup>2+</sup> | 1,14 | 1,54 | —    | —    | — | — | 1   |
| Cu <sup>+</sup>  | ?    | 3,3  | —    | —    | — | — | ?   |
| Cu <sup>2+</sup> | 2,52 | 4,38 | 5,69 | 6,54 | — | — | 0,5 |
| Fe <sup>2+</sup> | 0,71 | ?    | ?    | 6,7  | — | — | 0,5 |
| Hg <sup>2+</sup> | 5,1  | 10,0 | 10,4 | —    | — | — | 1   |
| Ni <sup>2+</sup> | 1,78 | 2,82 | 3,13 | —    | — | — | 1   |
| Zn <sup>2+</sup> | 1,41 | 1,11 | 1,61 | 1,93 | — | — | 0,1 |

Салицилатные комплексы [C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(COO)O]<sup>2-</sup>

|                               |         |       |       |   |   |   |      |
|-------------------------------|---------|-------|-------|---|---|---|------|
| Al <sup>3+</sup>              | 14,11   | —     | —     | — | — | — | ?    |
| Ca <sup>2+</sup>              | 0,36 ** | —     | —     | — | — | — | 0,16 |
| Cu <sup>2+</sup>              | 10,6 *  | 18,45 | —     | — | — | — | 0,1  |
| Fe <sup>3+</sup>              | 15,82   | 27,49 | 35,31 | — | — | — | 3    |
| UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> | 4,91 *  | —     | —     | — | — | — | ?    |

\* Нейтральные молекулы в растворе.

\*\* CaHSal<sup>+</sup> ⇌ Ca<sup>2+</sup> + HSal<sup>-</sup>.

| Центральный ион | pK <sub>1</sub> | pK <sub>1, 2</sub> | pK <sub>1, 2, 3</sub> | pK <sub>1, 2, 3, 4</sub> | pK <sub>1, 2, 3, 4, 5</sub> | pK <sub>1, 2, 3, 4, 5, 6</sub> | Ионная сила |
|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------|
|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------|

Сульфосалицилатные комплексы  $[C_6H_3(COO)(SO_3)]^{3-}$ 

|                  |         |       |       |   |   |   |      |
|------------------|---------|-------|-------|---|---|---|------|
| Cu <sup>2+</sup> | 9,52    | 16,45 | —     | — | — | — | 0,1  |
| Fe <sup>3+</sup> | 14,64 * | 25,48 | 32,12 | — | — | — | 0,25 |

Тартратные комплексы  $[(C_2H_3O_2)_2(COO)]_2^{2-}$ 

|                  |        |      |      |      |   |   |      |
|------------------|--------|------|------|------|---|---|------|
| Ba <sup>2+</sup> | 2,54 * | —    | —    | —    | — | — | 0    |
| Ca <sup>2+</sup> | 2,98 * | 9,01 | —    | —    | — | — | 0    |
| Cu <sup>2+</sup> | 3,00 * | 5,11 | 5,76 | 6,20 | — | — | 1    |
| Fe <sup>3+</sup> | 7,49   | —    | —    | —    | — | — | ?    |
| Mg <sup>2+</sup> | 1,36 * | —    | —    | —    | — | — | 0,2  |
| Pb <sup>2+</sup> | 3,78   | —    | —    | —    | — | — | ?    |
| Sr <sup>2+</sup> | 1,59 * | —    | —    | —    | — | — | 0,16 |
| Zn <sup>2+</sup> | 2,68 * | —    | —    | —    | — | — | 0,2  |

Комплексы с фенантролином (C<sub>12</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>)

|                  |      |       |       |   |   |   |     |
|------------------|------|-------|-------|---|---|---|-----|
| Ca <sup>2+</sup> | 0,5  | —     | —     | — | — | — | 0,5 |
| Cd <sup>2+</sup> | 6,4  | 11,6  | 15,8  | — | — | — | 0,1 |
| Cu <sup>2+</sup> | 6,30 | 12,45 | 17,95 | — | — | — | 0,4 |
| Fe <sup>2+</sup> | 5,89 | ?     | 21,3  | — | — | — | 0   |
| Fe <sup>3+</sup> | ?    | ?     | 14,10 | — | — | — | 0,1 |
| Zn <sup>2+</sup> | 6,43 | 12,15 | 17,0  | — | — | — | 0,1 |

Цитратные комплексы  $[(CH_2)_2C(OH)(COO)_3]^{3-}$ 

|                  |        |   |   |   |   |   |      |
|------------------|--------|---|---|---|---|---|------|
| Ba <sup>2+</sup> | 2,84   | — | — | — | — | — | 0,08 |
| Be <sup>2+</sup> | 4,52   | — | — | — | — | — | 0,15 |
| Ca <sup>2+</sup> | 4,85   | — | — | — | — | — | 0    |
| Cu <sup>2+</sup> | 14,21  | — | — | — | — | — | 0    |
| Fe <sup>2+</sup> | 3,08   | — | — | — | — | — | 1    |
| Fe <sup>3+</sup> | 11,7 * | — | — | — | — | — | 0,1  |
| Pb <sup>2+</sup> | 6,50   | — | — | — | — | — | 0    |
| Sr <sup>2+</sup> | 2,90   | — | — | — | — | — | 0,15 |

\* Нейтральные молекулы в растворе.

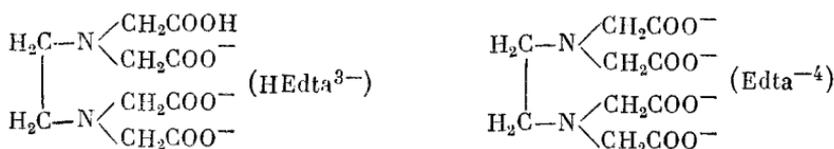
\*

| Централь-<br>ный ион | $pK_1$ | $pK_{1,2}$ | $pK_{1,2,3}$ | $pK_{1,2,3,4}$ | $pK_{1,2,3,4,5}$ | $pK_{1,2,3,4,5,6}$ | Ионная сила |
|----------------------|--------|------------|--------------|----------------|------------------|--------------------|-------------|
|----------------------|--------|------------|--------------|----------------|------------------|--------------------|-------------|

Цитратные комплексы  $[(CH_2)_2C(OH)(COOH)(COO)_2]^{2-}$ 

|                  |        |   |   |   |   |   |      |
|------------------|--------|---|---|---|---|---|------|
| Be <sup>2+</sup> | 2,22 * | — | — | — | — | — | 0,15 |
| Ca <sup>2+</sup> | 3,29 * | — | — | — | — | — | 0    |
| Fe <sup>2+</sup> | 2,42 * | — | — | — | — | — | 0    |
| Fe <sup>3+</sup> | 6,3    | — | — | — | — | — | 1    |
| Pb <sup>2+</sup> | 5,72 * | — | — | — | — | — | 0    |

## Этилендиаминтетраацетатные комплексы



(Ионная сила равна 0,1)

| Централь-<br>ный ион | $pK_1HEdta^{3-}$ | $pK_1Edta^{4-}$ | Централь-<br>ный ион | $pK_1HEdta^{3-}$ | $pK_1Edta^{4-}$ |
|----------------------|------------------|-----------------|----------------------|------------------|-----------------|
| Ag <sup>+</sup>      | 3,07             | 7,32            | Mg <sup>2+</sup>     | 2,28             | 8,69            |
| Al <sup>3+</sup>     | 8,4 *            | 16,13           | Mn <sup>2+</sup>     | 6,9              | 14,04           |
| Ba <sup>2+</sup>     | 2,07             | 7,78            | Na <sup>+</sup>      | —                | 1,66            |
| Ca <sup>2+</sup>     | 3,51             | 10,57           | Ni <sup>2+</sup>     | 11,56            | 18,62           |
| Cd <sup>3+</sup>     | 9,10             | 16,59           | Pb <sup>2+</sup>     | 10,61            | 18,04           |
| Ce <sup>3+</sup>     | ?                | 16,01           | Pd <sup>3+</sup>     | ?                | 18,5            |
| Co <sup>2+</sup>     | 9,15             | 16,21           | Sc <sup>3+</sup>     | ?                | 23,1            |
| Co <sup>3+</sup>     | ?                | 36              | Sr <sup>2+</sup>     | 2,30             | 8,63            |
| Cu <sup>2+</sup>     | 11,54            | 18,80           | Th <sup>4+</sup>     | ?                | 23,2 *          |
| Fe <sup>2+</sup>     | 6,86             | 14,33           | Ti <sup>3+</sup>     | ?                | 21,3            |
| Fe <sup>3+</sup>     | 16,2 *           | 25,10           | TiO <sup>2+</sup>    | ?                | 17,3            |
| Ga <sup>3+</sup>     | 11,39            | 20,27           | V <sup>2+</sup>      | ?                | 12,70           |
| Hg <sup>2+</sup>     | 14,6             | 21,80           | V <sup>3+</sup>      | ?                | 25,9            |
| In <sup>3+</sup>     | ?                | 24,95           | VO <sup>2+</sup>     | ?                | 18,77           |
| La <sup>3+</sup>     | ?                | 15,19           | Zn <sup>2+</sup>     | ?                | 16,50           |

\* Нейтральные молекулы в растворе.

Подвижность некоторых ионов при 25 °С и бесконечном разбавлении

Эквивалентная электропроводность ( $\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^2$ ) электролита  $\lambda_{\text{BA}}$  равна сумме подвижностей обоих ионов:  $\lambda_{\text{BA}} = \lambda_{\text{B}^+} + \lambda_{\text{A}^-}$

| Катионы                      | $\lambda_{\text{B}^+}$ | Анионы                                    | $\lambda_{\text{A}^-}$ |
|------------------------------|------------------------|---|------------------------|
| $\text{H}^+$                 | 362                    | $\text{OH}^-$                             | 205                    |
| $\text{K}^+$                 | 76                     | $\frac{1}{4} \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ | 114                    |
| $\text{NH}_4^+$              | 76                     | $\frac{1}{3} \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ | 104                    |
| $\text{Tl}^+$                | 75                     | $\frac{1}{2} \text{SO}_4^{2-}$            | 83                     |
| $\frac{1}{2} \text{Pb}^{2+}$ | 73                     | $\frac{1}{2} \text{CrO}_4^{2-}$           | 82                     |
| $\frac{1}{3} \text{Fe}^{3+}$ | 68                     | $\text{Br}^-$                             | 81                     |
| $\frac{1}{2} \text{Ba}^{2+}$ | 66                     | $\frac{1}{3} \text{PO}_4^{3-}$            | 80                     |
| $\text{Ag}^+$                | 64                     | $\text{J}^-$                              | 80                     |
| $\frac{1}{2} \text{Ca}^{2+}$ | 62                     | $\text{Cl}^-$                             | 79                     |
| $\frac{1}{2} \text{Sr}^{2+}$ | 62                     | $\text{NO}_3^-$                           | 74                     |
| $\frac{1}{2} \text{Cu}^{2+}$ | 57                     | $\frac{1}{2} \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$   | 74                     |
| $\frac{1}{2} \text{Zn}^{2+}$ | 56                     | $\text{ClO}_4^-$                          | 71                     |
| $\frac{1}{2} \text{Mg}^{2+}$ | 55                     | $\frac{1}{2} \text{CO}_3^{2-}$            | 70                     |
| $\frac{1}{2} \text{Fe}^{2+}$ | 54                     | $\text{HCO}_3^-$                          | 46                     |
| $\frac{1}{2} \text{Ni}^{2+}$ | 52                     | $\text{CH}_3\text{CO}_2^-$                | 42                     |
| $\text{Na}^+$                | 52                     | $\text{JO}_3^-$                           | 41                     |
| $\text{Li}^+$                | 39                     |   |                        |

Нормальные окислительные потенциалы ( $E_0$ ) по отношению  
к потенциалу нормального водородного электрода \*  
при 25 °C

(↓ — насыщенный раствор в присутствии твердого или жидкого  
вещества; ↑ — раствор, насыщенный газом при давлении 1 атм)

| Символ<br>эле-<br>мента | Высшая степень<br>окисления | +ne | Низшая степень<br>окисления      | $E_0$ , в |
|-------------------------|-----------------------------|-----|----------------------------------|-----------|
| Ag                      | $Ag^{2+}$                   | +e  | $Ag^+$                           | +2,00     |
|                         | $Ag^+$                      | +e  | $Ag \downarrow$                  | +0,7994   |
|                         | $AgBr \downarrow$           | +e  | $Ag \downarrow + Br^-$           | +0,071    |
|                         | $AgBrO_3 \downarrow$        | +e  | $Ag \downarrow + BrO_3^-$        | +0,55     |
|                         | $AgC_2H_3O_2 \downarrow$    | +e  | $Ag \downarrow + C_2H_3O_2^-$    | +0,64     |
|                         | $AgCN \downarrow$           | +e  | $Ag \downarrow + CN^-$           | -0,04     |
|                         | $Ag(CN)_2^-$                | +e  | $Ag \downarrow + 2CN^-$          | -0,29     |
|                         | $Ag(CN)_3^{2-}$             | +e  | $Ag \downarrow + 3CN^-$          | -0,51     |
|                         | $AgCNO \downarrow$          | +e  | $Ag \downarrow + CNO^-$          | +0,41     |
|                         | $AgCNS \downarrow$          | +e  | $Ag \downarrow + CNS^-$          | +0,09     |
|                         | $Ag_2CO_3 \downarrow$       | +2e | $2Ag \downarrow + CO_3^{2-}$     | +0,46     |
|                         | $Ag_2C_2O_4 \downarrow$     | +2e | $2Ag \downarrow + C_2O_4^{2-}$   | +0,472    |
|                         | $AgCl \downarrow$           | +e  | $Ag \downarrow + Cl^-$           | +0,224    |
|                         | $Ag_2CrO_4 \downarrow$      | +2e | $2Ag \downarrow + CrO_4^{2-}$    | +0,447    |
|                         | $Ag_4Fe(CN)_6 \downarrow$   | +4e | $4Ag \downarrow + Fe(CN)_6^{4-}$ | +0,194    |
|                         | $AgJ \downarrow$            | +e  | $Ag \downarrow + J^-$            | -0,152    |
|                         | $AgJO_3 \downarrow$         | +e  | $Ag \downarrow + JO_3^-$         | +0,35     |
|                         | $Ag_2MoO_4 \downarrow$      | +2e | $2Ag \downarrow + MoO_4^{2-}$    | +0,49     |
|                         | $Ag(NH_3)_2^+$              | +e  | $Ag \downarrow + 2NH_3$          | +0,373    |
|                         | $AgNO_2 \downarrow$         | +e  | $Ag \downarrow + NO_2^-$         | +0,59     |
|                         | $AgN_3 \downarrow$          | +e  | $Ag \downarrow + N_3^-$          | +0,293    |
|                         | $2AgO \downarrow + H_2O$    | +2e | $Ag_2O \downarrow + 2OH^-$       | +0,60     |
|                         | $AgO^+ + 2H^+$              | +e  | $Ag^{2+} + H_2O$                 | ~+2,1     |
|                         | $Ag_2O \downarrow + H_2O$   | +2e | $2Ag \downarrow + 2OH^-$         | +0,344    |
|                         | $Ag_2O_3 \downarrow + H_2O$ | +2e | $2AgO \downarrow + 2OH^-$        | +0,74     |
|                         | $Ag_2S \downarrow$          | +2e | $2Ag \downarrow + S^{2-}$        | -0,71     |
|                         | $Ag(SO_3)_2^{3-}$           | +e  | $Ag \downarrow + 2SO_3^{2-}$     | +0,43     |
|                         | $Ag(S_2O_3)_2^{3-}$         | +e  | $Ag \downarrow + 2S_2O_3^{2-}$   | +0,01     |
|                         | $Ag_2SO_4 \downarrow$       | +2e | $2Ag \downarrow + SO_4^{2-}$     | +0,653    |
|                         | $Ag_2WO_4 \downarrow$       | +2e | $2Ag \downarrow + WO_4^{2-}$     | +0,53     |

\* О пользовании таблицей см. стр. 379.

| Символ<br>эле-<br>мента | Высшая степень<br>окисления | $+ne$                   | Низшая степень<br>окисления | $E_0, e$ |
|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------|
| Al                      | $Al^{3+}$                   | $+3e$                   | $Al \downarrow$             | -1,66    |
|                         | $AlO_2^- + 2H_2O$           | $+3e$                   | $Al \downarrow + 4OH^-$     | -2,35    |
|                         | $Al(OH)_3 \downarrow$       | $+3e$                   | $Al \downarrow + 3OH^-$     | -2,31    |
|                         | $AlF_6^{3-}$                | $+3e$                   | $Al \downarrow + 6F^-$      | -2,07    |
| As                      | $As \downarrow + 3H^+$      | $+3e$                   | $AsH_3 \uparrow$            | -0,60    |
|                         | $As \downarrow + 3H_2O$     | $+3e$                   | $AsH_3 \uparrow + 3OH^-$    | -1,37    |
|                         | $HAsO_2 + 3H^+$             | $+3e$                   | $As \downarrow + 2H_2O$     | +0,247   |
|                         | $H_3AsO_4 + 2H^+$           | $+2e$                   | $HAsO_2 + 2H_2O$            | +0,56    |
|                         | $AsO_2^- + 2H_2O$           | $+3e$                   | $As \downarrow + 4OH^-$     | -0,68    |
|                         | $AsO_4^{3-} + 2H_2O$        | $+2e$                   | $AsO_2^- + 4OH^-$           | -0,71    |
| Au                      | $Au^{3+}$                   | $+2e$                   | $Au^+$                      | +1,41    |
|                         | $Au^{3+}$                   | $+3e$                   | $Au \downarrow$             | +1,50    |
|                         | $Au^+$                      | $+e$                    | $Au \downarrow$             | +1,68    |
|                         | $AuBr_2^-$                  | $+e$                    | $Au \downarrow + 2Br^-$     | +0,96    |
|                         | $AuBr_4^-$                  | $+2e$                   | $AuBr_2^- + 2Br^-$          | +0,82    |
|                         | $AuBr_4^-$                  | $+3e$                   | $Au \downarrow + 4Br^-$     | +0,87    |
|                         | $Au(CN)_2^-$                | $+e$                    | $Au \downarrow + 2CN^-$     | -0,61    |
|                         | $Au(CNS)_2^-$               | $+e$                    | $Au \downarrow + 2CNS^-$    | +0,69    |
|                         | $Au(CNS)_4^-$               | $+2e$                   | $Au(CNS)_2^- + 2CNS^-$      | +0,64    |
|                         | $Au(CNS)_4^-$               | $+3e$                   | $Au \downarrow + 4CNS^-$    | +0,66    |
|                         | $AuCl_2^-$                  | $+e$                    | $Au \downarrow + 2Cl^-$     | +1,11    |
|                         | $AuCl_4^-$                  | $+2e$                   | $AuCl_2^- + 2Cl^-$          | +0,93    |
| $AuCl_4^-$              | $+3e$                       | $Au \downarrow + 4Cl^-$ | +0,99                       |          |
| $H_2AuO_3^- + H_2O$     | $+3e$                       | $Au \downarrow + 4OH^-$ | +0,7                        |          |
| B                       | $H_3BO_3 + 3H^+$            | $+3e$                   | $B \downarrow + 3H_2O$      | -0,87    |
|                         | $H_2BO_3^- + H_2O$          | $+3e$                   | $B \downarrow + 4OH^-$      | -1,79    |
|                         | $BF_4^-$                    | $+3e$                   | $B \downarrow + 4F^-$       | -1,04    |
| Ba                      | $Ba^{2+}$                   | $+2e$                   | $Ba \downarrow$             | -2,90    |
| Be                      | $Be^{2+}$                   | $+2e$                   | $Be \downarrow$             | -1,85    |
|                         | $Be_2O_3^{2-} + 3H_2O$      | $+4e$                   | $2Be \downarrow + 6OH^-$    | -2,62    |

| Символ элемента                       | Высшая степень окисления                                  | + <i>i.e</i>                     | Нижняя степень окисления                                      | <i>E<sub>0</sub></i> , в |
|---------------------------------------|---|----------------------------------|---|--------------------------|
| Bi                                    | $\text{BiO}^+ + 2\text{H}^+$                              | +3e                              | $\text{Bi} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$                   | +0,32                    |
|                                       | $\text{Bi} \downarrow + 3\text{H}^+$                      | +3e                              | $\text{BiH}_3 \uparrow$                                       | < -0,8                   |
|                                       | $\text{NaBiO}_3 \downarrow + 4\text{H}^+$                 | +2e                              | $\text{BiO}^+ + \text{Na}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$            | > +1,8                   |
|                                       | $\text{BiCl}_4^-$   | +3e                              | $\text{Bi} \downarrow + 4\text{Cl}^-$                         | +0,16                    |
|                                       | $\text{Bi}_2\text{O}_4 \downarrow + 4\text{H}^+$          | +2e                              | $2\text{BiO}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$                         | +1,59                    |
|                                       | $\text{Bi}_2\text{O}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$   | +2e                              | $\text{Bi}_2\text{O}_3 \downarrow + 2\text{OH}^-$             | +0,56                    |
|                                       | $\text{Bi}_2\text{O}_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$  | +6e                              | $2\text{Bi} \downarrow + 6\text{OH}^-$                        | -0,46                    |
|                                       | $\text{BiOCl} \downarrow + 2\text{H}^+$                   | +3e                              | $\text{Bi} \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^-$     | +0,16                    |
| Br                                    | $\text{Br}_2$   | +2e                              | $2\text{Br}^-$  | +1,087                   |
|                                       | $\text{Br}_3^-$   | +2e                              | $3\text{Br}^-$  | +1,05                    |
|                                       | $2\text{HBrO} + 2\text{H}^+$                              | +2e                              | $\text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$                           | +1,6                     |
|                                       | $2\text{BrO}^- + 2\text{H}_2\text{O}$                     | +2e                              | $\text{Br}_2 + 4\text{OH}^-$                                  | +0,45                    |
|                                       | $\text{HBrO} + \text{H}^+$                                | +2e                              | $\text{Br}^- + \text{H}_2\text{O}$                            | +1,34                    |
|                                       | $\text{BrO}^- + \text{H}_2\text{O}$                       | +2e                              | $\text{Br}^- + 2\text{OH}^-$                                  | +0,76                    |
|                                       | $\text{BrO}_3^- + 5\text{H}^+$                            | +4e                              | $\text{HBrO} + 2\text{H}_2\text{O}$                           | +1,45                    |
|                                       | $\text{BrO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O}$                    | +4e                              | $\text{BrO}^- + 4\text{OH}^-$                                 | +0,54                    |
|                                       | $2\text{BrO}_3^- + 12\text{H}^+$                          | +10e                             | $\text{Br}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$                           | +1,52                    |
|                                       | $2\text{BrO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O}$                   | +10e                             | $\text{Br}_2 + 12\text{OH}^-$                                 | +0,50                    |
|                                       | $\text{BrO}_3^- + 6\text{H}^+$                            | +6e                              | $\text{Br}^- + 3\text{H}_2\text{O}$                           | +1,45                    |
|                                       | $\text{BrO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$                    | +6e                              | $\text{Br}^- + 6\text{OH}^-$                                  | +0,61                    |
| C                                     | $\text{CH}_3\text{OH} + 2\text{H}^+$                      | +2e                              | $\text{CH}_4 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$                   | +0,59                    |
|                                       | $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{H}^+$             | +2e                              | $\text{C}_2\text{H}_6 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$          | +0,46                    |
|                                       | $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2 + 2\text{H}^+$<br>(хинон) | +2e                              | $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$<br>(гидрохинон)           | +0,6994                  |
|                                       | $(\text{CN})_2 \uparrow + 2\text{H}^+$                    | +2e                              | $2\text{HCN}$   | +0,37                    |
|                                       | $(\text{CNS})_2 \uparrow$                                 | +2e                              | $2\text{CNS}^-$   | +0,77                    |
|                                       | $2\text{HCNO} + 2\text{H}^+$                              | +2e                              | $2\text{H}_2\text{O} + (\text{CN})_2 \uparrow$                | +0,33                    |
|                                       | $\text{CNO}^- + \text{H}_2\text{O}$                       | +2e                              | $\text{CN}^- + 2\text{OH}^-$                                  | -0,97                    |
|                                       | $\text{HCHO} + 2\text{H}^+$                               | +2e                              | $\text{CH}_3\text{OH}$  | +0,19                    |
|                                       | $\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}^+$                     | +2e                              | $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$                               | +0,19                    |
|                                       | $\text{HCOOH} + 2\text{H}^+$                              | +2e                              | $\text{HCHO}$   | -0,01                    |
|                                       | $\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{H}^+$                    | +2e                              | $\text{CH}_3\text{CHO}$                                       | -0,12                    |
|                                       | $\text{HCOO}^- + 2\text{H}_2\text{O}$                     | +2e                              | $\text{HCHO} + 3\text{OH}^-$                                  | -1,07                    |
|                                       | $\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}^+$                      | +2e                              | $\text{CO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$                     | -0,12                    |
|                                       | $\text{CO}_2 \uparrow + \text{N}_2 + 6\text{H}^+$         | +6e                              | $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$<br>(мочевина) | +0,1                     |
|                                       | $\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}^+$                      | +2e                              | $\text{HCOOH}$  | -0,20                    |
| $2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}^+$ | +2e   | $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ | -0,49   |                          |

| Символ элемента                               | Высшая степень окисления               | +ne                                   | Нижшая степень окисления                     | $E_0, e$ |
|---|--|---------------------------------------|--|----------|
| Ca  | $\text{Ca}^{2+}$                       | +2e                                   | $\text{Ca} \downarrow$                       | -2,87    |
|   | $\text{Ca}(\text{OH})_2 \downarrow$    | +2e                                   | $\text{Ca} \downarrow + 2\text{OH}^-$        | -3,03    |
| Cd  | $\text{Cd}^{2+}$                       | +2e                                   | $\text{Cd} \downarrow$                       | -0,402   |
|   | $\text{CdCO}_3 \downarrow$             | +2e                                   | $\text{Cd} \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$    | -0,74    |
|   | $\text{Cd}(\text{CN})_4^{2-}$          | +2e                                   | $\text{Cd} \downarrow + 4\text{CN}^-$        | -1,09    |
|   | $\text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+}$        | +2e                                   | $\text{Cd} \downarrow + 4\text{NH}_3$        | -0,61    |
|   | $\text{Cd}(\text{OH})_2 \downarrow$    | +2e                                   | $\text{Cd} \downarrow + 2\text{OH}^-$        | -0,81    |
|   | $\text{CdS} \downarrow$                | +2e                                   | $\text{Cd} \downarrow + \text{S}^{2-}$       | -1,17    |
| Ce  | $\text{Ce}^{3+}$                       | +3e                                   | $\text{Ce} \downarrow$                       | -2,33    |
|   | $\text{Ce}(\text{ClO}_4)_6^{2-}$       | +e                                    | $\text{Ce}^{3+} + 6\text{ClO}_4^-$           | +1,70    |
|   | $\text{Ce}(\text{NO}_3)_6^{2-}$        | +e                                    | $\text{Ce}^{3+} + 6\text{NO}_3^-$            | +1,60    |
|   | $\text{Ce}(\text{SO}_4)_3^{2-}$        | +e                                    | $\text{Ce}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}$         | +1,44    |
| Cl  | $\text{Cl}_2 \uparrow$                 | +2e                                   | $2\text{Cl}^-$                               | +1,359   |
|   | $2\text{HOCl} + 2\text{H}^+$           | +2e                                   | $\text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  | +1,63    |
|   | $2\text{ClO}^- + 2\text{H}_2\text{O}$  | +2e                                   | $\text{Cl}_2 \uparrow + 4\text{OH}^-$        | +0,40    |
|   | $\text{HClO} + \text{H}^+$             | +2e                                   | $\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$           | +1,50    |
|   | $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$    | +2e                                   | $\text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$                 | +0,88    |
|   | $\text{HClO}_2 + 2\text{H}^+$          | +2e                                   | $\text{HClO} + \text{H}_2\text{O}$           | +1,64    |
|   | $2\text{HClO}_2 + 6\text{H}^+$         | +6e                                   | $\text{Cl}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ | +1,63    |
|   | $\text{HClO}_2 + 3\text{H}^+$          | +4e                                   | $\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$          | +1,56    |
|   | $\text{ClO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$  | +2e                                   | $\text{ClO}^- + 2\text{OH}^-$                | +0,66    |
|   | $\text{ClO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ | +4e                                   | $\text{Cl}^- + 4\text{OH}^-$                 | +0,77    |
|   | $\text{ClO}_3^- + 3\text{H}^+$         | +2e                                   | $\text{HClO}_2 + \text{H}_2\text{O}$         | +1,21    |
|   | $\text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$  | +2e                                   | $\text{ClO}_2^- + 2\text{OH}^-$              | +0,33    |
|   | $\text{ClO}_3^- + 2\text{H}^+$         | +e                                    | $\text{ClO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ | +1,15    |
|   | $\text{ClO}_2 \uparrow + \text{H}^+$   | +e                                    | $\text{HClO}_2$                              | +1,27    |
|   | $\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+$         | +6e                                   | $\text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$          | +1,45    |
|   | $2\text{ClO}_3^- + 12\text{H}^+$       | +10e                                  | $\text{Cl}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ | +1,47    |
|   | $\text{ClO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$ | +6e                                   | $\text{Cl}^- + 6\text{OH}^-$                 | +0,63    |
|   | $\text{ClO}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$  | +5e                                   | $\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$          | +1,50    |
| $\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ | +5e                                    | $\text{Cl}^- + 4\text{OH}^-$          | +0,85  |          |
| $\text{ClO}_4^- + 2\text{H}^+$                | +2e                                    | $\text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ | +1,19  |          |

| Символ элемента | Высшая степень окисления                    | +ne  | Нижняя степень окисления                           | E <sub>0</sub> , в |
|-----------------|---|------|--|--------------------|
| Cl              | $\text{ClO}_4^- + \text{H}_2\text{O}$       | +2e  | $\text{ClO}_3^- + 2\text{OH}^-$                    | +0,36              |
|                 | $2\text{ClO}_4^- + 16\text{H}^+$            | +14e | $\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$       | +1,39              |
|                 | $\text{ClO}_4^- + 8\text{H}^+$              | +8e  | $\text{Cl}^- + 4\text{H}_2\text{O}$                | +1,38              |
|                 | $\text{ClO}_4^- + 4\text{H}_2\text{O}$      | +8e  | $\text{Cl}^- + 8\text{OH}^-$                       | +0,56              |
| Co              | $\text{Co}^{3+}$                            | +e   | $\text{Co}^{2+}$                                   | +1,84              |
|                 | $\text{Co}^{3+}$                            | +3e  | $\text{Co} \downarrow$                             | +0,33              |
|                 | $\text{Co}^{2+}$                            | +2e  | $\text{Co} \downarrow$                             | -0,28              |
|                 | $\text{CoCO}_3 \downarrow$                  | +2e  | $\text{Co} \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$          | -0,64              |
|                 | $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$             | +e   | $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+}$                    | +0,1               |
|                 | $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+}$             | +2e  | $\text{Co} \downarrow + 6\text{NH}_3$              | -0,42              |
|                 | $\text{Co}(\text{OH})_2 \downarrow$         | +2e  | $\text{Co} \downarrow + 2\text{OH}^-$              | -0,73              |
|                 | $\text{Co}(\text{OH})_3 \downarrow$         | +e   | $\text{Co}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{OH}^-$  | +0,17              |
|                 | $\text{CoS } \alpha \downarrow$             | +2e  | $\text{Co} \downarrow + \text{S}^{2-}$             | -0,88              |
|                 | $\text{CoS } \beta \downarrow$              | +2e  | $\text{Co} \downarrow + \text{S}^{2-}$             | -1,01              |
| Cr              | $\text{Cr}^{3+}$                            | +e   | $\text{Cr}^{2+}$                                   | -0,41              |
|                 | $\text{Cr}^{3+}$                            | +3e  | $\text{Cr} \downarrow$                             | -0,74              |
|                 | $\text{Cr}^{2+}$                            | +2e  | $\text{Cr} \downarrow$                             | -0,91              |
|                 | $\text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow$         | +3e  | $\text{Cr} \downarrow + 3\text{OH}^-$              | -1,3               |
|                 | $\text{Cr}(\text{OH})_2 \downarrow$         | +2e  | $\text{Cr} \downarrow + 2\text{OH}^-$              | -1,4               |
|                 | $\text{CrO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$      | +3e  | $\text{Cr} \downarrow + 4\text{OH}^-$              | -1,2               |
|                 | $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$ | +6e  | $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$            | +1,33              |
|                 | $\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$   | +3e  | $\text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + 5\text{OH}^-$ | -0,13              |
| Cs              | $\text{Cs}^+$                               | +e   | $\text{Cs} \downarrow$                             | -2,914             |
| Cu              | $\text{Cu}^{2+}$                            | +2e  | $\text{Cu} \downarrow$                             | +0,337             |
|                 | $\text{Cu}^+$                               | +e   | $\text{Cu} \downarrow$                             | +0,521             |
|                 | $\text{Cu}^{2+}$                            | +e   | $\text{Cu}^+$                                      | +0,153             |
|                 | $\text{Cu}^{2+} + \text{Br}^-$              | +e   | $\text{CuBr} \downarrow$                           | +0,64              |
|                 | $\text{Cu}^{2+} + \text{Cl}^-$              | +e   | $\text{CuCl} \downarrow$                           | +0,54              |
|                 | $\text{Cu}^{2+} + \text{J}^-$               | +e   | $\text{CuJ} \downarrow$                            | +0,86              |
|                 | $\text{CuBr} \downarrow$                    | +e   | $\text{Cu} \downarrow + \text{Br}^-$               | +0,033             |
|                 | $\text{Cu}(\text{CN})_2^-$                  | +e   | $\text{Cu} \downarrow + 2\text{CN}^-$              | -0,43              |
|                 | $\text{CuCNS} \downarrow$                   | +e   | $\text{Cu} \downarrow + \text{CNS}^-$              | -0,27              |
|                 | $\text{CuCl} \downarrow$                    | +e   | $\text{Cu} \downarrow + \text{Cl}^-$               | +0,137             |
|                 | $\text{CuJ} \downarrow$                     | +e   | $\text{Cu} \downarrow + \text{J}^-$                | -0,185             |
|                 | $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$             | +e   | $\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^+ + 2\text{NH}_3$        | -0,01              |

| Символ элемента         | Высшая степень окисления  | $+ne$                                  | Нижшая степень окисления  | $E_0, \text{ в}$ |
|-------------------------|---|--|---|------------------|
| Cu                      | $\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^+$  | $+e$                                   | $\text{Cu} \downarrow + 2\text{NH}_3$                                       | -0,12            |
|                         | $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$   | $+2e$                                  | $\text{Cu} \downarrow + 4\text{NH}_3$                                       | -0,07            |
|                         | $2\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$  | $+2e$                                  | $\text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}$        | -0,08            |
|                         | $\text{Cu}_2\text{O} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$                       | $+2e$                                  | $2\text{Cu} \downarrow + 2\text{OH}^-$                                      | -0,36            |
|                         | $\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$   | $+2e$                                  | $\text{Cu} \downarrow + 2\text{OH}^-$                                       | -0,22            |
|                         | $\text{CuS} \downarrow$   | $+2e$                                  | $\text{Cu} \downarrow + \text{S}^{2-}$                                      | -0,70            |
|                         | $\text{Cu}_2\text{S} \downarrow$  | $+2e$                                  | $2\text{Cu} \downarrow + \text{S}^{2-}$                                     | -0,88            |
| F                       | $\text{F}_2 \uparrow$   | $+2e$                                  | $2\text{F}^-$   | +2,87            |
| Fe                      | $\text{Fe}^{3+}$  | $+e$                                   | $\text{Fe}^{2+}$  | +0,771           |
|                         | $\text{Fe}^{3+}$  | $+3e$                                  | $\text{Fe} \downarrow$  | -0,036           |
|                         | $\text{Fe}^{2+}$  | $+2e$                                  | $\text{Fe} \downarrow$  | -0,440           |
|                         | $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$   | $+e$                                   | $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$   | +0,356           |
|                         | $\text{FeCO}_3 \downarrow$  | $+2e$                                  | $\text{Fe} \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$                                   | -0,756           |
|                         | $\text{Fe}(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)_3^{3+}$<br>(1,10-фенантролин) | $+e$                                   | $\text{Fe}(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)_3^{2+}$<br>(1,10-фенантролин) | +1,06            |
|                         | $\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$   | $+e$                                   | $\text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{OH}^-$                           | -0,56            |
|                         | $\text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$   | $+2e$                                  | $\text{Fe} \downarrow + 2\text{OH}^-$                                       | -0,877           |
|                         | $\text{FeO}_4^{2-} + 8\text{H}^+$   | $+3e$                                  | $\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$                                      | $>+1,9$          |
| $\text{FeS} \downarrow$ | $+2e$   | $\text{Fe} \downarrow + \text{S}^{2-}$ | -0,95   |                  |
| Ga                      | $\text{Ga}^{3+}$  | $+3e$                                  | $\text{Ga} \downarrow$  | -0,56            |
|                         | $\text{H}_2\text{GaO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$                             | $+3e$                                  | $\text{Ga} \downarrow + 4\text{OH}^-$                                       | -1,22            |
| Ge                      | $\text{Ge} \downarrow + 4\text{H}^+$  | $+4e$                                  | $\text{GeH}_4 \uparrow$   | $<-0,3$          |
|                         | $\text{Ge}^{2+}$  | $+2e$                                  | $\text{Ge} \downarrow$  | $\sim 0,0$       |
|                         | $\text{GeO} \downarrow + 2\text{H}^+$                                       | $+2e$                                  | $\text{Ge} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$                                 | $\sim -0,2$      |
|                         | $\text{GeO}_2 \downarrow + 4\text{H}^+$                                     | $+4e$                                  | $\text{Ge} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$                                | -0,15            |
|                         | $\text{H}_2\text{GeO}_3 + 4\text{H}^+$                                      | $+4e$                                  | $\text{Ge} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$                                | -0,13            |
|                         | $\text{GeO}_2 \downarrow + 2\text{H}^+$                                     | $+2e$                                  | $\text{GeO} \downarrow (\text{коричневый}) + \text{H}_2\text{O}$            | -0,12            |
|                         | $\text{HGeO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O}$                                     | $+4e$                                  | $\text{Ge} \downarrow + 5\text{OH}^-$                                       | -1,0             |
| H                       | $2\text{H}^+$   | $+2e$                                  | $\text{H}_2 \uparrow$   | $\pm 0,0000$     |
|                         | $2\text{H}^+ (10^{-7} M)$   | $+2e$                                  | $\text{H}_2 \uparrow$   | -0,414           |
|                         | $\text{H}_2 \uparrow$   | $+2e$                                  | $2\text{H}^-$   | -2,25            |
|                         | $2\text{H}_2\text{O}$   | $+2e$                                  | $\text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$  | -0,828           |
|                         | $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+$  | $+2e$                                  | $2\text{H}_2\text{O}$   | +1,77            |
|                         | $\text{HO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  | $+2e$                                  | $3\text{OH}^-$  | +0,88            |

| Символ элемента                     | Высшая степень окисления                                  | +ne                                       | Низшая степень окисления                            | Ев, «   |
|-------------------------------------|---|---|---|---------|
| Hf                                  | $\text{HfO}^{2+} + 2\text{H}^+$                           | +4e                                       | $\text{Hf} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$         | -1,70   |
|                                     | $\text{HfO}_2 \downarrow + 4\text{H}^+$                   | +4e                                       | $\text{Hf} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$        | -1,57   |
|                                     | $\text{HfO}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ | +4e                                       | $\text{Hf} \downarrow + 4\text{OH}^-$               | -2,50   |
| Hg                                  | $2\text{Hg}^{2+}$   | +2e                                       | $\text{Hg}_2^{2+}$                                  | +0,907  |
|                                     | $\text{Hg}^{2+}$  | +2e                                       | $\text{Hg} \downarrow$                              | +0,850  |
|                                     | $\text{Hg}_2^{2+}$  | +2e                                       | $\text{Hg} \downarrow$                              | +0,792  |
|                                     | $\text{Hg}_2\text{Br}_2 \downarrow$                       | +2e                                       | $2\text{Hg} \downarrow + 2\text{Br}^-$              | +0,1392 |
|                                     | $\text{Hg}(\text{CN})_4^{2-}$                             | +2e                                       | $\text{Hg} \downarrow + 4\text{CN}^-$               | -0,37   |
|                                     | $\text{Hg}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2 \downarrow$         | +2e                                       | $2 \text{Hg} \downarrow + 2\text{CH}_3\text{COO}^-$ | +0,540  |
|                                     | $\text{Hg}_2\text{C}_2\text{O}_4 \downarrow$              | +2e                                       | $2\text{Hg} \downarrow + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ | +0,445  |
|                                     | $\text{Hg}_2\text{Cl}_2 \downarrow$                       | +2e                                       | $2\text{Hg} \downarrow + 2\text{Cl}^-$              | +0,2680 |
|                                     | $\text{Hg}_2\text{J}_2 \downarrow$                        | +2e                                       | $2\text{Hg} \downarrow + 2\text{J}^-$               | -0,040  |
|                                     | $\text{Hg}_2(\text{JO}_3)_2 \downarrow$                   | +2e                                       | $2\text{Hg} \downarrow + 2\text{JO}_3^-$            | +0,394  |
|                                     | $\text{HgO} \downarrow$ (красная) + $\text{H}_2\text{O}$  | +2e                                       | $\text{Hg} \downarrow + 2\text{OH}^-$               | +0,098  |
|                                     | $\text{HgS} \downarrow$ (черный)                          | +2e                                       | $\text{Hg} \downarrow + \text{S}^{2-}$              | -0,67   |
|                                     | $\text{HgS} \downarrow$ (красный)                         | +2e                                       | $\text{Hg} \downarrow + \text{S}^{2-}$              | -0,70   |
| $\text{Hg}_2\text{SO}_4 \downarrow$ | +2e   | $\text{Hg} \downarrow + \text{SO}_4^{2-}$ | +0,614  |         |
| In                                  | $\text{In}^{3+}$  | +3e                                       | $\text{In} \downarrow$                              | -0,33   |
|                                     | $\text{In}^{3+}$  | +2e                                       | $\text{In}^+$                                       | -0,40   |
|                                     | $\text{In}(\text{OH})_3 \downarrow$                       | +3e                                       | $\text{In} \downarrow + 3\text{OH}^-$               | -1,0    |
| Ir                                  | $\text{Ir}^{3+}$  | +3e                                       | $\text{Ir} \downarrow$                              | ~+1,15  |
|                                     | $\text{IrCl}_6^{3-}$                                      | +3e                                       | $\text{Ir} \downarrow + 6\text{Cl}^-$               | +0,77   |
|                                     | $\text{IrCl}_6^{3-}$                                      | +e  | $\text{IrCl}_6^{3-}$                                | +1,02   |
|                                     | $\text{IrCl}_6^{2-}$                                      | +4e                                       | $\text{Ir} \downarrow + 6\text{Cl}^-$               | +0,83   |
|                                     | $\text{IrO}_2 \downarrow + 4\text{H}^+$                   | +4e                                       | $\text{Ir} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$        | +0,93   |
|                                     | $\text{IrO}_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$           | +4e                                       | $\text{Ir} \downarrow + 4\text{OH}^-$               | +0,1    |
|                                     | $\text{Ir}_2\text{O}_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$  | +6e                                       | $2\text{Ir} \downarrow + 6\text{OH}^-$              | +0,1    |
| J                                   | $\text{J}_2 \downarrow$                                   | +2e                                       | $2\text{J}^-$                                       | +0,536  |
|                                     | $\text{J}_2$  | +2e                                       | $2\text{J}^-$                                       | +0,621  |
|                                     | $\text{J}_3^-$  | +2e                                       | $3\text{J}^-$                                       | +0,545  |
|                                     | $2\text{JBr}_3$   | +2e                                       | $\text{J}_2 \downarrow + 2\text{Br}^-$              | +1,02   |
|                                     | $2\text{JBr}_2$   | +2e                                       | $\text{J}_2 \downarrow + 4\text{Br}^-$              | +0,87   |
|                                     | $\text{JCN}$  | +2e                                       | $\text{J}^- + \text{CN}^-$                          | +0,30   |
|                                     | $2\text{JCN} + 2\text{H}^+$                               | +2e                                       | $\text{J}_2 \downarrow + 2\text{HCN}$               | +0,63   |
|                                     | $2\text{JCl}$   | +2e                                       | $\text{J}_2 \downarrow + 2\text{Cl}^-$              | +1,19   |

| Символ элемента                                    | Высшая степень окисления                  | +ne                                | Низшая степень окисления                          | Ев, е  |
|--|---|------------------------------------|---|--------|
| J  | $2\text{JCl}_2^-$                         | +2e                                | $\text{J}_2 \downarrow + 4\text{Cl}$              | +1,06  |
|  | $2\text{JCl}_3$                           | +6e                                | $\text{J}_2 \downarrow + 6\text{Cl}^-$            | +1,28  |
|  | $2\text{HJO} + 2\text{H}^+$               | +2e                                | $\text{J}_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$     | +1,45  |
|  | $2\text{JO}^- + \text{H}_2\text{O}$       | +2e                                | $\text{J}_2 \downarrow + 4\text{OH}^-$            | +0,45  |
|  | $\text{HJO} + \text{H}^+$                 | +2e                                | $\text{J}^- + \text{H}_2\text{O}$                 | +0,99  |
|  | $\text{JO}^- + \text{H}_2\text{O}$        | +2e                                | $\text{J}^- + 2\text{OH}^-$                       | +0,49  |
|  | $\text{JO}_3^- + 5\text{H}^+$             | +4e                                | $\text{HJO} + 2\text{H}_2\text{O}$                | +1,14  |
|  | $\text{JO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O}$     | +4e                                | $\text{JO}^- + 4\text{OH}^-$                      | +0,14  |
|  | $2\text{JO}_3^- + 12\text{H}^+$           | +10e                               | $\text{J}_2 \downarrow + 6\text{H}_2\text{O}$     | +1,19  |
|  | $2\text{JO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O}$    | +10e                               | $\text{J}_2 \downarrow + 12\text{OH}^-$           | +0,21  |
|  | $\text{JO}_3^- + 6\text{H}^+$             | +6e                                | $\text{J}^- + 3\text{H}_2\text{O}$                | +1,08  |
|  | $\text{JO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$     | +6e                                | $\text{J}^- + 6\text{OH}^-$                       | +0,26  |
|  | $\text{H}_5\text{JO}_6 + \text{H}^+$      | +2e                                | $\text{JO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$             | ~+1,6  |
|  | $\text{H}_3\text{JO}_6^{2-}$              | +2e                                | $\text{JO}_3^- + 3\text{OH}^-$                    | ~+0,7  |
| $\text{H}_5\text{JO}_6 + 7\text{H}^+$              | +8e                                       | $\text{J}^- + 6\text{H}_2\text{O}$ | ~+1,24  |        |
| $\text{H}_3\text{JO}_6^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$ | +8e                                       | $\text{J}^- + 9\text{OH}^-$        | ~+0,37  |        |
| K  | $\text{K}^+$                              | +e                                 | $\text{K} \downarrow$                             | -2,925 |
| La   | $\text{La}^{3+}$                          | +3e                                | $\text{La} \downarrow$                            | -2,52  |
|  | $\text{La}(\text{OH})_3 \downarrow$       | +3e                                | $\text{La} \downarrow + 3\text{OH}^-$             | -2,90  |
| Li   | $\text{Li}^+$                             | +e                                 | $\text{Li} \downarrow$                            | -3,03  |
| Mg   | $\text{Mg}^{2+}$                          | +2e                                | $\text{Mg} \downarrow$                            | -2,37  |
|  | $\text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$       | +2e                                | $\text{Mg} \downarrow + 2\text{OH}^-$             | -2,69  |
| Mn   | $\text{Mn}^{3+}$                          | +e                                 | $\text{Mn}^{2+}$                                  | +1,51  |
|  | $\text{Mn}^{2+}$                          | +2e                                | $\text{Mn} \downarrow$                            | -1,19  |
|  | $\text{Mn}(\text{CN})_6^{3-}$             | +e                                 | $\text{Mn}(\text{CN})_6^{4-}$                     | -0,244 |
|  | $\text{MnCO}_3 \downarrow$                | +2e                                | $\text{Mn} \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$         | -1,48  |
|  | $\text{Mn}(\text{OH})_2 \downarrow$       | +2e                                | $\text{Mn} \downarrow + 2\text{OH}^-$             | -1,18  |
|  | $\text{Mn}(\text{OH})_3 \downarrow$       | +e                                 | $\text{Mn}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{OH}^-$ | +0,1   |
|  | $\text{MnO}_2 \downarrow + 4\text{H}^+$   | +2e                                | $\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$            | +1,23  |
|  | $\text{MnO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$         | +2e                                | $\text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$   | +2,26  |
|  | $\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ | +2e                                | $\text{MnO}_2 \downarrow + 4\text{OH}^-$          | +0,6   |
|  | $\text{MnO}_4^-$                          | +e                                 | $\text{MnO}_4^{2-}$                               | +0,56  |
|  | $\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+$            | +3e                                | $\text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$   | +1,69  |

| Символ элемента          | Высшая степень окисления      | +ne                    | Нижшая степень окисления   | E <sub>0</sub> , в |
|--------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------|
| Mn                       | $MnO_4^- + 2H_2O$             | +3e                    | $MnO_2 \downarrow + 4OH^-$ | +0,60              |
|                          | $MnO_4^- + 8H^+$              | +5e                    | $Mn^{2+} + 4H_2O$          | +1,51              |
| Mo                       | $Mo^{3+}$                     | +3e                    | $Mo \downarrow$            | ~-0,2              |
|                          | $Mo(CN)_8^{3-}$               | +e                     | $Mo(CN)_8^{4-}$            | +0,73              |
|                          | $MoO_4^{2+} + 4H^+$           | +2e                    | $Mo^{3+} + 2H_2O$          | ~-0,0              |
|                          | $MoO_2^{2+}$                  | +e                     | $MoO_2^+$                  | +0,48              |
|                          | $H_2MoO_4 + 6H^+$             | +6e                    | $Mo \downarrow + 4H_2O$    | 0,0                |
| N                        | $HN_3 + 11H^+$                | +8e                    | $3NH_4^+$                  | +0,69              |
|                          | $N_3^- + 7H_2O$               | +6e                    | $N_2H_4 + NH_3 + 7OH^-$    | -0,62              |
|                          | $3N_2 \uparrow + 2H^+$        | +2e                    | $2HN_3$                    | -3,1               |
|                          | $3N_2 \uparrow$               | +2e                    | $2N_3^-$                   | -3,4               |
|                          | $N_2 \uparrow + 2H_2O + 4H^+$ | +2e                    | $(2NH_2OH) H^+$            | -1,87              |
|                          | $N_2 \uparrow + 4H_2O$        | +2e                    | $2NH_2OH + 2OH^-$          | -3,04              |
|                          | $N_2 \uparrow + 5H^+$         | +4e                    | $(N_2H_4) H^+$             | -0,23              |
|                          | $N_2 \uparrow + 4H_2O$        | +4e                    | $N_2H_4 + 4OH^-$           | -1,16              |
|                          | $N_2 \uparrow + 8H^+$         | +6e                    | $2NH_4^+$                  | +0,26              |
|                          | $N_2 \uparrow + 8H_2O$        | +6e                    | $2NH_4OH + 6OH^-$          | -0,74              |
|                          | $(N_2H_4) H^+ + 3H^+$         | +2e                    | $2NH_4^+$                  | +1,27              |
|                          | $N_2H_4 + 4H_2O$              | +2e                    | $2NH_4OH + 2OH^-$          | +0,1               |
|                          | $(NH_2OH) H^+ + 2H^+$         | +2e                    | $NH_4^+ + H_2O$            | +1,35              |
|                          | $NH_2OH + 2H_2O$              | +2e                    | $NH_4OH + 2OH^-$           | +0,42              |
|                          | $H_2N_2O_2 + 2H^+$            | +2e                    | $N_3 \uparrow + 2H_2O$     | +1,65              |
|                          | $H_2N_2O_2 + 6H^+$            | +4e                    | $(2NH_2OH) H^+$            | +0,50              |
|                          | $2HNO_2 + 4H^+$               | +4e                    | $H_2N_2O_2 + 2H_2O$        | +0,83              |
|                          | $HNO_2 + H^+$                 | +e                     | $NO \uparrow + H_2O$       | +0,99              |
|                          | $NO_2^- + H_2O$               | +e                     | $NO \uparrow + 2OH^-$      | -0,46              |
|                          | $2HNO_2 + 4H^+$               | +4e                    | $N_2O \uparrow + 3H_2O$    | +1,29              |
|                          | $2HNO_2 + 6H^+$               | +6e                    | $N_2 \uparrow + 4H_2O$     | +1,44              |
|                          | $2NO_2^- + 4H_2O$             | +6e                    | $N_2 \uparrow + 8OH^-$     | +0,41              |
|                          | $HNO_2 + 7H^+$                | +6e                    | $NH_4^+ + 2H_2O$           | +0,86              |
|                          | $NO_2^- + 6H_2O$              | +6e                    | $NH_4OH + 7OH^-$           | -0,15              |
|                          | $N_2O \uparrow + 2H^+$        | +2e                    | $N_2 \uparrow + H_2O$      | +1,77              |
|                          | $N_2O \uparrow + H_2O$        | +2e                    | $N_2 \uparrow + 2OH^-$     | +0,94              |
|                          | $2NO \uparrow + 4H^+$         | +4e                    | $N_2 \uparrow + 2H_2O$     | +1,68              |
|                          | $2NO \uparrow + 2H_2O$        | +4e                    | $N_2 \uparrow + 4OH^-$     | +0,85              |
|                          | $N_2O_4 \uparrow + 2H^+$      | +2e                    | $2HNO_2$                   | +1,07              |
|                          | $N_2O_4 \uparrow$             | +2e                    | $2NO_2^-$                  | +0,88              |
| $N_2O_4 \uparrow + 8H^+$ | +8e                           | $N_2 \uparrow + 4H_2O$ | +1,35                      |                    |

| Символ элемента | Высшая степень окисления          | +ne  | Нижшая степень окисления                 | $E_0, e$ |
|-----------------|-----------------------------------|------|--|----------|
| N               | $N_2O_4 \uparrow + 4H_2O$         | +8e  | $N_2 \uparrow + 8OH^-$                   | +0,53    |
|                 | $NO_3^- + 3H^+$                   | +2e  | $HNO_2 + H_2O$                           | +0,94    |
|                 | $NO_3^- + H_2O$                   | +2e  | $NO_2^- + 2OH^-$                         | +0,01    |
|                 | $NO_3^- + 2H^+$                   | +e   | $NO_2 \uparrow + H_2O$                   | +0,80    |
|                 | $NO_3^- + H_2O$                   | +e   | $NO_2 \uparrow + 2OH^-$                  | -0,86    |
|                 | $NO_3^- + 4H^+$                   | +3e  | $NO \uparrow + 2H_2O$                    | +0,96    |
|                 | $NO_3^- + 2H_2O$                  | +3e  | $NO \uparrow + 4OH^-$                    | -0,14    |
|                 | $2NO_3^- + 12H^+$                 | +10e | $N_2 \uparrow + 6H_2O$                   | +1,24    |
|                 | $NO_3^- + 8H^+$                   | +6e  | $(NH_2OH) H^+ + 2H_2O$                   | +0,73    |
|                 | $2NO_3^- + 17H^+$                 | +14e | $(N_2H_4) H^+ + 6H_2O$                   | +0,84    |
|                 | $NO_3^- + 10H^+$                  | +8e  | $NH_4^+ + 3H_2O$                         | +0,87    |
|                 | $NO_3^- + 7H_2O$                  | +8e  | $NH_4OH + 9OH^-$                         | -0,12    |
| Na              | $Na^+$                            | +e   | $Na \downarrow$                          | -2,713   |
| Nb              | $Nb^{3+}$                         | +3e  | $Nb \downarrow$                          | ~-1,1    |
|                 | $Nb_2O_5 \downarrow + 10H^+$      | +10e | $Nb \downarrow + 5H_2O$                  | -0,65    |
|                 | $NbO^{3+} \downarrow + 2H^+$      | +2e  | $Nb^{3+} \downarrow + H_2O$              | -0,34    |
|                 | $NbO(SO_4)_2^- + 2H^+$            | +2e  | $Nb^{3+} \downarrow + H_2O + 2SO_4^{2-}$ | -0,1     |
|                 | $NbO(SO_4)_2^- + 2H^+$            | +5e  | $Nb \downarrow + H_2O + 2SO_4^{2-}$      | -0,63    |
| Ni              | $Ni^{2+}$                         | +2e  | $Ni \downarrow$                          | -0,23    |
|                 | $Ni(CN)_4^{2-}$                   | +e   | $Ni(CN)_3^{2-} + CN^-$                   | <-0,4    |
|                 | $NiCO_3 \downarrow$               | +2e  | $Ni \downarrow + CO_3^{2-}$              | -0,45    |
|                 | $Ni(OH)_2 \downarrow$             | +2e  | $Ni \downarrow + 2OH^-$                  | -0,72    |
|                 | $Ni(NH_3)_6^{2+}$                 | +2e  | $Ni \downarrow + 6NH_3$                  | -0,49    |
|                 | $NiO_2 \downarrow + 4H^+$         | +2e  | $Ni^{2+} + 2H_2O$                        | +1,68    |
|                 | $NiO_2 \downarrow + 2H_2O$        | +2e  | $Ni(OH)_2 \downarrow + 2OH^-$            | +0,49    |
|                 | $NiO_2^{2-} + 8H^+$               | +4e  | $Ni^{2+} + 4H_2O$                        | >+1,8    |
|                 | $NiSa \downarrow$                 | +2e  | $Ni \downarrow + S^{2-}$                 | -0,76    |
|                 | $NiSy \downarrow$                 | +2e  | $Ni \downarrow + S^{2-}$                 | -0,99    |
| O               | $O_2 \uparrow + 4H^+$             | +4e  | $2H_2O$                                  | +1,229   |
|                 | $O_2 \uparrow + 4H^+ (10^{-7} M)$ | +4e  | $2H_2O$                                  | +0,815   |
|                 | $O_2 \uparrow + 2H_2O$            | +4e  | $4OH^-$                                  | +0,401   |
|                 | $O_2 \uparrow + 2H^+$             | +2e  | $H_2O_2$                                 | +0,682   |

| Символ элемента                                   | Высшая степень окисления   | +ne   | Нижняя степень окисления   | E <sub>0</sub> , e |
|---|--|---|--|--------------------|
| O   | O <sub>2</sub> ↑ + H <sub>2</sub> O                                  | +2e   | HO <sub>2</sub> <sup>-</sup> + OH <sup>-</sup>                   | -0,076             |
|   | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ↑ + 2H <sup>+</sup>                    | +2e   | 2H <sub>2</sub> O  | +1,77              |
|   | HO <sub>2</sub> <sup>-</sup> + H <sub>2</sub> O                      | +2e   | 3OH <sup>-</sup>   | +0,88              |
|   | O <sub>3</sub> ↑ + 2H <sup>+</sup>                                   | +2e   | O <sub>2</sub> ↑ + H <sub>2</sub> O                              | +2,07              |
|   | O <sub>3</sub> ↑ + H <sub>2</sub> O                                  | +2e   | O <sub>2</sub> ↑ + 2OH <sup>-</sup>                              | +1,24              |
| Os  | Os <sup>2+</sup>   | +2e   | Os ↓   | +0,85              |
|   | OsCl <sub>6</sub> <sup>2-</sup>                                      | +e  | OsCl <sub>6</sub> <sup>3-</sup>                                  | +0,85              |
|   | OsCl <sub>6</sub> <sup>3-</sup>                                      | +3e   | Os ↓ + 6Cl <sup>-</sup>  | +0,71              |
|   | OsCl <sub>6</sub> <sup>3-</sup>                                      | +e  | Os <sup>2+</sup> + 6 Cl <sup>-</sup>                             | +0,4               |
|   | OsO <sub>4</sub> ↓ + 6Cl <sup>-</sup> + 8H <sup>+</sup>              | +4e   | OsCl <sub>6</sub> <sup>2-</sup> + 4H <sub>2</sub> O              | +1,0               |
|   | OsO <sub>4</sub> ↓ + 8H <sup>+</sup>                                 | +8e   | Os ↓ + 4H <sub>2</sub> O   | +0,85              |
|   | HOsO <sub>5</sub> <sup>-</sup> + 4H <sub>2</sub> O                   | +8e   | Os ↓ + 9OH <sup>-</sup>  | +0,02              |
| P   | P ↓ + 3H <sup>+</sup>  | +3e   | PH <sub>3</sub> ↑  | +0,06              |
|   | P ↓ + 3H <sub>2</sub> O  | +3e   | PH <sub>3</sub> ↑ + 3OH <sup>-</sup>                             | -0,89              |
|   | H <sub>3</sub> PO <sub>2</sub> + H <sup>+</sup>                      | +e  | P ↓ + 2H <sub>2</sub> O  | -0,51              |
|   | H <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> <sup>-</sup>                          | +e  | P ↓ + 2OH <sup>-</sup>   | -2,05              |
|   | H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> + 3H <sup>+</sup>                     | +3e   | P ↓ + 3H <sub>2</sub> O  | -0,50              |
|   | H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> + 2H <sup>+</sup>                     | +2e   | H <sub>3</sub> PO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O                | -0,50              |
|   | HPO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + 2H <sub>2</sub> O                   | +2e   | H <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> <sup>-</sup> + 3OH <sup>-</sup>   | -1,57              |
|   | H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>6</sub> + 2H <sup>+</sup>       | +2e   | 2H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>                                  | +0,38              |
|   | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> + 5H <sup>+</sup>                     | +5e   | P ↓ + 4H <sub>2</sub> O  | -0,41              |
|   | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> + 4H <sup>+</sup>                     | +4e   | H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> + 2H <sub>2</sub> O               | -0,39              |
|   | 2H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> + 2H <sup>+</sup>                    | +2e   | H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>6</sub> + 2H <sub>2</sub> O | -0,94              |
|   | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> + 2H <sup>+</sup>                     | +2e   | H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O                | -0,276             |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> + 2H <sub>2</sub> O | +2e  | HPO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + 3OH <sup>-</sup> | -1,12  |                    |
| Pb  | Pb <sup>2+</sup>   | +2e   | Pb ↓   | -0,126             |
|   | Pb <sup>4+</sup>   | +2e   | Pb <sup>2+</sup>   | +1,8               |
|   | Pb <sup>4+</sup>   | +4e   | Pb ↓   | +0,84              |
|   | PbBr <sub>2</sub> ↓  | +2e   | Pb ↓ + 2Br <sup>-</sup>  | -0,274             |
|   | PbCO <sub>3</sub> ↓  | +2e   | Pb ↓ + CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>                             | -0,506             |
|   | PbCl <sub>2</sub> ↓  | +2e   | Pb ↓ + 2Cl <sup>-</sup>  | -0,266             |
|   | PbF <sub>2</sub> ↓   | +2e   | Pb ↓ + 2F <sup>-</sup>   | -0,350             |
|   | PbJ <sub>2</sub> ↓   | +2e   | Pb ↓ + 2J <sup>-</sup>   | -0,364             |
|   | PbO ↓ + H <sub>2</sub> O   | +2e   | Pb ↓ + 2OH <sup>-</sup>  | -0,58              |
|   | HPbO <sub>2</sub> <sup>-</sup> + H <sub>2</sub> O                    | +2e   | Pb ↓ + 3OH <sup>-</sup>  | -0,54              |
|   | PbO <sub>2</sub> ↓ + H <sub>2</sub> O                                | +2e   | PbO ↓ + 2OH <sup>-</sup>   | +0,28              |
|   | PbO <sub>2</sub> ↓ + 4H <sup>+</sup>                                 | +2e   | Pb <sup>2+</sup> + 2H <sub>2</sub> O                             | +1,455             |
|   | PbO <sub>2</sub> ↓ + 4H <sup>+</sup> + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | +2e   | PbSO <sub>4</sub> ↓ + 2H <sub>2</sub> O                          | +1,68              |
|   | PbO <sub>2</sub> <sup>2-</sup> + H <sub>2</sub> O                    | +2e   | PbO <sub>2</sub> <sup>2-</sup> + 2OH <sup>-</sup>                | +0,2               |
|   | PbS ↓  | +2e   | Pb ↓ + S <sup>2-</sup>   | -0,91              |
|   | PbSO <sub>4</sub> ↓  | +2e   | Pb ↓ + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>                             | -0,356             |

| Символ элемента | Высшая степень окисления     | $+ne$ | Низшая степень окисления      | $E_0, e$     |
|-----------------|------------------------------|-------|-------------------------------|--------------|
| Pd              | $Pd^{2+}$                    | $+2e$ | $Pd \downarrow$               | $+0,987$     |
|                 | $PdCl_4^{2-}$                | $+2e$ | $Pd \downarrow + 4Cl^-$       | $+0,623$     |
|                 | $PdCl_6^{2-}$                | $+2e$ | $PdCl_4^{2-} + 2Cl^-$         | $+1,29$      |
|                 | $PdCl_6^{2-}$                | $+4e$ | $Pd \downarrow + 6Cl^-$       | $+0,96$      |
|                 | $Pd(OH)_2 \downarrow$        | $+2e$ | $Pd \downarrow + 2OH^-$       | $+0,07$      |
|                 | $Pd(OH)_4 \downarrow$        | $+2e$ | $Pd(OH)_2 \downarrow + 2OH^-$ | $\sim +0,73$ |
| Pt              | $Pt^{2+}$                    | $+2e$ | $Pt \downarrow$               | $\sim +1,2$  |
|                 | $PtCl_4^{2-}$                | $+2e$ | $Pt \downarrow + 4Cl^-$       | $+0,73$      |
|                 | $PtCl_6^{2-}$                | $+2e$ | $PtCl_4^{2-} + 2Cl^-$         | $+0,720$     |
|                 | $Pt(OH)_2 \downarrow$        | $+2e$ | $Pt \downarrow + 2OH^-$       | $+0,15$      |
|                 | $Pt(OH)_2 \downarrow + 2H^+$ | $+2e$ | $Pt \downarrow + 2H_2O$       | $+0,98$      |
| Pu              | $Pu^{3+}$                    | $+3e$ | $Pu \downarrow$               | $-2,03$      |
|                 | $Pu^{4+}$                    | $+e$  | $Pu^{3+}$                     | $+0,970$     |
|                 | $PuO_2^{2+}$                 | $+e$  | $PuO_2^+$                     | $+0,916$     |
|                 | $PuO_2^{2+} + 4H^+$          | $+2e$ | $Pu^{4+} + 2H_2O$             | $+1,04$      |
|                 | $Pu(OH)_3 \downarrow$        | $+3e$ | $Pu \downarrow + 3OH^-$       | $-2,42$      |
|                 | $Pu(OH)_4 \downarrow$        | $+e$  | $Pu(OH)_3 \downarrow + OH^-$  | $-0,95$      |
| Ra              | $Ra^{2+}$                    | $+2e$ | $Ra \downarrow$               | $-2,92$      |
| Rb              | $Rb^+$                       | $+e$  | $Rb \downarrow$               | $-2,93$      |
| Re              | $Re \downarrow$              | $+e$  | $Re^-$                        | $\sim -0,4$  |
|                 | $Re^+$                       | $+2e$ | $Re^-$                        | $-0,23$      |
|                 | $Re^{3+}$                    | $+3e$ | $Re \downarrow$               | $\sim +0,3$  |
|                 | $ReO_2 \downarrow + 4H^+$    | $+4e$ | $Re \downarrow + 2H_2O$       | $+0,26$      |
|                 | $ReO_3 \downarrow + 2H^+$    | $+2e$ | $ReO_3 \downarrow + H_2O$     | $\sim +0,4$  |
|                 | $ReO_4^- + 8H^+$             | $+7e$ | $Re \downarrow + 4H_2O$       | $+0,37$      |
|                 | $ReO_4^- + 4H^+$             | $+3e$ | $ReO_2 \downarrow + 2H_2O$    | $+0,51$      |
|                 | $ReO_4^- + 2H^+$             | $+e$  | $ReO_3 \downarrow + 2H_2O$    | $+0,77$      |
|                 | $ReO_4^- + 4H_2O$            | $+7e$ | $Re \downarrow + 8OH^-$       | $-0,584$     |
|                 | $ReO_4^- + 2H_2O$            | $+3e$ | $ReO_2 \downarrow + 4OH^-$    | $-0,595$     |

| Символ<br>эле-<br>мента | Высшая степень<br>окисления | +ne | Низшая степень<br>окисления | $E_0, e$    |
|-------------------------|-----------------------------|-----|-----------------------------|-------------|
| Rh                      | $Rh^{3+}$                   | +3e | $Rh \downarrow$             | $\sim +0,8$ |
|                         | $RhCl_3^{3-}$               | +3e | $Rh \downarrow + 6Cl^-$     | +0,44       |
|                         | $Rh_2O_3 \downarrow + 6H^+$ | +6e | $2Rh \downarrow + 3H_2O$    | +0,87       |
|                         | $RhO_2 + 4H^+ + 6Cl^-$      | +e  | $RhCl_6^{3-} + 2H_2O$       | $> +1,4$    |
|                         | $RhO^{2+} + 2H^+$           | +e  | $Rh^{3+} + H_2O$            | +1,40       |
|                         | $RhO_4^{2-} + 6H^+$         | +2e | $RhO^{2+} + 3H_2O$          | +1,46       |
| Ru                      | $Ru^{2+}$                   | +2e | $Ru \downarrow$             | +0,45       |
|                         | $RuCl_5^-$                  | +2e | $Ru^{2+} + 5Cl^-$           | +0,3        |
|                         | $RuCl_5OH^{2-} + H^+$       | +e  | $RuCl_5^{2-} + H_2O$        | +1,3        |
|                         | $RuO_4^-$                   | +e  | $RuO_4^{2-}$                | +0,59       |
|                         | $RuO_4 \downarrow$          | +e  | $RuO_4^-$                   | +1,00       |
| S                       | $S \downarrow$              | +2e | $S^{2-}$                    | -0,48       |
|                         | $S \downarrow + 2H^+$       | +2e | $H_2S \uparrow$             | +0,14       |
|                         | $5S \downarrow$             | +2e | $S_5^{2-}$                  | -0,34       |
|                         | $S_4O_6^{2-}$               | +2e | $2S_2O_3^{2-}$              | +0,09       |
|                         | $S_2O_3^{2-} + 6H^+$        | +4e | $2S \downarrow + 3H_2O$     | +0,5        |
|                         | $2H_2SO_3 + 2H^+$           | +4e | $S_2O_3^{2-} + 3H_2O$       | +0,40       |
|                         | $2SO_3^{2-} + 3H_2O$        | +4e | $S_2O_3^{2-} + 6OH^-$       | -0,58       |
|                         | $2H_2SO_3 + H^+$            | +2e | $HS_2O_4^- + 2H_2O$         | -0,08       |
|                         | $2SO_3^{2-} + 2H_2O$        | +2e | $S_2O_4^{2-} + 4OH^-$       | -1,12       |
|                         | $SO_4^{2-} + 4H^+$          | +2e | $H_2SO_3 + H_2O$            | +0,17       |
|                         | $SO_4^{2-} + H_2O$          | +2e | $SO_3^{2-} + 2OH^-$         | -0,93       |
|                         | $2SO_4^{2-} + 10H^+$        | +8e | $S_2O_3^{2-} + 5H_2O$       | +0,29       |
|                         | $2SO_4^{2-} + 5H_2O$        | +8e | $S_2O_3^{2-} + 10OH^-$      | -0,76       |
|                         | $SO_4^{2-} + 8H^+$          | +6e | $S \downarrow + 4H_2O$      | +0,36       |
|                         | $SO_4^{2-} + 4H_2O$         | +6e | $S \downarrow + 8OH^-$      | -0,75       |
|                         | $S_2O_8^{2-}$               | +2e | $2SO_4^{2-}$                | +2,0        |

| Символ элемента | Высшая степень окисления    | +ne | Нижняя степень окисления     | $E_0, e$ |
|-----------------|-----------------------------|-----|------------------------------|----------|
| Sb              | $Sb \downarrow + 3H^+$      | +3e | $SbH_3$                      | -0,51    |
|                 | $SbO^+ + 2H^+$              | +3e | $Sb \downarrow + H_2O$       | +0,212   |
|                 | $Sb_2O_3 \downarrow + 6H^+$ | +6e | $2Sb \downarrow + 3H_2O$     | +0,152   |
|                 | $SbO_2^- + 2H_2O$           | +3e | $Sb \downarrow + 4OH^-$      | -0,675   |
|                 | $Sb_2O_4 \downarrow + 4H^+$ | +2e | $2SbO^+ + 2H_2O$             | +0,68    |
|                 | $Sb_2O_5 \downarrow + 4H^+$ | +4e | $Sb_2O_3 \downarrow + 2H_2O$ | +0,69    |
|                 | $Sb_2O_5 \downarrow + 6H^+$ | +4e | $2SbO^+ + 3H_2O$             | +0,58    |
|                 | $SbO_3^- + H_2O$            | +2e | $SbO_2^- + 2OH^-$            | -0,43    |
| Sc              | $Sc^{3+}$                   | +3e | $Sc \downarrow$              | -2,08    |
| Se              | $Se \downarrow + 2H^+$      | +2e | $H_2Se \uparrow$             | -0,40    |
|                 | $H_2SeO_3 + 4H^+$           | +4e | $Se \downarrow + 3H_2O$      | +0,74    |
|                 | $SeO_3^{2-} + 3H_2O$        | +4e | $Se \downarrow + 6OH^-$      | -0,366   |
|                 | $SeO_4^{2-} + 4H^+$         | +2e | $H_2SeO_3 + H_2O$            | +1,15    |
|                 | $SeO_4^{2-} + H_2O$         | +2e | $SeO_3^{2-} + 2OH^-$         | +0,05    |
| Si              | $Si \downarrow + 4H^+$      | +4e | $SiH_4 \uparrow$             | +0,10    |
|                 | $Si \downarrow + 4H_2O$     | +4e | $SiH_4 \uparrow + 4OH^-$     | -0,73    |
|                 | $SiO_2 \downarrow + 4H^+$   | +4e | $Si \downarrow + 2H_2O$      | -0,86    |
|                 | $SiF_6^{2-}$                | +4e | $Si \downarrow + 6F^-$       | -1,2     |
|                 | $SiO_3^{2-} + 3H_2O$        | +4e | $Si \downarrow + 6OH^-$      | -1,7     |
| Sn              | $Sn^{2+}$                   | +2e | $Sn \downarrow$              | -0,140   |
|                 | $Sn^{4+}$                   | +2e | $Sn^{2+}$                    | +0,15    |
|                 | $Sn^{4+}$                   | +4e | $Sn \downarrow$              | +0,01    |
|                 | $HSnO_2^- + H_2O$           | +2e | $Sn \downarrow + 3OH^-$      | -0,91    |
|                 | $Sn(OH)_6^{2-}$             | +2e | $HSnO_2^- + 3OH^- + H_2O$    | -0,93    |
| Sr              | $Sr^{2+}$                   | +2e | $Sr \downarrow$              | -2,89    |

| Символ элемента | Высшая степень окисления   | +ne   | Нижняя степень окисления   | $E_0, e$  |
|-----------------|--|---|--|---|
| Ta              | $Ta_2O_5 \downarrow + 10H^+$   | +10e  | $2Ta \downarrow + 5H_2O$   | -0.81   |
| Te              | $Te \downarrow + 2H^+$<br>$Te \downarrow$<br>$TeO_2 \downarrow + 4H^+$<br>$TeO_2H^+ + 3H^+$<br>$TeO_3^{2-} + 3H_2O$<br>$H_6TeO_6 \downarrow + 2H^+$<br>$TeO_4^{2-} + H_2O$ | +2e<br>+2e<br>+4e<br>+4e<br>+4e<br>+2e<br>+2e | $H_2Te \uparrow$<br>$Te^{2-}$<br>$Te \downarrow + 2H_2O$<br>$Te \downarrow + 2H_2O$<br>$Te \downarrow + 6OH^-$<br>$TeO_2 \downarrow + 4H_2O$<br>$TeO_3^{2-} + 2OH^-$ | -0.72<br>-1.14<br>+0.53<br>+0.56<br>-0.57<br>+1.02<br>>+0.4 |
| Th              | $Th^{4+}$<br>$Th(OH)_4 \downarrow$   | +4e<br>+4e                                    | $Th \downarrow$<br>$Th \downarrow + 4OH^-$   | -1.90<br>-2.48  |
| Ti              | $TiO_2 \downarrow + 4H^+$<br>$TiO^{2+} + 2H^+$<br>$TiO^{2+} + 2H^+$<br>$Ti^{3+}$<br>$TiF_6^{2-}$   | +4e<br>+4e<br>+e<br>+e<br>+4e                 | $Ti \downarrow + 2H_2O$<br>$Ti \downarrow + H_2O$<br>$Ti^{3+} + H_2O$<br>$Ti^{2+}$<br>$Ti \downarrow + 6F^-$   | -0.86<br>~-0.88<br>~+0.1<br>-0.37<br>-1.19                  |
| Tl              | $Tl^+$<br>$TlBr \downarrow$<br>$TlCl \downarrow$<br>$TlOH$<br>$Tl^{3+}$<br>$Tl_2O_3 \downarrow + 3H_2O$  | +e<br>+e<br>+e<br>+e<br>+2e<br>+4e            | $Tl \downarrow$<br>$Tl \downarrow + Br^-$<br>$Tl \downarrow + Cl^-$<br>$Tl \downarrow + OH^-$<br>$Tl^+$<br>$2Tl^+ + 6OH^-$   | -0.336<br>-0.656<br>-0.557<br>-0.344<br>+1.28<br>+0.02      |
| U               | $U^{3+}$<br>$U^{4+}$<br>$U(OH)_3 \downarrow$<br>$UO_2 \downarrow + 2H_2O$<br>$UO_3^+ + 4H^+$<br>$UO_2^{2+} + 4H^+$   | +3e<br>+e<br>+3e<br>+4e<br>+e<br>+2e          | $U \downarrow$<br>$U^{3+}$<br>$U \downarrow + 3OH^-$<br>$U \downarrow + 4OH^-$<br>$U^{4+} + 2H_2O$<br>$U^{4+} + 2H_2O$   | -1.8<br>-0.64<br>-2.17<br>-2.39<br>+0.55<br>+0.33           |

| Символ элемента | Высшая степень окисления     | +ne | Низшая степень окисления   | $E_0, e$    |
|-----------------|------------------------------|-----|----------------------------|-------------|
| V               | $V^{2+}$                     | +2e | $V \downarrow$             | $\sim -1,2$ |
|                 | $V^{3+}$                     | +e  | $V^{2+}$                   | -0,255      |
|                 | $VO^{2+} + 2H^+$             | +e  | $V^{3+} + H_2O$            | +0,337      |
|                 | $VO_2^+ + 2H^+$              | +e  | $VO^{2+} + H_2O$           | +0,9994     |
|                 | $VO_2^+ + 4H^+$              | +2e | $V^{3+} + 2H_2O$           | +0,668      |
|                 | $VO_2^+ + 4H^+$              | +3e | $V^{2+} + 2H_2O$           | +0,360      |
|                 | $VO_2^+ + 4H^+$              | +5e | $V \downarrow + 2H_2O$     | -0,25       |
| W               | $WO_2 \downarrow + 4H^+$     | +4e | $W \downarrow + 2H_2O$     | -0,12       |
|                 | $W(CN)_8^{3-}$               | +e  | $W(CN)_8^{4-}$             | +0,457      |
|                 | $W_2O_5 \downarrow + 2H^+$   | +2e | $2WO_2 \downarrow + H_2O$  | -0,04       |
|                 | $WO_3 \downarrow + 6H^+$     | +6e | $W \downarrow + 3H_2O$     | -0,09       |
|                 | $2WO_3 \downarrow + 2H^+$    | +2e | $W_2O_5 \downarrow + H_2O$ | -0,03       |
|                 |                              |     |                            |             |
| Y               | $Y^{3+}$                     | +3e | $Y \downarrow$             | -2,37       |
| Zn              | $Zn^{2+}$                    | +2e | $Zn \downarrow$            | -0,7628     |
|                 | $Zn(CN)_4^{2-}$              | +2e | $Zn \downarrow + 4CN^-$    | -1,26       |
|                 | $Zn(NH_3)_4^{2+}$            | +2e | $Zn \uparrow + 4NH_3$      | -1,04       |
|                 | $Zn(OH)_2 \downarrow$        | +2e | $Zn \downarrow + 2OH^-$    | -1,245      |
|                 | $ZnO_2^{2-} + 2H_2O$         | +2e | $Zn \downarrow + 4OH^-$    | -1,216      |
|                 | $ZnS \downarrow$ (вурцит)    | +2e | $Zn \downarrow + S^{2-}$   | -1,40       |
|                 |                              |     |                            |             |
| Zr              | $ZrO_2 \downarrow + 4H^+$    | +4e | $Zr \downarrow + 2H_2O$    | -1,43       |
|                 | $H_2ZrO_3 \downarrow + H_2O$ | +4e | $Zr \downarrow + 4OH^-$    | -2,36       |

**Важнейшие окислительно-**  
(в порядке их нормальных  
**А. Индикаторы, мало зависящие**

**восстановительные индикаторы**  
окислительных потенциалов)  
**от pH и ионной силы раствора**

| Индикатор   | Формула  |
|---|--|
| 2,2'-Дипиридил (комплекс с рутением)                      | $Ru^{3+} \left( \begin{array}{c} \text{C}_5\text{H}_4\text{N}_2 \\ \text{C}_5\text{H}_4\text{N}_2 \end{array} \right)_3$   |
| Нитрофенантролин (комплекс с $Fe^{2+}$ )                  | $Fe^{2+} \left( \begin{array}{c} \text{NO}_2 \\ \text{C}_7\text{H}_4\text{N}_2 \\ \text{C}_7\text{H}_4\text{N}_2 \end{array} \right)_3$                            |
| <i>n</i> -Фенилантрапило-<br>вая кислота                  |  |
| 1,10-Фенантролин (комплекс с $Fe^{2+}$ ) (ферроин)        | $Fe^{2+} \left( \begin{array}{c} \text{C}_12\text{H}_8\text{N}_2 \\ \text{C}_12\text{H}_8\text{N}_2 \end{array} \right)_3$   |
| <i>n</i> -Этоксихризоидин                                 | $C_2H_5O-\text{C}_6H_4-N=N-\text{C}_6H_3(NH_2)-NH_2 \cdot HCl$   |
| 2,2'-Дипиридил (комплекс с $Fe^{2+}$ )                    | $Fe^{2+} \left( \begin{array}{c} \text{C}_5\text{H}_4\text{N}_2 \\ \text{C}_5\text{H}_4\text{N}_2 \end{array} \right)_3$   |
| 5,6-Диметил-1, 10-<br>фенантролин (комплекс с $Fe^{2+}$ ) | $Fe^{2+} \left( \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \text{C}_12\text{H}_8\text{N}_2 \\ \text{C}_12\text{H}_8\text{N}_2 \end{array} \right)_3$ |
| <i>o</i> -Дианизидин                                      |  |

| Раствор  | $E_0$ | Окраска           |                       |
|--|-------|-------------------|-----------------------|
|  |       | окисленной формы  | восстановленной формы |
| В разбавленной HCl   | +1,33 | Бесцветная        | Желтая                |
| 0,025 M в воде   | +1,25 | Бледно-голубая    | Красная               |
| а) 0,2%-ный в воде<br>б) 0,1%-ный в 0,2%-ном растворе $Na_2CO_3$           | +1,08 | Фиолетово-красная | Бесцветная            |
| 0,025 M; 1,624 солянокислого фенантролина и 0,695 г $FeSO_4$ в 100 мл воды | +1,06 | Бледно-голубая    | Красная               |
| В воде   | +1,00 | Красная           | Желтая                |
| В разбавленной HCl   | +0,97 | Бледно-голубая    | Красная               |
| 0,025 M в воде   | +0,97 | Желто-зеленая     | »                     |
| В разбавленной HCl   | +0,85 | Красная           | Бесцветная            |

| Индикатор                             | Формула |
|---------------------------------------|---------|
| Дифениламинсульфонат натрия или бария |         |
| Дифенилбензидин                       |         |
| Дифениламин                           |         |

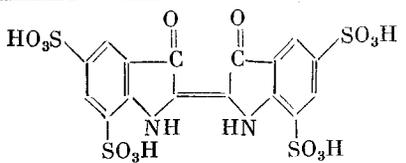
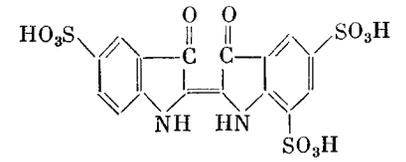
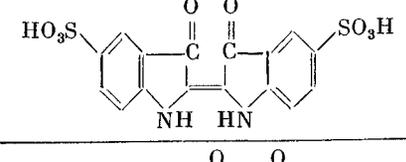
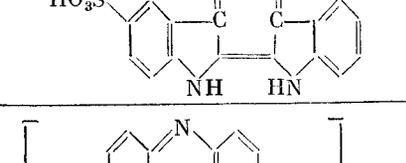
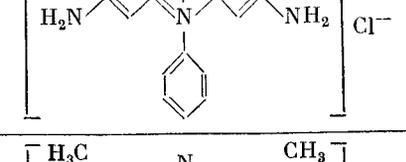
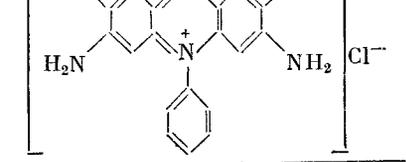
## Б. Индикаторы, чувствительные к

| Индикатор                                    | Формула |
|--|---------|
|  |         |
| 2,6-Дибромбензолиндофенол (натриевая соль)   |         |
| 2,6-Дихлорфенолиндофенол (натриевая соль)    |         |
| o-Крезолиндофенол (натриевая соль)           |         |
| Тионин (диаминофенотиазин; фиолетовый Лаута) |         |
| Метиленовая синяя                            |         |

| Раствор   | E <sub>0</sub> , в | Окраска           |                       |
|---|--------------------|-------------------|-----------------------|
|   |                    | окисленной формы  | восстановленной формы |
| 0,05%-ный в воде  | +0,84              | Красно-фиолетовая | »                     |
| 1%-ный в концентрированной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | +0,76              | Фиолетовая        | »                     |
| 1%-ный в концентрированной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | +0,76              | »                 | »                     |

## изменению pH и ионной силы раствора

| Раствор                    | E <sub>0</sub> , в при pH, равном |       | Окраска          |                       |
|----------------------------|-----------------------------------|-------|------------------|-----------------------|
|                            | 0                                 | 7     | окисленной формы | восстановленной формы |
| 0,02%-ный в воде           | +0,64                             | +0,22 | Синяя            | Бесцветная            |
| 0,02%-ный в воде           | +0,64                             | +0,22 | »                | »                     |
| 0,02%-ный в воде           | +0,62                             | +0,19 | »                | »                     |
| 0,05%-ный в 60%-ном спирте | +0,56                             | +0,06 | Фиолетовая       | »                     |
| 0,05%-ный в воде           | +0,53                             | +0,01 | Синяя            | »                     |

| Индикатор                                  | Формула   |
|--|---|
|  |   |
| Индиготетрасульфоновая кислота             |    |
| Индиготрисульфоновая кислота               |    |
| Индигокармин (индигодисульфоновая кислота) |    |
| Индигомоносульфоновая кислота              |    |
| Феносафранин                               |   |
| Сафранин Т                                 |  |
| Нейтральный красный                        | См. стр. 171.   |

| Раствор                    | E <sub>0</sub> , ε при pH, равном |       | Окраска           |                       |
|----------------------------|-----------------------------------|-------|-------------------|-----------------------|
|                            | 0                                 | 7     | окисленной формы  | восстановленной формы |
| 0,05%-ный в воде           | +0,37                             | -0,05 | Синяя             | Бесцветная            |
| 0,05%-ный в воде           | +0,33                             | -0,08 | »                 | »                     |
| 0,05%-ный в воде           | +0,29                             | -0,13 | »                 | »                     |
| 0,05%-ный в воде           | +0,26                             | -0,16 | »                 | »                     |
| 0,05%-ный в воде           | +0,28                             | -0,25 | Красная           | »                     |
| 0,05%-ный в воде           | +0,24                             | -0,29 | Фиолетово-красная | »                     |
| 0,01%-ный в 60%-ном спирте | +0,24                             | -0,33 | Красная           | »                     |

## Свойства некото

## рых растворителей

| № пп. | Растворитель   | Формула  | Молекулярный вес | Плотность при 20° С г/см <sup>3</sup> | Показатель преломления | Температура пл., °С | Температура кип., °С | Давление пара см рт. ст. | Поверхностное натяжение при 20° С дин/см | Растворимость в воде г/100 мл | Диэлектрическая проницаемость (~20 °С) | Температура вспышк., °С | № пп. |
|-------|--|--|------------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------|-------|
|       |  |  | M                |                                       |                        |                     |                      |                          |  |                               |  |                         |       |
| 1     | Амилацетат (изо)   | $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH} \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$  | 130,190          | 0,856                                 | 1,400                  | —                   | 135,5                | —                        | —  | 0,25 (15 °С)                  | 5,86                                   | 25                      | 1     |
| 2     | Амиловый спирт (изо)   | $\begin{matrix} \text{H}_3\text{C} \\ \text{H}_3\text{C} \end{matrix} \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$  | 88,151           | 0,806                                 | 1,406                  | -134                | 128                  | 0,2 (20 °С)              | 23,7                                     | 2,65                          | 15,8                                   | 42                      | 2     |
| 3     | Анилин   | $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$  | 93,130           | 1,022                                 | 1,586                  | -6,0                | 184,25               | 0,24 (50 °С)             | 42,9                                     | 3,4 (20 °С)                   | 7,2                                    | -71                     | 3     |
| 4     | Ацетон   | $\text{CH}_3\text{COCH}_3$   | 58,081           | 0,791                                 | 1,359                  | -94,9               | 56,1                 | 22,9 (25 °С)             | 23,7                                     | ∞                             | 21,3                                   | -16,7                   | 4     |
| 5     | Бензиловый спирт   | $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$   | 108,141          | 1,045                                 | 1,539                  | -15,3               | 206                  | 0,1 (60 °С)              | 38,3                                     | 4 (17 °С)                     | 13,1                                   | —                       | 5     |
| 6     | Бензол   | $\text{C}_6\text{H}_6$   | 78,144           | 0,8790                                | 1,5014                 | +5,5                | 80,8                 | 9,6 (25 °С)              | 28,9                                     | 0,082 (22 °С)                 | 2,3                                    | -8                      | 6     |
| 7     | Бутанол (норм.)  | $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$  | 74,124           | 0,810                                 | 1,399                  | -79,9               | 117,7                | 0,64 (25 °С)             | 24,6                                     | 7,9 (20 °С)                   | 17,8                                   | 42                      | 7     |
| 8     | Бутанол (изо)  | $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$  | 74,124           | 0,803                                 | 1,396                  | -108                | 108                  | 1,8 (31 °С)              | —  | 7,6 (18 °С)                   | 18,8                                   | 34                      | 8     |
| 9     | Бутиламин (норм.)  | $\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$  | 73,140           | 0,740                                 | 1,401                  | -50,6               | 77,8                 | —                        | 21,6                                     | ∞                             | 5,4                                    | —                       | 9     |
| 10    | Бутилацетат (норм.)  | $\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$   | 116,162          | 0,882                                 | 1,395                  | -77                 | 125                  | —                        | —  | 0,05 (25 °С)                  | 5,0                                    | —                       | 10    |
| 11    | Бутилцеллозольв (этиленгликоль-моно- <i>n</i> -бутиловый эфир) | $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}_4\text{H}_9$  | 118,178          | 0,902                                 | 1,417                  | —                   | 170,6                | —                        | —  | 50                            | —                                      | 60                      | 11    |
| 12    | Вода   | $\text{H}_2\text{O}$   | 18,016           | 0,997                                 | 1,333                  | 0,00                | 100,0                | 2,38 (25 °С)             | 72,75                                    | —                             | 80                                     | Не воспл.               | 12    |
| 13    | Гексан (норм.)   | $\text{C}_6\text{H}_{14}$  | 86,178           | 0,6603                                | 1,3754                 | -94                 | 68,8                 | 15,1 (25 °С)             | 18,4                                     | 0,014 (16 °С)                 | 1,9                                    | -31                     | 13    |
| 14    | Глицерин   | $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$   | 92,097           | 1,261                                 | 1,473                  | +18,2               | 290                  | 0,1 (125 °С)             | 64,5                                     | ∞                             | 43                                     | 160                     | 14    |
| 15    | Декалин (дигидронафталин)                                      | $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$   | 138,255          | 0,890                                 | 1,475                  | -125                | 189-192              | 0,06 (20 °С)             | —  | п. р.                         | —                                      | 57-58                   | 15    |
| 16    | Диизопропиловый эфир (изопрропиловый эфир)                     | $\begin{matrix} \text{H}_3\text{C} \\ \text{H}_3\text{C} \end{matrix} \text{CH}-\text{O}-\text{CH} \begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$ | 102,178          | 0,715                                 | 1,368                  | <-60                | 68                   | 15,8 (20 °С)             | 32                                       | 4 (23 °С)                     | —                                      | -22                     | 16    |
| 17    | Дихлорэтан (этилендихлорид)                                    | $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$  | 98,968           | 1,257                                 | 1,444                  | -35,3               | 83,5                 | 7,7 (25 °С)              | 0,84                                     | 0,87 (20 °С)                  | 10,5                                   | 12                      | 17    |
| 18    | 1,4-Диоксан  | $(\text{CH}_2)_4\text{O}_2$  | 88,108           | 1,033                                 | 1,422                  | +11,7               | 101,1                | 2,7 (20 °С)              | 36,5                                     | ∞                             | 3,0                                    | 5                       | 18    |
| 19    | о-Дихлорбензол   | $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$  | 147,012          | 1,305                                 | 1,552                  | -16,7               | 180,2                | 0,13 (25 °С)             | —  | 0,008 (25 °С)                 | 7,5                                    | 77                      | 19    |

| № пп. | Растворитель                                      | Формула   | Молекулярный вес | Плотность при 20 °С г/см <sup>3</sup> | Показатель преломления | Температура пл., °С | Температура кип., °С | Давление пара см рт. ст. | Поверхностное натяжение при 20 °С дин/см | Растворимость в воде, г/100 мл | Диэлектрическая проницаемость (~20 °С) | Температура вспышки, °С | № пп. |
|-------|---|---|------------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|--|--------------------------------|--|-------------------------|-------|
|       |   |   | М                |                                       |                        |                     |                      |                          |  |                                |  |                         |       |
| 20    | Диэтиловый эфир (этиловый эфир)                   | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>        | 74,124           | 0,714                                 | 1,354                  | -117,6              | 34,6                 | 53,7 (25 °С)             | 16,5                                     | 7,5 (20 °С)                    | 4,3                                    | -40                     | 20    |
| 21    | Ксилол (смесь изомеров)                           | C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>                                      | 106,169          | 0,88                                  | 1,506                  | -25,3               | 136-145              | 1,0 (20 °С)              | 28                                       | н. р.                          | 2,4                                    | 20                      | 21    |
| 22    | Метанол   | CH <sub>3</sub> OH  | 32,043           | 0,792                                 | 1,329                  | -94,9               | 64,65                | 12,4 (25 °С)             | 22,5                                     | ∞                              | 32,3                                   | 6,5                     | 22    |
| 23    | Метилизобутилкетон (гексон)                       | (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> COCH <sub>3</sub> | 100,162          | 0,800                                 | 1,396                  | -                   | 115,65               | 2,0 (25 °С)              | -  | 1,7 (25 °С)                    | -                                      | 15,6                    | 23    |
| 24    | Метилцеллозольв (этиленгликольмонометиловый эфир) | HO-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -O-CH <sub>3</sub>              | 76,097           | 0,965                                 | 1,403                  | -                   | 124,5                | -                        | -  | ∞                              | 17,2                                   | 36                      | 24    |
| 25    | Метилэтилкетон                                    | CH <sub>3</sub> COC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>                     | 72,108           | 0,805                                 | 1,379                  | -                   | 79,6                 | 9,84 (25 °С)             | 24,6                                     | -                              | 18,4                                   | -7,2                    | 25    |
| 26    | Нитробензол                                       | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>                       | 123,114          | 1,203                                 | 1,552                  | +5,7                | 210                  | 0,75 (80 °С)             | 43,6                                     | 0,19 (20 °С)                   | 35,5                                   | 90                      | 26    |
| 27    | Октан (норм.)                                     | C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>                                      | 114,232          | 0,703                                 | 1,398                  | -57                 | 125,6                | 1,1 (20 °С)              | -  | 0,0015 (20 °С)                 | 2,0                                    | +17                     | 27    |
| 28    | Октан (изо)                                       | C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>                                      | 114,232          | 0,708                                 | 1,401                  | -                   | 118                  | -                        | -  | -                              | -                                      | -                       | 28    |
| 29    | Пиридин   | C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N                                     | 79,103           | 0,982                                 | 1,509                  | -38,2               | 115,1                | 1,54                     | 36,6                                     | ∞                              | 12,5                                   | 20                      | 29    |
| 30    | Пропанол (норм.)                                  | C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH                                    | 60,097           | 0,804                                 | 1,385                  | -127                | 97,2                 | 1,45                     | 23,6                                     | ∞                              | -                                      | 25                      | 30    |
| 31    | Пропанол (изо)                                    | C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH                                    | 60,097           | 0,789                                 | 1,381                  | -88,5               | 82,3                 | 10,0 (39 °С)             | 21,7                                     | ∞                              | 18,6                                   | 18,8                    | 31    |
| 32    | Серная кислота                                    | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                      | 98,082           | 1,834                                 | 1,429                  | +10,5               | (330)                | <0,001 (25 °С)           | (55)                                     | ∞                              | >84                                    | Не воспл.               | 32    |
| 33    | Скипидар  | -   | -                | 0,85-0,88                             | -1,47                  | -                   | 153-180              | 0,45 (20 °С)             | 14,4                                     | н. р.                          | 2,17                                   | 30-37                   | 33    |
| 34    | Сероуглерод                                       | CS <sub>2</sub>   | 76,143           | 1,263                                 | 1,627                  | -112,8              | 46,25                | 29,8 (20 °С)             | 33,6                                     | 0,10 (20 °С)                   | 2,7                                    | -20                     | 34    |
| 35    | Тетралин  | C <sub>10</sub> H <sub>12</sub>                                     | 132,207          | 0,971                                 | 1,543                  | -35                 | 207,3                | 0,03 (20 °С)             | -  | н. р.                          | -                                      | 78                      | 35    |
| 36    | Толуол  | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>                       | 92,141           | 0,866                                 | 1,496                  | -95                 | 110,8                | 2,8 (25 °С)              | 28,4                                     | 0,047 (20 °С)                  | 2,4                                    | 5                       | 36    |
| 37    | Углерод четыреххлористый                          | CCl <sub>4</sub>  | 153,839          | 1,595                                 | 1,461                  | -22,9               | 76,7                 | 11,5 (25 °С)             | 26                                       | 0,08 (20 °С)                   | 2,2                                    | Не воспл.               | 37    |
| 38    | Уксусная кислота                                  | CH <sub>3</sub> COOH  | 60,054           | 1,049                                 | 1,372                  | +16,6               | 118,1                | 1,5 (25 °С)              | 27,8                                     | ∞                              | 9,5                                    | 40                      | 38    |
| 39    | Фурфурол  | C <sub>4</sub> H <sub>3</sub> CHO <sub>2</sub>                      | 96,087           | 1,160                                 | 1,526                  | -39                 | 162,1                | 2,5 (72 °С)              | 43,5                                     | 8,3 (20 °С)                    | 41,9                                   | 94                      | 39    |
| 40    | Хлорбензол (моно)                                 | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl                                    | 112,563          | 1,107                                 | 1,525                  | -45                 | 132,0                | 0,88 (20 °С)             | 33,2                                     | 0,049 (30 °С)                  | 5,7                                    | 29                      | 40    |
| 41    | Хлороформ   | CHCl <sub>3</sub>   | 119,390          | 1,489                                 | 1,446                  | -63,5               | 61,2                 | 19,9 (25 °С)             | 27,1                                     | 0,822 (20 °С)                  | 5,1                                    | Не воспл.               | 41    |
| 42    | Циклогексан                                       | C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>                                      | 84,163           | 0,779                                 | 1,426                  | 6,5                 | 81                   | 7,8 (25 °С)              | -  | н. р.                          | 2,0                                    | 17                      | 42    |
| 43    | Циклогексанол                                     | C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> OH                                   | 100,162          | 0,894                                 | 1,465                  | +24                 | 161,5                | 1,0 (56 °С)              | 34,0                                     | 5,7 (15 °С)                    | 10                                     | 68-72                   | 43    |
| 44    | Циклогексанон                                     | C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O                                    | 98,146           | 0,949                                 | 1,452                  | -                   | 155                  | 0,85 (20 °С)             | -  | 2,4 (31 °С)                    | -                                      | 40                      | 44    |
| 45    | Этанол  | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH                                    | 46,070           | 0,789                                 | 1,362                  | -111,8              | 78,32                | 5,9 (25 °С)              | 21,9                                     | ∞                              | 25,0                                   | 11                      | 45    |
| 46    | Этаноламин  | H <sub>2</sub> NCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH                  | 61,086           | 1,018                                 | 1,454                  | +10,5               | 172,2                | -                        | -  | ∞                              | -                                      | -                       | 46    |
| 47    | Этилацетат  | CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>                    | 88,108           | 0,901                                 | 1,372                  | -83,6               | 77,15                | 7,3 (20 °С)              | 23,75                                    | 8,3 (20 °С)                    | 6,2                                    | 4,4                     | 47    |
| 48    | Этиленгликоль                                     | HOCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH                                | 62,070           | 1,114                                 | 1,431                  | -17,4               | 197,4                | 3,9 (120 °С)             | 47,7                                     | ∞                              | 41,2                                   | 4                       | 48    |

## Экстракция органическими растворителями

## А. Экстракция различных элементов в виде дитизонатов (Dz — ион дитизона)

Реактив — раствор дитизона в хлороформе или четыреххлористом углероде; Э — экстрагируется обоими органическими растворителями; Н — не экстрагируется

| Элемент                  | Комплекс                    | Окраска                   | Максимум светопоглощения $\lambda$ , м.мк | Растворимость в $\text{CHCl}_3$ или $\text{CCl}_4$ | pH экстракции                                      | Примечания  |   |
|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|---|--|--|---|---|
| $\text{Ag}^+$            | $\text{AgHDz}$              | Желтая                    | 460                                       | Э  | Разбавленный раствор минеральной кислоты           | —   |   |
| $\text{Au}^{\text{III}}$ | $\text{Ag}_2\text{Dz}$      | Красно-фиолетовая         | —   | Н  | Щелочной раствор                                   | Незначительно растворим в $\text{CHCl}_3$ (красный раствор)<br>При встряхивании сначала появляется красная окраска; эта окраска быстро переходит в оранжевую, потом в желтую. В $\text{CCl}_4$ образуются хлопья. По-видимому, $\text{Au}^{\text{III}}$ восстанавливается до $\text{Au}^{\text{I}}$ |   |
|                          | *                           | Желтая                    | —   | $\text{CHCl}_3$                                    | Разбавленный раствор минеральной кислоты           |   |   |
| $\text{Bi}^{3+}$         | $\text{Bi}(\text{HDz})_3$   | Оранжево-желтая           | 600                                       | Э  | $>2(\text{CCl}_4)$                                 | —<br>Так же реагирует в присутствии KCN   |   |
|                          | $\text{Bi}_2(\text{Dz})_3$  | Оранжево-желтая           | 505                                       | Э  | Щелочной раствор                                   |   |   |
| $\text{Cd}^{2+}$         | $\text{Cd}(\text{HDz})_2$   | Красная                   | 620                                       | Э  | Щелочной раствор                                   | Устойчив при встряхивании с 1 н. раствором NaOH   |   |
| $\text{Co}^{2+}$         | $\text{Co}(\text{HDz})_2$   | Фиолетовая                | —   | Э  | 7—9 (оптимально в $\text{CCl}_4$ )                 | Раствор дитизоната в органическом растворителе вполне устойчив по отношению к разбавленным минеральным кислотам<br>Возможно появление продуктов разложения  |   |
|                          | $\text{CoDz}(\text{?})$     | Коричневая                | —   | Э  | Сильнощелочной раствор                             |   |   |
| $\text{Cu}^+$            | $\text{CuHDz}$              | Фиолетовая                | —   | Э  | Разбавленный раствор минеральной кислоты (~0,1 н.) | —   |   |
|                          | $\text{Cu}_2\text{Dz}$      | Красно-коричневая         | —   | Э  | Щелочной раствор                                   | Лишь незначительно растворим в $\text{CCl}_4$   |   |
|                          | $\text{Cu}^{2+}$            | $\text{Cu}(\text{HDz})_2$ | Фиолетово-красная                         | 545  | Э  | Разбавленный раствор минеральной кислоты  | Определение по смешанной окраске рекомендуется проводить при $\lambda = 510$ м.мк или 625 м.мк<br>Может быть образован также и в слабощелочном растворе, когда ионы меди находятся в присутствии избытка дитизона |
|                          |                             | $\text{CuDz}$             | Желто-коричневая                          | —  | Э  | Щелочной раствор  |   |
| $\text{Fe}^{2+}$         | *                           | Фиолетово-красная         | —   | Э  | 6—7 ( $\text{CCl}_4$ )                             | $\text{Fe}^{\text{III}}$ не образует комплекса, но окисляет дитизон в щелочной среде, особенно в присутствии цианида  |   |
| $\text{Hg}_2^{2+}$       | $\text{Hg}_2(\text{HDz})_2$ | Оранжевая                 | —   | Э  | Разбавленный раствор минеральной кислоты           | —   |   |
| $\text{Hg}^{2+}$         | $\text{Hg}_2\text{Dz}$      | Пурпурно-красная          | —   | Э  | Щелочной раствор                                   | —<br>Может также образоваться в слабощелочном растворе при избытке дитизона. Чувствителен к свету. Определение по смешанной окраске рекомендуется проводить при $\lambda = 500$ м.мк или 610 м.мк   |   |
|                          | $\text{Hg}(\text{HDz})_2$   | Оранжево-желтая           | 530                                       | Э  | Разбавленный раствор минеральной кислоты           |   |   |

\* Точный состав комплекса не установлен.

| Элемент          | Комплекс                 | Окраска   | Максимум светопоглощения $\lambda_{\text{макс}}$ | Растворимость в $\text{CHCl}_3$ или $\text{CCl}_4$ | pH экстракты   | Примечания  |
|------------------|--------------------------|---|--|--|--|---|
| Hg <sup>2+</sup> | HgDz                     | Пурпурно-красная  | —  | Э  | Щелочной раствор   | Может также образоваться в слабодокислом растворе при недостатке дитизона   |
| In <sup>3+</sup> | *                        | Красная   | 510—520  | Э  | 5—6 ( $\text{CCl}_4$ )<br>8,3—9,6 ( $\text{CHCl}_3$ )  | Так же реагирует в присутствии цианида  |
| Mn <sup>2+</sup> | *                        | Фолстово-коричневая   | —  | $\text{CHCl}_3$                                    | ~11  | Раствор очень неустойчив; при замене $\text{CHCl}_3$ на $\text{CCl}_4$ выпадают коричневые хлопья   |
| Ni <sup>2+</sup> | *                        | Коричневая (при извлечении из сильнощелочных растворов — серая) | —  | Э  | Слабощелочной раствор  | Если применяется $\text{CCl}_4$ , то растворенный в нем дитизонат никеля разлагается минеральными кислотами с трудом  |
| Pb <sup>2+</sup> | Pb(HDz) <sub>2</sub>     | Киноварно-красная   | —  | Э  | 8,5—11 (оптимально в $\text{CHCl}_3$ )   | Присутствие $\text{CN}^-$ не мешает реакции   |
| Pd <sup>2+</sup> | Pd(HDz) <sub>2</sub>     | Коричневато-зеленый   | —  | $\text{CHCl}_3$                                    | —  | Может быть получен добавлением дитизона к раствору PdDz. Устойчив в отношении 6 н. NaOH и 6 н. $\text{H}_2\text{SO}_4$  |
| *                | Pd Dz(?)                 | Коричнево-красная   | —  | $\text{CHCl}_3$                                    | Разбавленный раствор минеральной кислоты   | В $\text{CCl}_4$ растворим лишь частично с образованием темно-фиолетового раствора. Реакция проходит медленно   |
| Pt <sup>2+</sup> | *                        | Зеленая (окраска водного слоя фиолетовая)                       | —  | $\text{CCl}_4$                                     | Слабокислый раствор  | По-видимому, коллоидный раствор; иногда появляются фиолетовые хлопья. В $\text{CHCl}_3$ дитизонат платины (II) нерастворим. Платина (IV), а также и другие платиновые металлы в четырехвалентной и трехвалентной форме не реагируют |
| Sn <sup>2+</sup> | Sn(HDz) <sub>2</sub>     | Красная   | —  | Э  | >4 (оптимально 6—9 в $\text{CCl}_4$ )  | Неустойчив  |
| Tl <sup>+</sup>  | TlHDz(?)                 | Красная   | —  | Э  | 9—12 ( $\text{CCl}_4$ )  | Образуется и в присутствии $\text{CN}^-$  |
| Tl <sup>3+</sup> | Tl(HDz) <sub>3</sub> (?) | Оранжево-красная  | —  | Э  | 3—4 ( $\text{CCl}_4$ )   | Реакция проходит не полностью; талий (III) окисляет дитизон   |
| Zn <sup>2+</sup> | Zn(HDz) <sub>2</sub>     | Пурпурно-красная  | 535  | Э  | Нейтральный или слабощелочной раствор (оптимально при pH 8,3 в цитратном буферном растворе извлечением $\text{CHCl}_3$ ) | При избытке дитизона реакция проходит полностью и в слабодокислой среде. Присутствие тиосульфата не мешает реакции  |

\* Точный состав комплекса не установлен.

**Действие маскирующих реагентов при экстракции  
в виде дитизонатов**

| Условия экстрагирования  | Элементы, реагирующие с дитизоном  |
|--|--|
| Щелочной раствор, содержащий цианид  | $Pb^{2+}$ , $Sn^{2+}$ , $Tl^+$ , $Bi^{3+}$                                   |
| Слабокислый раствор, содержащий цианид   | $Pd^{2+}$ , $Hg^{2+}$ , $Ag^+$ , $Cu^{2+}$                                   |
| Разбавленный кислый раствор, содержащий роданид                                  | $Hg^{2+}$ , $Au^{3+}$ , $Cu^{2+}$  |
| Разбавленный кислый раствор, содержащий роданид и цианид                         | $Hg^{2+}$ , $Cu^{2+}$  |
| Разбавленный кислый раствор, содержащий бромид или иодид                         | $Pb^{2+}$ , $Au^{3+}$ , $Cu^{2+}$  |
| Разбавленный кислый раствор, содержащий этилендиаминтетраацетат                  | $Hg^{2+}$ , $Ag^+$   |
| Слабокислый раствор (рН 5), содержащий тиосульфат (дитизон растворен в $CCl_4$ ) | $Pd^{2+}$ , $Sn^{2+}$ , $Zn^{2+}$ ,<br>( $Cd^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Ni^{2+}$ ) |
| Слабокислый раствор (рН 4—5), содержащий тиосульфат и цианид                     | $Zn^{2+}$ , $Sn^{2+}$  |
| Цитрат и тартрат в щелочной среде  | Обычно не мешают экстрагированию дитизонатов                                 |

**Б. Экстракция различных элементов в виде диэтилдитиокарбаматов**

| Элемент    | Оптимальные значения рН экстракции | Экстрагент и условия экстракции   |
|------------|------------------------------------|---|
| $Ag^+$     | 3                                  | Этилацетат  |
| $As^{III}$ | 4—11                               | Четыреххлористый углерод  |
| $Bi^{3+}$  | 4—5,6                              | То же   |
|            | 1—10                               | Хлороформ, диэтиловый эфир, этилацетат  |
|            | 11                                 | Четыреххлористый углерод в присутствии этилендиаминтетраацетата и KCN   |
| $Cl^{2+}$  | 3                                  | Этилацетат  |
|            | 11                                 | Четыреххлористый углерод в присутствии KCN  |
| $Co^{2+}$  | 6—8                                | Хлороформ   |
| $Cr^{VI}$  | 0—6                                | То же   |
| $Cu^{2+}$  | 1—3,5                              | »   |
|            | Щелочной раствор                   | Этилацетат в присутствии этилендиаминтетраацетата; последующей обработкой кислотой можно отделить от других извлекаемых в этих условиях элементов |

| Элемент           | Оптимальные значения рН экстракции       | Экстрагент и условия экстракции                                       |
|-------------------|--|---|
| Fe <sup>2+</sup>  | 4—11                                     | Четыреххлористый углерод  |
| Fe <sup>3+</sup>  | 0—10                                     | Хлороформ   |
| Ca <sup>3+</sup>  | 3  | Этилацетат (требуется избыток реактива)                               |
| Hg <sup>2+</sup>  | 3  | Этилацетат  |
|                   | 11                                       | Четыреххлористый углерод в присутствии этилендиаминтетраацетата       |
| In <sup>3+</sup>  | 3  | Этилацетат  |
|                   | 9  | Четыреххлористый углерод в присутствии KCN                            |
| Mn <sup>2+</sup>  | 6,5                                      | Этилацетат (требуется избыток реактива)                               |
| Mo <sup>VI</sup>  | 3  | Этилацетат  |
| Nb <sup>V</sup>   | Слабокислый раствор                      | Четыреххлористый углерод  |
|                   | 0—10                                     | Хлороформ, этилацетат   |
| Os <sup>VI</sup>  | 7,9<br>(извлечение медленное и неполное) | Четыреххлористый углерод  |
| Pb <sup>2+</sup>  | Сильнокислый раствор                     | Этиловый эфир, этилацетат   |
|                   | 11                                       | Четыреххлористый углерод в присутствии KCN                            |
| Re <sup>VI</sup>  | Концентрированная HCl                    | Этилацетат  |
| Sb <sup>III</sup> | 4—9,5                                    | Четыреххлористый углерод  |
| Se <sup>IV</sup>  | 5—6                                      | Четыреххлористый углерод  |
| Sn <sup>IV</sup>  | 5—6                                      | То же   |
| Te <sup>IV</sup>  | 3  | Этилацетат  |
|                   | 5 н. Н <sup>+</sup> —3,3                 | Хлороформ, бензол   |
|                   | 8,5—8,7                                  | Четыреххлористый углерод в присутствии этилендиаминтетраацетата и KCN |
| Tl <sup>+</sup>   | 3  | Этилацетат (требуется избыток реактива)                               |
| Tl <sup>3+</sup>  | 11                                       | Четыреххлористый углерод в присутствии этилендиаминтетраацетата и KCN |
| U <sup>VI</sup>   | 6,5—8,5                                  | Хлороформ, амилацетат, диэтиловый эфир                                |
| V <sup>V</sup>    | 3  | Этилацетат  |
| W <sup>VI</sup>   | 1—1,5                                    | »   |

Действие маскирующих реагентов при экстракции  
в виде диэтилдитиокарбаматов

| Условия экстрагирования                                    | Элементы, реагирующие<br>с диэтилдитиокарбаматом   |
|--|--|
| В присутствии этилендиамина тетраацетата<br>при pH 11      | Ag <sup>+</sup> , Bi <sup>3+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup> ,<br>Pd <sup>2+</sup> , Tl <sup>3+</sup>  |
| В присутствии KCN при pH 9                                 | Bi <sup>2+</sup> , In <sup>3+</sup> , Mn <sup>2+</sup> ,<br>Sb <sup>3+</sup> , Te <sup>IV</sup> , Tl <sup>3+</sup> |
| То же при pH 11  | Bi <sup>3+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , Tl <sup>3+</sup>  |
| В присутствии этилендиамина тетраацетата<br>и KCN при pH 9 | Bi <sup>3+</sup> , Sb <sup>3+</sup> , Te <sup>IV</sup> , Tl <sup>3+</sup>  |
| То же при pH 11  | Bi <sup>3+</sup> , Tl <sup>3+</sup>  |

В. Экстракция различных элементов в виде купферронатов

| Элемент          | Оптимальные условия экстракции                        | Экстрагент                                |
|------------------|---|---|
| Al <sup>3+</sup> | pH 2—5  | Хлороформ                                 |
| Bi <sup>3+</sup> | HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                   | Толуол, метилэтилкетон                    |
| Cd <sup>2+</sup> | Нейтральный раствор                                   | Кипящий диэтиловый эфир                   |
| Ce <sup>4+</sup> | pH 2  | Бутилацетат                               |
| Co <sup>2+</sup> | CH <sub>3</sub> COOH, разбавленная                    | Этилацетат или диэтиловый<br>эфир         |
| Cu <sup>2+</sup> | HCl, разбавленная (1 : 9)                             | Хлороформ                                 |
| Fe <sup>3+</sup> | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , разбавленная (1 : 9) | Хлороформ, диэтиловый<br>эфир, этилацетат |
| Hg <sup>2+</sup> | Нейтральный раствор                                   | Бензол, хлороформ                         |
| In <sup>3+</sup> | Разбавленная кислота                                  | То же                                     |
| Mn <sup>2+</sup> | Нейтральный раствор                                   | Диэтиловый эфир                           |
| Mo <sup>VI</sup> | HCl, разбавленная (2 : 9)                             | Этилацетат, хлороформ                     |
| Nb <sup>V</sup>  | Кислый раствор  | Хлороформ                                 |
| Ni <sup>2+</sup> | Нейтральный раствор                                   | Различные органические<br>растворители    |

| Элемент           | Оптимальные условия экстракции                                | Экстрагент                            |
|-------------------|---|---------------------------------------|
| Pa(?)             | 1—4 н. кислота  | Бензол, диэтиловый эфир, хлороформ    |
| Sb <sup>III</sup> | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , разбавленная (1 : 9)         | Хлороформ                             |
| Sn <sup>2+</sup>  | 1,5 н. кислота  | Бензол, хлороформ                     |
| Sn <sup>IV</sup>  | HCl, разбавленная (1 : 9)                                     | Этилацетат                            |
| Th <sup>IV</sup>  | То же   | Этилацетат, бутилацетат               |
| Ti <sup>IV</sup>  | »   | Хлороформ, этилацетат                 |
| U <sup>IV</sup>   | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , разбавленная (1 : 9)         | Диэтиловый эфир                       |
| V <sup>V</sup>    | HCl или H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , разбавленная (1 : 9) | Этилацетат или эфир                   |
| W <sup>VI</sup>   | HCl, разбавленная (1 : 9)                                     | Этилацетат (неполная экстракция)      |
| Zn <sup>2+</sup>  | Нейтральный раствор   | Диэтиловый эфир (неполная экстракция) |
| Zr <sup>IV</sup>  | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , разбавленная (1 : 9)         | Этилацетат                            |

Г. Экстракция различных элементов в виде оксихинолятов  
(1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ный раствор оксихинолина в хлороформе)

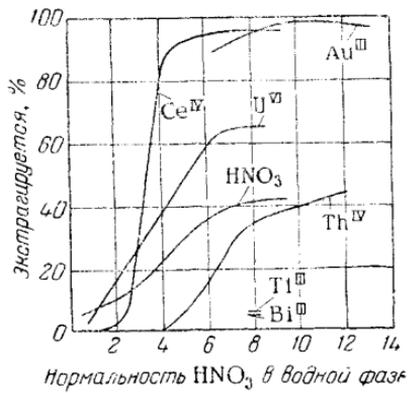
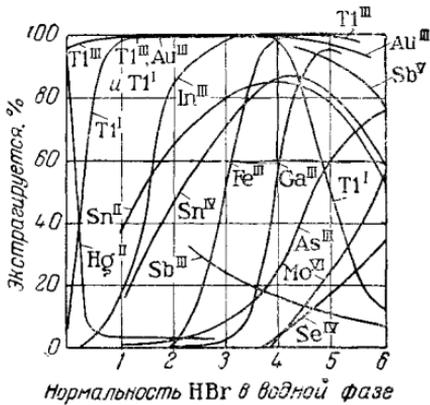
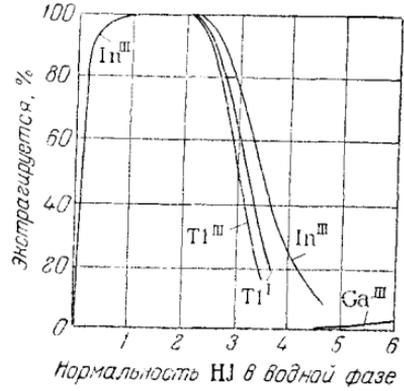
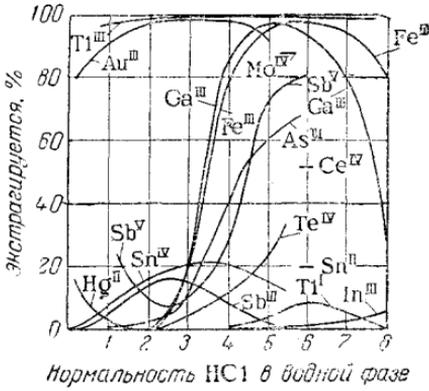
| Элемент          | Оптимальные значения pH экстракции | Экстрагент и условия экстракции                 |
|------------------|------------------------------------|---|
| Al <sup>3+</sup> | 4,8—6,7; 8,2—11,5                  | —   |
| Bi <sup>3+</sup> | 4,0—5,2                            | —   |
| Ca <sup>2+</sup> | 13                                 | Бутилцеллозольв + хлороформ                     |
| Cd <sup>2+</sup> | 8                                  | Неполная экстракция                             |
| Ce <sup>3+</sup> | 9,9—10,5                           | —   |
| Co <sup>2+</sup> | >6,8                               | —   |
| Cu <sup>2+</sup> | 2,8—14                             | При высоких значениях pH добавляют тартрат      |
| Er <sup>3+</sup> | >8,5                               | —   |
| Fe <sup>3+</sup> | 1,9—12,5                           | При высоких значениях pH добавляют тартрат      |
| Ga <sup>3+</sup> | 3,0—6,2                            | —   |
| In <sup>3+</sup> | >3,0                               | —   |
| Mg <sup>2+</sup> | 10,2                               | Бутилцеллозольв + хлороформ                     |
| Mn <sup>2+</sup> | 7,2—12,5                           | В присутствии тартрата и гексаднанферрата (II)  |
| Mo <sup>VI</sup> | 1,6—5,6                            | Так же и в присутствии этилендиаминтетраацетата |

| Элемент           | Оптимальные значения pH экстракции                                 | Экстрагент и условия экстракции        |
|-------------------|--|--|
| Nb <sup>V</sup>   | 1 н. NH <sub>4</sub> OH  | Цитратная среда                        |
| Nd <sup>3+</sup>  | >8,5   | —                                      |
| Ni <sup>2+</sup>  | 4,5—9,5  | —                                      |
| Pa <sup>+</sup>   | Насыщенный раствор (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | Неполная экстракция                    |
| Pb <sup>2+</sup>  | 8,4—12,3   | —                                      |
| Pd <sup>2+</sup>  | Разбавленная HCl   | —                                      |
| Pu <sup>IV</sup>  | 4—8  | Амилацетат                             |
| Pu <sup>VI</sup>  |  |  |
| Ru <sup>III</sup> | Ацетатная среда  | —                                      |
| Sc <sup>3+</sup>  | 6,5—8,5  | —                                      |
| Sn <sup>IV</sup>  | 2,5—5,5  | —                                      |
| Sr <sup>2+</sup>  | 11,3   | 1 M раствор оксихинолина в хлороформе  |
| Th <sup>IV</sup>  | 4,9  | Хлороформ или метилэтилобутилкетон     |
| Ti <sup>IV</sup>  | 3,8—5,0  | В присутствии перекиси водорода        |
| Tl <sup>3+</sup>  | 6,5—7,0  | 85—89% экстракции                      |
| U <sup>VI</sup>   | 4,7—8,0  | —                                      |
| V <sup>V</sup>    | 3,3—4,5  | —                                      |
| W <sup>VI</sup>   | 2,4—4,3  | В присутствии этилендиаминтетраацетата |
| Zn <sup>2+</sup>  | 4,6—13,4   | Неполная экстракция                    |
| Zr <sup>IV</sup>  | Ацетатный буфер  | —                                      |

Действие маскирующих реагентов при экстракции в виде оксихинолятов

| Условия экстрагирования   | Элементы, реагирующие с 8-оксихинолином |
|---|---|
| В присутствии этилендиаминтетраацетата при pH 8 и выше маскируются Al <sup>3+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Mn <sup>2+</sup> и Ni <sup>2+</sup> |   |
| При pH 7,9—9,0  | Ti                                      |
| При pH 2,5—9,0  | Cu                                      |

Д. Экстракция различных элементов из соляной, бромистоводородной, подистоводородной и азотной кислот равным объемом диэтилового эфира



**Вещества, применяемые для высушивания**  
**А. Высушивание газов**

| Вещество   | Характеристика  | Количество водяного пара, мг, остающегося в 1 л газа при пропускании его со скоростью 1—5 л в час; температура 30,5° С |
|--|---|--|
| CuSO <sub>4</sub>                                      | Безводный   | 2,8  |
| CaCl <sub>2</sub>                                      | Гранулированный; средний состав CaCl <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O          | 1,5  |
| CaCl <sub>2</sub>                                      | Технический безводный; средний состав CaCl <sub>2</sub> · 1/4H <sub>2</sub> O | 1,25   |
| ZnCl <sub>2</sub>                                      | В палочках  | 0,98   |
| Ba(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>                     | Безводный   | 0,82   |
| NaOH   | В палочках  | 0,80   |
| CaCl <sub>2</sub>                                      | Безводный   | 0,36   |
| Mg(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 3H <sub>2</sub> O | —   | 0,031  |
| KOH  | В палочках  | 0,014  |
| Силикагель   | —   | 0,006  |
| CaSO <sub>4</sub>                                      | Безводный   | 0,005  |
| CaO  | —   | 0,003  |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                         | 100 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> -ная  | 0,003  |
| Mg(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>                     | Безводный   | 0,002  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                         | —   | 0,001  |
| BaO  | —   | 0,0007   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                          | —   | 0,00003  |

**Б. Высушивание жидкостей**

| Жидкость             | Высушивающие вещества   |
|----------------------|---|
| Альдегиды            | CaCl <sub>2</sub> , Mg(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  |
| Амины                | NaOH, KOH, K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (но не CaCl <sub>2</sub> )  |
| Гидразины            | K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>  |
| Кетоны               | K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , CaCl <sub>2</sub> , Mg(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (для высших кетонов)                            |
| Кислоты              | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   |
| Нитрилы              | K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>  |
| Нитросоединения      | CaCl <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Mg(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  |
| Основания            | KOH, K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , BaO   |
| Сероуглерод          | CaCl <sub>2</sub> , Mg(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  |
| Спирты               | K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , CuSO <sub>4</sub> , CaO, Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (но не CaCl <sub>2</sub> , CaC <sub>2</sub> ) |
| Углеводороды         | CaCl <sub>2</sub> , Na, CaC <sub>2</sub> , Mg(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>   |
| галогидропроизводные | CaCl <sub>2</sub> , Mg(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (но не Na)   |
| Фенолы               | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   |
| Эфиры простые        | CaCl <sub>2</sub> , Na, CaC <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , Mg(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>                          |
| Эфиры сложные        | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , CaCl <sub>2</sub> , Mg(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  |

## Приготовление гигростатов

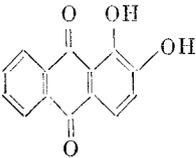
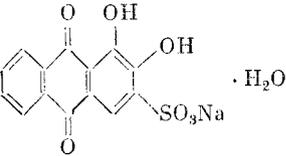
Относительное давление водяного пара над смесями твердых солей с их насыщенными водными растворами, смесями безводных солей с их гидратами и над смесями двух различных гидратов; за единицу принято давление пара воды при данной температуре

| Смесь  | Температура, °С                      |      |        |      |      |
|--|--------------------------------------|------|--------|------|------|
|  | 10                                   | 15   | 20     | 25   | 30   |
|  | относительное давление водяного пара |      |        |      |      |
| $P_2O_5$   | —                                    | —    | <0,01  | —    | —    |
| KOH  | —                                    | —    | 0,05   | —    | —    |
| NaOH   | —                                    | —    | 0,06   | —    | —    |
| $CaBr_2 \cdot 6H_2O$                               | 0,23                                 | 0,24 | 0,19   | 0,17 | 0,15 |
| $CaCl_2 \cdot 6H_2O$                               | 0,38                                 | 0,35 | 0,32   | 0,29 | 0,26 |
| $K_2CO_3 \cdot 2H_2O$                              | —                                    | —    | 0,44   | 0,45 | —    |
| $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$                           | 0,65                                 | 0,60 | 0,55   | 0,50 | 0,45 |
| $NaBr \cdot 2H_2O$                                 | 0,63                                 | 0,61 | 0,59   | 0,57 | 0,55 |
| $NH_4NO_3$   | 0,69                                 | 0,66 | 0,63   | 0,60 | 0,57 |
| NaCl   | 0,75                                 | 0,75 | 0,75   | 0,75 | 0,75 |
| $NaNO_3$   | 0,77                                 | 0,76 | 0,75   | 0,74 | 0,73 |
| KCl  | —                                    | —    | 0,86   | 0,85 | 0,85 |
| $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$                            | —                                    | 0,95 | 0,90   | 0,85 | 0,78 |
| $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$                            | —                                    | —    | 0,91   | 0,89 | 0,87 |
| $KNO_3$  | —                                    | —    | 0,95   | 0,94 | 0,94 |
| $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$                          | —                                    | —    | 0,99   | —    | —    |
| $MgCl_2 + MgCl_2 \cdot 2H_2O$                      | —                                    | —    | 0,0005 | —    | —    |
| $KOH + KOH \cdot H_2O$                             | —                                    | —    | —      | —    | 0,02 |
| $CaCl_2 + CaCl_2 \cdot H_2O$                       | —                                    | —    | 0,15   | —    | —    |
| $Na_2SO_4 + Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$                 | 0,69                                 | 0,72 | 0,76   | 0,80 | —    |
| $NaOH + NaOH \cdot H_2O$                           | —                                    | —    | 0,03   | —    | —    |
| $K_2CO_3 + K_2CO_3 \cdot 2H_2O$                    | —                                    | —    | —      | 0,05 | —    |
| $NaJ + NaJ \cdot 2H_2O$                            | —                                    | 0,12 | 0,13   | 0,14 | 0,15 |
| $Na_2CO_3 + Na_2CO_3 \cdot H_2O$                   | —                                    | —    | —      | 0,20 | —    |
| $Na_2B_4O_7 + Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$              | —                                    | —    | 0,25   | —    | —    |
| $Na_2HPO_4 + Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$                | —                                    | 0,27 | 0,28   | 0,29 | —    |
| $NaBr + NaBr \cdot 2H_2O$                          | 0,30                                 | 0,32 | 0,34   | 0,36 | 0,38 |
| $CaCl_2 \cdot H_2O + CaCl_2 \cdot 2H_2O$           | —                                    | 0,05 | —      | —    | —    |
| $CaCl_2 \cdot 2H_2O + CaCl_2 \cdot 6H_2O$          | 0,21                                 | 0,21 | 0,22   | 0,22 | 0,23 |
| $Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O + Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ | —                                    | —    | 0,39   | —    | —    |
| $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O + Na_2HPO_4 \cdot 7H_2O$    | 0,50                                 | 0,53 | 0,56   | 0,59 | 0,62 |
| $Na_2CO_3 \cdot H_2O + Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$      | 0,66                                 | 0,69 | 0,72   | 0,76 | —    |
| $Na_2HPO_4 \cdot 7H_2O + Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$   | 0,65                                 | 0,70 | 0,75   | 0,81 | —    |

## Важнейшие орга

Весов. -- весовое определение; объемн. -- объемное определе  
флюорометрическое и т. п. определения. При весовых и объемных  
число молекул реагента, связан

## А. В алфавитном

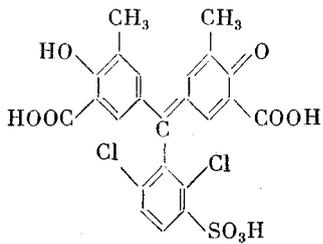
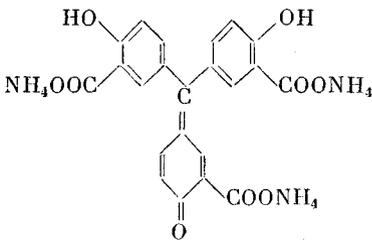
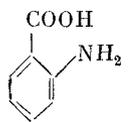
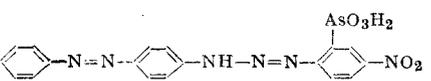
| №<br>пп. | Реактив   | Синонимы названия   |
|----------|---|---|
|          |   |   |
| 2        | Ализарин<br>                | 1,2-Дигидроксиантрахинон  |
| 3        | Ализариновый красный С<br> | Ализарин S; ализарин-сульфонат натрия; 1,2-дигидроксиантрахинон-3-сульфокислота, натриевая соль |

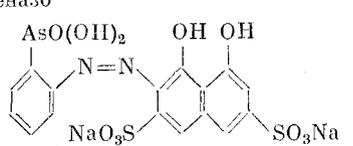
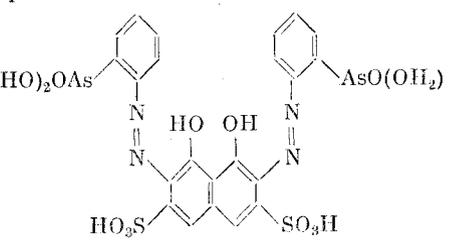
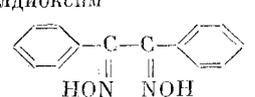
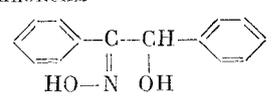
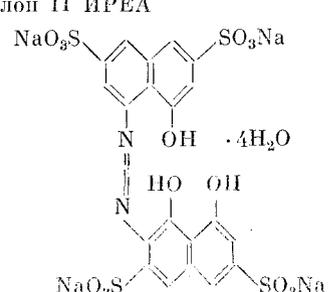
## нические реактивы

ние; фотом. -- колориметрическое, спектрофотометрическое, определений в графе «Определяемые элементы» в скобках указано  
ного с одним атомом металла

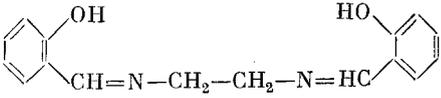
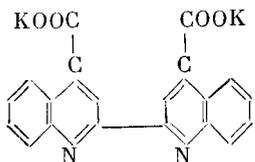
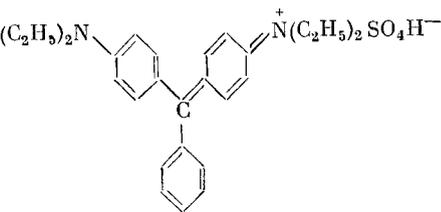
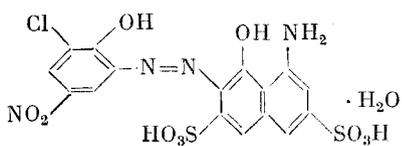
## порядке реактивов

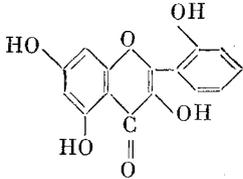
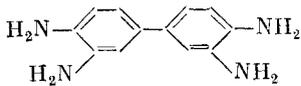
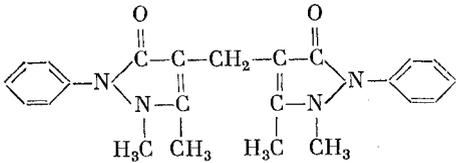
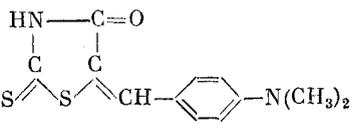
| Молекулярный вес |        | Определяемые элементы   | Метод  |
|------------------|--------|---|--------|
| М                | Ig М   |   |        |
| 398,43           | 60 035 | Ca <sup>2+</sup>  | Фотом. |
| 240,22           | 38 064 | Al <sup>3+</sup> , Zr <sup>IV</sup> , Th <sup>IV</sup> , F <sup>-</sup>                                       | Фотом. |
| 360,28           | 55 664 | Al <sup>3+</sup> , Zr <sup>IV</sup> , Th <sup>IV</sup> , Ga <sup>3+</sup> , F <sup>-</sup> , Ti <sup>IV</sup> | Фотом. |

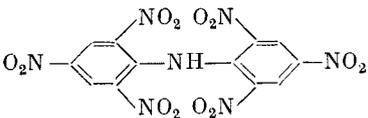
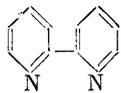
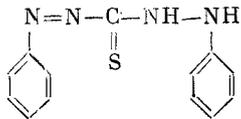
| №<br>п/п. | Реактив  | Синонимы названия   | Молекулярный вес |        | Определяемые элементы   | Метод  |
|-----------|--|---|------------------|--------|---|--------|
|           |  |   | M                | lg M   |   |        |
| 4         | Альберон<br>              | Дихлорсульфодиметил-<br>оксифуксондикарбо-<br>новая кислота; крас-<br>итель хромоксан чисто-<br>голубой БЛД | 539,35           | 73 188 | Be <sup>2+</sup> , Al <sup>3+</sup>   | Фотом. |
| 5         | Аллюминон<br>             | Аммонийная соль аурин-<br>трикарбоновой кисло-<br>ты  | 473,45           | 67 528 | Al <sup>3+</sup> , F <sup>-</sup>   | Фотом. |
| 6         | Антрациловая кислота<br> | <i>o</i> -Аминобензойная кис-<br>лота   | 137,14           | 13 716 | Cd <sup>2+</sup> Co <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> ,<br>Ni <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> (в виде MeR <sub>2</sub> ) | Весов. |
| 7         | Арсазеп<br>             | 1',4-Диазоамино-1,1'-<br>азобензол-4'-нитробен-<br>золарсоновая кисло-<br>та-2''                            | 470,28           | —      | Pb <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup>   | Фотом. |

| № пп. | Реактив   | Синонимы названия  | Молекулярный вес |        | Определяемые элементы   | Метод  |
|-------|---|--|------------------|--------|---|--------|
|       |   |  | M                | lg M   |   |        |
| 8     | Арсеназо<br>           | Бензол-2'-арсоиновая кислота-(1'-азо-2)-1,8-диоксинафталин-3,6-дисульфокислота, динатриевая соль                       | 592,30           | 77 254 | Al <sup>3+</sup> , Zr <sup>IV</sup> , In <sup>3+</sup> , P. Э. *  | Фотом. |
| 9     | Арсеназо III<br>       | Бензол-2'-арсоиновая кислота-(1'-азо-2)-бензол-2'-арсоиновая кислота-(1'-азо-7)-1,8-диоксинафталин-3,6-дисульфокислота | 776,38           | 89 008 | Th <sup>IV</sup> , Zr <sup>IV</sup> , U <sup>IV</sup> , U <sup>VI</sup> , Hf <sup>IV</sup> , Sc <sup>3+</sup> , P. Э. * | Фотом. |
| 10    | α-Бензилдиоксим<br>    | α-Дифенилдиоксим, никелон  | 240,27           | 38 070 | Ni <sup>2+</sup> (в виде MeR <sub>2</sub> )   | Весов. |
| 11    | α-Бензоиндоксим<br>   | Купрон   | 227,27           | 35 654 | Cu <sup>2+</sup> (в виде MeR <sub>2</sub> )   | Весов. |
| 12    | Бериллон II ИРЕА<br> | 3,6-Дисульфонафтол-(8-азо-7')-1',8'-диоксинафталин-3',6'-дисульфонафталин, тетра-натриевая соль                        | 810,58           | 90 882 | Be <sup>2+</sup>  | Фотом. |

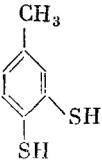
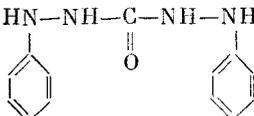
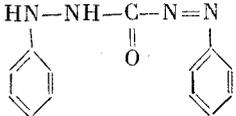
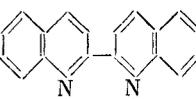
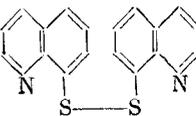
\* P. Э. — Редкоземельные элементы (лантаниды, Y и Sc).

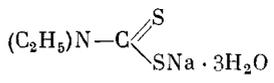
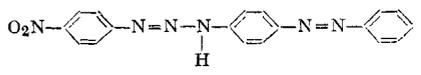
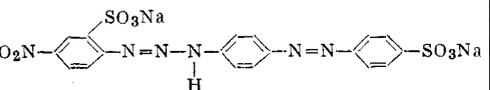
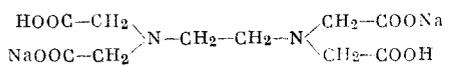
| № пп. | Реактив  | Синонимы названия | Молекулярный вес |        | Определяемые элементы                                 | Метод              |
|-------|--|-------------------|------------------|--------|---|--------------------|
|       |  |                   | M                | Ig M   |   |                    |
| 13    | Бис-салицилальдегиддиамин<br>     | —                 | 268,32           | 42 865 | Mg <sup>2+</sup>                                      | Фотом.<br>(люмин.) |
| 14    | 2,2'-Бицинохиновокислый калий<br> | —                 | 420,52           | 62 379 | Cu <sup>+</sup>                                       | Фотом.             |
| 15    | Бриллиантовый зеленый<br>        | —                 | 482,65           | 68 363 | Sb <sup>V</sup> , Tl <sup>3+</sup> , Zn <sup>2+</sup> | Фотом.             |
| 16    | Галлион ИРЕА<br>                | —                 | 536,90           | 729,89 | Ga <sup>3+</sup>                                      | Фотом.             |

| № пп. | Реактив   | Синонимы названия  | Молекулярный вес |        | Определяемые элементы   | Метод              |
|-------|---|--|------------------|--------|---|--------------------|
|       |   |  | M                | Ig M   |   |                    |
| 17    | Датика коноплевидная (экстракт)<br>    | Заменитель морина<br>Основное вещество — 3,5,7,2'-тетраоксифлаво | 286,25           | 45 675 | Al <sup>3+</sup> , Ga <sup>3+</sup> , Zr <sup>IV</sup> , Th <sup>IV</sup>   | Фотом.<br>(люмин.) |
| 18    | Диаллилдитиокарбамидогидразин<br>C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> NHCSNHNHCSNHC <sub>3</sub> H <sub>5</sub>                | —  | 230,36           | 36 241 | Cu <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , Ag <sup>+</sup>                                     | Весов.             |
| 19    | 3,3'-Диаминобензидин<br>               | Тетраамниодифенил  | 214,28           | 33 098 | Se <sup>IV</sup>  | Фотом.             |
| 20    | Диантипирилметан<br>                  | —  | 388,48           | 58 937 | Cd <sup>2+</sup> , Ti <sup>IV</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Bi <sup>3+</sup> , Co <sup>2+</sup>                                    | Весов.             |
| 21    | n-Диметиламинобензилиденордантин<br> | —  | 264,38           | 42 223 | Ag <sup>+</sup> Au <sup>+</sup> , Hg <sup>2+</sup> , Pd <sup>2+</sup> , Cu <sup>+</sup> ,<br>Pt <sup>IV</sup> , CN <sup>-</sup> | Фотом.<br>Объемн.  |

| № пп. | Реактив   | Синонимы названия                   |
|-------|---|-------------------------------------|
|       |   |                                     |
| 23    | <p>Диметилглиоксим</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{HO}-\text{N} \quad \text{N}-\text{OH} \end{array}$ | Диацетилдиоксим,<br>реактив Чугаева |
| 24    | <p>Дипикриламин</p>    | Гексанитродифенил-<br>амин          |
| 25    | <p>2,2'-Дипиридил</p>    | $\alpha, \alpha'$ -Дипиридил        |
| 26    | <p>Дитизон</p>   | Дифенилтиокарбазон                  |

| М      | lg M   | Определяемые элементы   | Метод   |
|--------|--------|---|---|
|        |        |   |   |
| 363,37 | 56 035 | Ta <sup>V</sup>   | Фотом.  |
| 116,12 | 06 491 | Ni <sup>2+</sup> , Pd <sup>2+</sup> (в виде MeR <sub>2</sub> )<br><br>Fe <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup><br>Cu <sup>2+</sup> (вместе с пиридином)  | Весов.,<br>объемн.,<br>фотом.<br>Фотом.<br>Фотом. |
| 439,23 | 64 269 | K <sup>+</sup> , Rb <sup>+</sup> , Cs <sup>+</sup> (в виде MeR)   | Весов.,<br>фотом.                                 |
| 156,19 | 19 365 | Fe <sup>2+</sup>  | Фотом.  |
| 256,34 | 40 882 | Ag <sup>+</sup> , Bi <sup>3+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> ,<br>Hg <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , In <sup>3+</sup> ,<br>Tl <sup>+</sup> , Sn <sup>2+</sup> | Фотом.  |

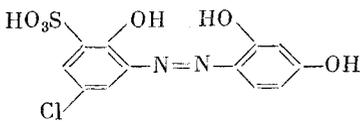
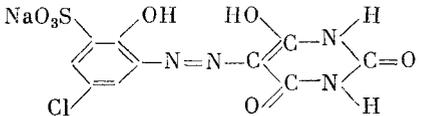
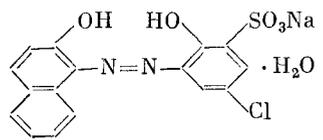
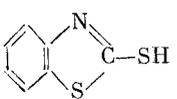
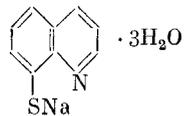
| № пп. | Реактив  | Синонимы названия             | Молекулярный вес |        | Определяемые элементы   | Метод  |
|-------|--|-------------------------------|------------------|--------|---|--------|
|       |  |                               | M                | lg M   |   |        |
| 27    | Дитиол<br>                    | 1-Метил-3,4-димер-каптобензол | 156,27           | 19 388 | $\text{Sn}^{2+}$ $\text{W}^{\text{VI}}$ , ( $\text{Mo}^{\text{VI}}$ )                       | Фотом. |
| 28    | Дифенилкарбазид<br>           | 1,5-Дифенилкарбо-гидразид     | 242,29           | 98 433 | $\text{Cr}^{\text{VI}}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ (косв.), ( $\text{Cd}^{2+}$ ) | Фотом. |
| 29    | Дифенилкарбазон<br>           | —                             | 240,27           | 38 070 | $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$  | Фотом. |
| 30    | 2,2'-Дихинолил<br>           | 2,2'-Дихинолин; кун-роин      | 256,30           | 40 875 | $\text{Cu}^+$ , ( $\text{Ti}^{3+}$ )  | Фотом. |
| 31    | 8,8'-Дихинолилдисульфид<br> | —                             | 320,44           | 50 575 | $\text{Cu}^+$   | Фотом. |

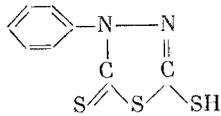
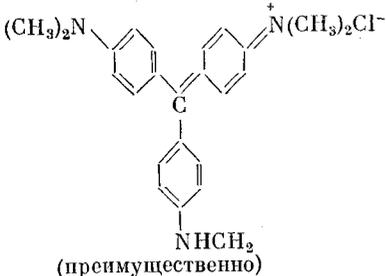
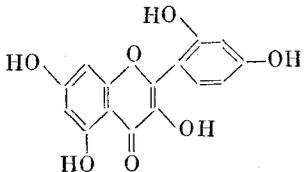
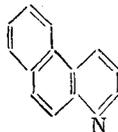
| №<br>п/п. | Реактив   | Синонимы названия  |
|-----------|---|--|
|           |   |  |
| 33        | Диэтилдитиокарбамат натрия<br> | —  |
| 34        | Каднион<br>                    | <i>n</i> -Нитрофенил-азо-аминобензол- <i>n</i> -азобензол          |
| 35        | Каднион ИРЕА<br>               | —  |
| 36        | Комплексон III<br>           | ЭДТА (этилендиаминтетраацетат натрия, трилон Б, версен, хелатон 3) |

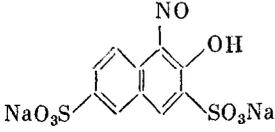
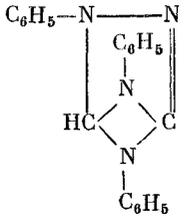
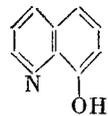
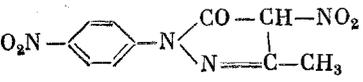
| Молекулярный вес |             | Определяемые элементы  | Метод                 |
|------------------|-------------|--|-----------------------|
| <i>M</i>         | <i>lg M</i> |  |                       |
| 469,18           | 67 134      | Ti <sup>IV</sup>   | Фотом.                |
| 225,34           | 35 284      | Cu <sup>2+</sup> , UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup>  | Фотом.                |
| 346,35           | 53 952      | Cd <sup>2+</sup>   | Качеств. (фотом.)     |
| 550,46           | 74 073      | Cd <sup>2+</sup>   | Фотом.                |
| 336,22           | 52 663      | Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Ag <sup>+</sup> , Au <sup>3+</sup> , Pd <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , V <sup>IV</sup> , Bi <sup>3+</sup> , Ga <sup>3+</sup> , In <sup>3+</sup> , Sn <sup>2+</sup> , Р. З. *, Se <sup>3+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , Ti <sup>IV</sup> , Th <sup>IV</sup> , Cr <sup>3+</sup> , Zr <sup>IV</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup> , Tl <sup>3+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Al <sup>3+</sup> , Fe <sup>3+</sup> (в виде MeR)<br>Cr <sup>3+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> | Объемн.<br><br>Фотом. |

\* Р. З. — редкоземельные элементы (лантаноиды, Y и Sc).

| № пп. | Реактив   | Синонимы названия                              | Молекулярный вес |        | Определяемые элементы   | Метод  |
|-------|---|--|------------------|--------|---|--------|
|       |   |  | M                | lg M   |   |        |
| 37    | Кристаллический фиолетовый<br>$(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{Cl}^-)-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}(\text{CH}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ | Кристалльвиолет                                | 570,14           | 75 598 | Sb <sup>V</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Tl <sup>3+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup>   | Фотом. |
| 38    | <i>n</i> -Карбоксигалланилид<br>  | 3,4,5-Триоксibenзоилпарааминобензойная кислота | 289,24           | 46 126 | Ti <sup>IV</sup>  | Фотом. |
| 39    | Купферрон<br>   | N-Нитрозофенилгидроксиламин, аммонийная соль   | 155,16           | 12 078 | Bi <sup>3+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Ga <sup>3+</sup> , Nb <sup>V</sup> , Ta <sup>V</sup> , Ti <sup>IV</sup> , Th <sup>IV</sup> , V <sup>V</sup> , Zr <sup>IV</sup> , U <sup>IV</sup><br>(в виде MeR <sub>n</sub> , где <i>n</i> — валентность металла; или осадки прокалывают до окисей) | Весов. |
| 40    | Куркумин<br>  | Бис-(4-окси-3-метоксициннамоил)-метан          | 368,39           | 56 631 | B <sup>III</sup> , Be <sup>2+</sup>   | Фотом. |

| № пп. | Реактив  | Синонимы названия   | Молекулярный вес |        | Определяемые элементы  | Метод              |
|-------|--|---|------------------|--------|--|--------------------|
|       |  |   | M                | lg M   |  |                    |
| 41    | Люмогаллион ИРЕА<br>                    | 2,2',4',4'-Триокси-5-хлор-(1-азо-1')-бензол-3-сульфокислота | 344,74           | 53 749 | Ga <sup>3+</sup>   | Фотом.<br>(люмин.) |
| 42    | Люмомагнезон ИРЕА<br>                   | 2-Окси-3-сульфо-5-хлорбензол-1-азо-барбитуровая кислота     | 384,69           | 58 511 | Mg <sup>2+</sup>   | Фотом.<br>(люмин.) |
| 43    | Магнезон ИРЕА<br>                       | 2-Нафтол-(1-азо-2')-4'-хлорфенол-6'-сульфонат натрия        | 418,80           | 62 201 | Mg <sup>2+</sup>   | Фотом.             |
| 44    | Меркаптобензтиазол<br>                 | Каптакс   | 167,26           | 22 341 | Ag <sup>+</sup> , Au <sup>3+</sup> , Bi <sup>3+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , Tl <sup>3+</sup>  | Весов.             |
| 45    | 8-Меркаптохинолин, натриевая соль<br> | Тиоксин; тиоксин  | 237,25           | 37 521 | Pd <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Mo <sup>VI</sup> , Re <sup>VI</sup> , In <sup>3+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , V <sup>IV</sup> , Co <sup>2+</sup> , Ru <sup>3+</sup> , Os <sup>3+</sup> , Tl <sup>+</sup> | Фотом.             |

| №<br>п/п. | Реактив   | Синонимы названия  | Молекулярный вес |        | Определяемые элементы  | Метод              |
|-----------|---|--|------------------|--------|--|--------------------|
|           |   |  | M                | lg M   |  |                    |
| 46        | Меркаптофенилтиотриазолон<br>                  | 5-Меркапто-3-фенил-2-тио-1,3,4-тиотриазолон; висмутол II | 226,35           | 35 478 | $\text{Bi}^{3+}$   | Фотом.             |
| 47        | Метилловый фиолетовый<br><br>(преимущественно) | Метилвиолет  | —                | —      | $\text{Sb}^{\text{V}}, \text{Zn}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Tl}^{3+}, \text{Hg}^{2+}$ | Фотом.             |
| 48        | Морин<br>                                     | 3,5,7,2',4'-Пентаоксифлавоп                              | 298,26           | 47 459 | $\text{Al}^{3+}, \text{Ga}^{3+}, \text{Zr}^{\text{IV}}, \text{Th}^{\text{IV}}$         | Фотом.<br>(люмин.) |
| 49        | β-Нафтохинолин<br>                           | Нафгин, 5,6-бензохинолин                                 | 179,22           | 25 339 | $\text{Cd}^{2+}$ (осадок прокаливают до окиси)   | Весов.             |

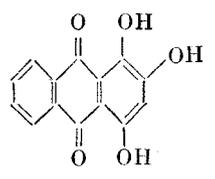
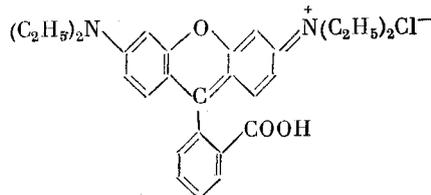
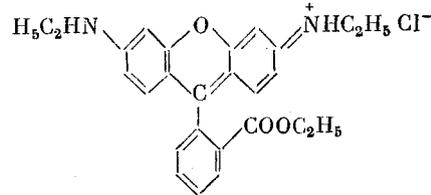
| № пп. | Реактив   | Синонимы названия  |
|-------|---|--|
|       |   |  |
| 51    | Нитрозо-Р-соль<br>         | 1-Нитрозо-2-нафтол-3,6-дисульфокислота, динатриевая соль |
| 52    | Нитрон<br>                 | 1,4-Дифенил-(3,5-эндоанил)-дигидро-1,2,4-триазол         |
| 53    | 8-Оксихинолин<br>        | o-Оксихинолин, оксин                                     |
| 54    | Пикролоновая кислота<br> | 1-( <i>n</i> -Нитрофенил)-3-метил-4-нитропиразолон-5     |

\* Торий и уран выпадают в виде осадков состава  $\text{ThR}_4 \cdot \text{HR}$  и  $\text{UO}_2\text{R}_2 \cdot \text{HR}$ ;

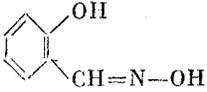
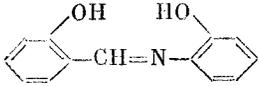
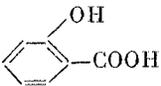
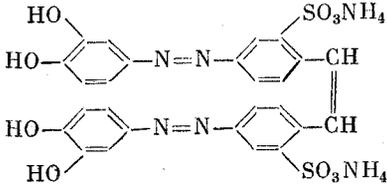
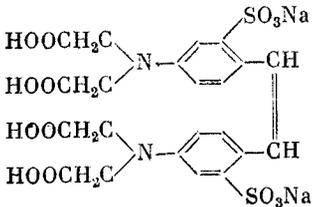
| Молекулярный вес |             | Определяемые элементы  | Метод                   |
|------------------|-------------|--|-------------------------|
| <i>M</i>         | Ig <i>M</i> |  |                         |
| 173,17           | 23 848      | $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Pd}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ (в виде $\text{MeR}_n$ , где <i>n</i> —валентность металла; или осадки прокаливают до окисей)  | Весов., фотом.          |
| 377,27           | 57 665      | $\text{Co}^{2+}$ , $\text{K}^+$ (косв.)  | Фотом.                  |
| 312,38           | 49 468      | $\text{ReO}_4^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{ClO}_4^-$ (в виде $\text{RAn}$ , где An—анион)   | Весов.                  |
| 145,16           | 16 185      | $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Ga}^{3+}$ , $\text{In}^{3+}$ , $\text{TiO}^{2+}$ , $\text{Zr}^{4+}$ , $\text{MoO}_2^{2+}$ , $\text{WO}_2^{2+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{V}_2\text{O}_3^{4+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Pd}^{2+}$ , $\text{Sb}^{3+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ (в виде $\text{MeR}_n$ , где <i>n</i> —валентность металла)* | Весов., объемн., фотом. |
| 264,21           | 42 195      | $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Th}^{IV}$ (в виде $\text{MeR}_n$ , где <i>n</i> —валентность металла)<br>$\text{Ca}^{2+}$   | Весов.<br><br>Фотом.    |

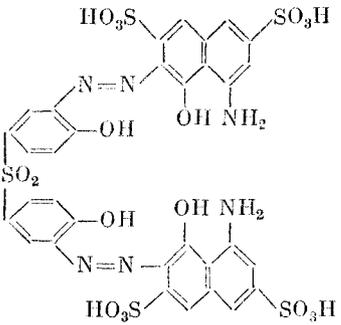
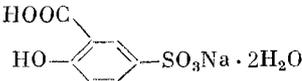
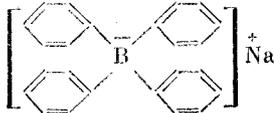
ниобий выпадает в виде осадка неопределенного состава.

\*

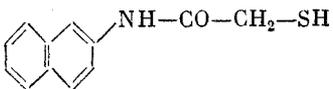
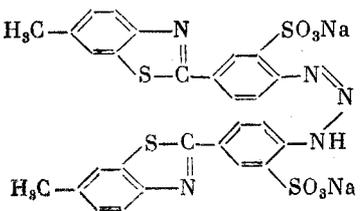
| № пп. | Реактив   | Синонимы названия   |
|-------|---|---|
|       |   |   |
| 56    | Пурпурин<br>     | 1,2,4-Триоксianтра-хинон                                    |
| 57    | Родамин Б<br>    | Родамин С: тетра-этилдиамино-о-карбоксифенилксантинилхлорид |
| 58    | Родамин 6Ж<br> | Этиловый эфир диэтиламино-о-карбоксифенилксантинилхлорида   |

| Молекулярный вес |        | Определяемые элементы  | Метод              |
|------------------|--------|--|--------------------|
| M                | lg M   |  |                    |
| 126,11           | 10 075 | Bi <sup>3+</sup> , Sb <sup>3+</sup> (в виде MeR)<br>B <sup>III</sup> , Ta <sup>V</sup> , Nb <sup>V</sup> | Весов.<br>Фотом.   |
| 256,22           | 40 861 | Zr <sup>IV</sup> , F <sup>-</sup>  | Фотом.             |
| 479,03           | 68 037 | Sb <sup>V</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Ga <sup>3+</sup> , Tl <sup>3+</sup> , W <sup>VI</sup>               | Фотом.<br>(люмин.) |
| 450,97           | 65 415 | Re <sup>VII</sup> , In <sup>3+</sup> , Tl <sup>+</sup>   | Фотом.<br>(люмин.) |

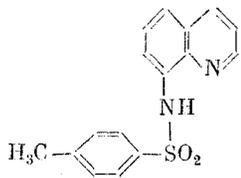
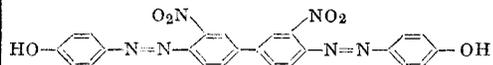
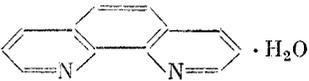
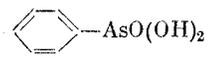
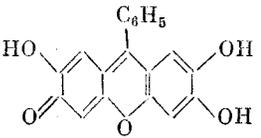
| № пп. | Реактив   | Синонимы названия   | Молекулярный вес |        | Определяемые элементы  | Метод              |
|-------|---|---|------------------|--------|--|--------------------|
|       |   |   | M                | lg M   |  |                    |
| 59    | Салицилальдоксим<br>                 | —   | 137,14           | 13 716 | Cu <sup>2+</sup> , Pd <sup>2+</sup> (в виде MeR <sub>2</sub> )<br>Fe <sup>3+</sup> | Весов.<br>Фотом.   |
| 60    | Салицилаль- <i>o</i> -аминофенол<br> | 2,2'-Диоксибензалиденанилин   | 213,24           | 32 887 | Al <sup>3+</sup>   | Фотом.<br>(люмин.) |
| 61    | Салициловая кислота<br>              | <i>o</i> -Оксибензойная кислота   | 138,13           | 14 029 | Fe <sup>3+</sup> , Cu <sup>2+</sup>  | Фотом.             |
| 62    | Стильбазо<br>                       | Стильбен-2,2'-дисульфокислота-4,4'-бис-(азо-1'')-3''-4''-диоксисбензол, диаммонийная соль | 646,67           | 81 068 | Al <sup>3+</sup>   | Фотом.             |
| 63    | Стильбексон<br>                    | 4,4'-Диаминстильбен-(N,N,N',N'-тетракарбоксиметил)-2,2'-дисульфокислота, двунариевая соль | 646,51           | 81 058 | Fe <sup>3+</sup>   | Фотом.<br>(люмин.) |

| № пп. | Реактив   | Синонимы названия   |
|-------|---|---|
|       |   |   |
| 65    | Сульфоназо<br>               | Сульфон-бис-[4-окси-<br>фенил-(3-азо-2')-1'-<br>окси-8'-аминонаф-<br>талин-3',6'-дисуль-<br>фокислота |
| 66    | Сульфосалицилат натрия<br>  | —   |
| 67    | Танин<br>$C_{76}H_{52}O_{46}$   | —   |
| 68    | Тетрафенилборат натрия<br> | Калигност   |

| Молекулярный вес |        | Определяемые элементы   | Метод                         |
|------------------|--------|---|-------------------------------|
| M                | lg M   |   |                               |
| 572,32           | 75 764 | Pb <sup>2+</sup> Zn <sup>2+</sup>   | Фотом.,<br>объемн.            |
| 976,93           | 98 986 | Sc <sup>3+</sup>  | Фотом.                        |
| 254,22           | 40 521 | Fe <sup>3+</sup> , Fe <sup>2+</sup>   | Фотом.                        |
| ~1700            | —      | Be <sup>2+</sup> , Al <sup>3+</sup> , Ga <sup>3+</sup> , Nb <sup>V</sup> , Ta <sup>V</sup> ,<br>Zr <sup>IV</sup> , Mo <sup>VI</sup><br>(осадки прокаливают<br>до оксидов) | Весов.                        |
| 342,24           | 53 433 | K <sup>+</sup> , Rb <sup>+</sup> , Cs <sup>+</sup> , Tl <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>   | Весов.,<br>объемн.,<br>фотом. |

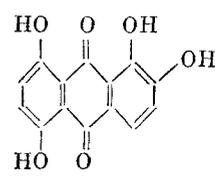
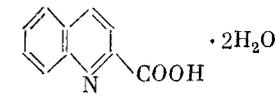
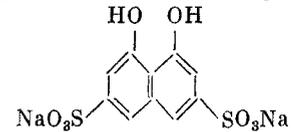
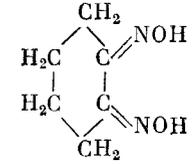
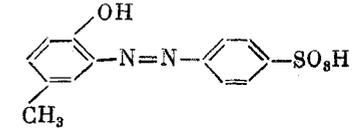
| №<br>пп. | Реактив   | Синонимы названия   |
|----------|---|---|
|          |   |   |
| 70       | Тиогликолевая кислота<br>$\text{HSCH}_2\text{COOH}$   | —   |
| 71       | Тиомочевина<br>$\text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NH}_2$ $\parallel$ $\text{S}$                         | Тиокарбамид   |
| 72       | Тионалид<br>           | β-Аминонафталид<br>тиогликолевой кислоты  |
| 73       | Титановый желтый<br> | Бис-4,4'-[метилбензо-<br>тиазол-(1,3)]-диазо-<br>аминобензол-(2,2')-<br>дисульфонат нат-<br>рия; мимоза; тиазо-<br>желтый |

| Молекулярный вес |        | Определяемые элементы   | Метод            |
|------------------|--------|---|------------------|
| M                | lg M   |   |                  |
| 75,43            | 87 581 | $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{As}^{3+}$ , $\text{Sb}^{3+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ ,<br>$\text{Sn}^{2+}$ , $\text{Hg}^{+}$ , $\text{MoO}_2^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$<br>$\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$  | Весов.<br>Фотом. |
| 92,120           | 96 435 | $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{W}^{\text{VI}}$ , $\text{Sn}^{2+}$ (реактив добав-<br>ляется при определении олова<br>дитиолом)   | Фотом.           |
| 76,125           | 88 153 | $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{Os}^{\text{VI}}$ , $\text{Ru}^{\text{VI}}$  | Фотом.           |
| 217,29           | 33 704 | $\text{Tl}^{+}$ , $\text{As}^{\text{III}}$ , $\text{Sb}^{\text{III}}$ , $\text{Sn}^{2+}$ , $\text{Ag}^{+}$ ,<br>$\text{Au}^{\text{III}}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Pd}^{2+}$ , $\text{Bi}^{3+}$ ,<br>$\text{Rh}^{\text{III}}$ , $\text{Ru}^{\text{III}}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ ,<br>$\text{Co}^{2+}$ (в виде $\text{MeR}_n$ , где n — валент-<br>ность металла) | Весов.           |
| 695,75           | 84 245 | $\text{Mg}^{2+}$  | Фотом.           |

| № пп. | Реактив   | Синоним названия                                 |
|-------|---|--|
|       |   |  |
| 75    | 8-Тосиламинохинолин<br>      | 8-( <i>n</i> -Толуолсульфамидо)-хинолин          |
| 76    | Феназо<br>                   | 3,3'-Динитро-4,4'-бис-(4'-оксибензолазо)-бифенил |
| 77    | 1,10-Фенантролин<br>         | —  |
| 78    | Фениларсоновая кислота<br> | —  |
| 79    | Фенилфлуорон<br>           | 9-Фенил-2,3,7-триоксифлуорон-6                   |

| Молекулярный вес |             | Определяемые элементы   | Метод           |
|------------------|-------------|---|-----------------|
| <i>M</i>         | <i>lg M</i> |   |                 |
| 598,29           | 77 691      | Th <sup>IV</sup> , F <sup>-</sup> , U <sup>IV</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Zr <sup>IV</sup> , Ta <sup>V</sup> , Nb <sup>V</sup> , Р. З. *, Bi <sup>3+</sup> , Li <sup>+</sup> | Фотом.          |
| 298,35           | 47 473      | Zn <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup>   | Фотом. (люмин.) |
| 484,30           | 68 511      | Mg <sup>2+</sup>  | Фотом.          |
| 198,23           | 29 717      | Fe <sup>2+</sup>  | Фотом.          |
| 202,03           | 30 542      | Nb <sup>V</sup> , Ta <sup>V</sup> , Zr <sup>IV</sup> (осадки прокаливают до окисей)   | Весов.          |
| 320,31           | 50 557      | Ge <sup>IV</sup> , Sn <sup>IV</sup> , Ta <sup>V</sup>   | Фотом.          |

\* Р. З. — редкоземельные элементы (лантаниды, Y и Sc).

| № пп. | Реактив  | Синоним названия   |
|-------|--|--|
|       |  |  |
| 81    | Хинализарин<br>                             | 1,2,5,8-Тетраоксина-<br>трахинон                                     |
| 82    | Хинальдиновая кислота<br>                   | α-Хинолинкарбоно-<br>вая кислота                                     |
| 83    | Хромотроповая кислота, двунариевая соль<br> | 1,8-Диоксинафталин-<br>3,6-дисульфокис-<br>лота, двунариевая<br>соль |
| 84    | Циклогександиоксим-1,2<br>                | Нюксим   |
| 85    | Циркозон<br>                              | 2-Окси-5-метилазо-<br>бензол-4'-сульфо-<br>кислота                   |

| Молекулярный вес |        | Определяемые элементы  | Метод             |
|------------------|--------|--|-------------------|
| M                | lg M   |  |                   |
| 238,21           | 37 696 | Ni <sup>2+</sup> , Pd <sup>2+</sup> (в виде MeR <sub>2</sub> ), Pt <sup>IV</sup>   | Весов.,<br>фотом. |
| 272,22           | 43 492 | Be <sup>2+</sup> , B <sup>III</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Al <sup>3+</sup> , Ga <sup>3+</sup>   | Фотом.            |
| 240,21           | 32 265 | Cu <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , Ag <sup>+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> ,<br>Co <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> ,<br>FeOH <sup>2+</sup> , AlOH <sup>2+</sup> , CrOH <sup>2+</sup> (в ви-<br>де MeR <sub>n</sub> , где n — валентность ме-<br>талла) | Весов.            |
| 364,27           | 56 142 | Ti <sup>IV</sup> , Cr <sup>VI</sup>  | Фотом.            |
| 142,16           | 15 278 | Ni <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Pd <sup>2+</sup>   | Фотом.            |
| 292,32           | 46 586 | Zr <sup>IV</sup> (осадок прокаливают до окиси)   | Весов.            |

## Б. В алфавитном порядке определяемых элементов

| Определяемый элемент | Реактив (номер по таблице А, стр. 300)                                | Метод                       |
|----------------------|---|-----------------------------|
| Алюминий             | 53, 67, 82<br>36, 53<br>2, 3, 4, 5, 8, 17, 48, 53, 60, 62, 81         | Весов.<br>Объемн.<br>Фотом. |
| Аммоний              | 68  | Весов., объемн.,<br>фотом.  |
| Барий                | 36  | Объемн.                     |
| Бериллий             | 67<br>4, 12, 40, 81   | Весов.<br>Фотом.            |
| Бор                  | 40, 55, 81  | Фотом.                      |
| Ванадий              | 39, 53<br>36, 53<br>45, 53  | Весов.<br>Объемн.<br>Фотом. |
| Висмут               | 20, 39, 44, 53, 55, 69, 72<br>36, 53<br>26, 46, 53, 71, 74            | Весов.<br>Объемн.<br>Фотом. |
| Вольфрам             | 53<br>27, 53, 57, 70  | Весов., объемн.<br>Фотом.   |
| Галлий               | 39, 53, 67<br>36, 53<br>3, 16, 17, 44, 48, 53, 57, 81                 | Весов.<br>Объемн.<br>Фотом. |
| Гафний               | 9   | Фотом.                      |
| Германий             | 79  | Фотом.                      |
| Железо (II)          | 82<br>36<br>23, 25, 66, 70, 77, 84                                    | Весов.<br>Объемн.<br>Фотом. |
| Железо (III)         | 20, 39, 53, 82<br>36, 53<br>50, 53, 59, 61, 63, 66                    | Весов.<br>Объемн.<br>Фотом. |
| Золото               | 44, 72<br>36<br>21  | Весов.<br>Объемн.<br>Фотом. |
| Индий                | 53<br>36, 53<br>8, 26, 45, 53, 58                                     | Весов.<br>Объемн.<br>Фотом. |
| Кадмий               | 6, 20, 44, 49, 53, 69, 82<br>36, 53<br>26, 28, 34, 35, 37, 47, 53, 75 | Весов.<br>Объемн.<br>Фотом. |
| Калий                | 24, 68<br>68<br>24, 51, 68  | Весов.<br>Объемн.<br>Фотом. |

| Определяемый элемент | Реактив (номер по таблице А, стр. 300) | Метод   |
|----------------------|--|---------|
| Кальций              | 54                                     | Весов.  |
|                      | 36                                     | Объемн. |
|                      | 1                                      | Фотом.  |
| Кобальт              | 6, 20, 50, 53, 72, 82                  | Весов.  |
|                      | 36, 53                                 | Объемн. |
|                      | 23, 26, 36, 45, 50, 51, 53             | Фотом.  |
| Литий                | 74                                     | Фотом.  |
|                      | 53, 54                                 | Весов.  |
| Магний               | 36, 53                                 | Объемн. |
|                      | 13, 42, 43, 53, 73, 76, 81             | Фотом.  |
|                      | 6, 53, 72, 82                          | Весов.  |
| Марганец             | 53, 36                                 | Объемн. |
|                      | 36, 45, 53                             | Фотом.  |
|                      | 6, 11, 18, 39, 44, 53, 59, 69, 72, 82  | Весов.  |
| Медь                 | 36, 53                                 | Объемн. |
|                      | 14, 21, 23, 26, 30, 31, 33, 45, 50,    | Фотом.  |
|                      | 53, 61, 69                             |         |
| Молибден             | 53, 67, 69                             | Весов.  |
|                      | 53                                     | Объемн. |
|                      | 27, 45, 53                             | Фотом.  |
| Мышьяк               | 69, 72                                 | Весов.  |
| Никель               | 6, 10, 18, 23, 53, 72, 80, 82          | Весов.  |
|                      | 23, 36, 53                             | Объемн. |
|                      | 23, 26, 33, 53, 80, 84                 | Фотом.  |
| Ниобий               | 39, 67, 78                             | Весов.  |
|                      | 55, 74                                 | Фотом.  |
|                      | 69, 72                                 | Весов.  |
| Олово                | 36                                     | Объемн. |
|                      | 26, 27, 70, 79                         | Фотом.  |
|                      | 45, 71                                 | Фотом.  |
| Осмий                | 23, 53, 59, 72, 80                     | Весов.  |
|                      | 23, 36, 53                             | Объемн. |
|                      | 21, 23, 45, 50, 53, 80, 84             | Фотом.  |
| Палладий             | 80                                     | Весов.  |
|                      | 21                                     | Фотом.  |
| Р. З. *              | 36                                     | Объемн. |
|                      | 8, 9, 74                               | Фотом.  |
|                      | 52                                     | Весов.  |
| Рений                | 45, 58                                 | Фотом.  |
|                      | 72                                     | Весов.  |
| Родий                | 6, 69, 72                              | Весов.  |
|                      | 36                                     | Объемн. |
|                      | 21, 26, 28, 29, 37, 47                 | Фотом.  |

\* Р. З. — редкоземельные элементы (лантаниды, Y и Sc).

| Определяемый элемент | Реактив (номер по таблице А, стр. 300)                               | Метод                       |
|----------------------|--|-----------------------------|
| Рубидий              | 24, 68<br>68   | Весов., фотом.<br>Объемн.   |
| Рутений              | 72<br>45, 71   | Весов.<br>Фотом.            |
| Свинец               | 6, 18, 44, 53, 54, 69, 72, 82<br>36, 53, 64<br>7, 26, 28, 53, 64, 69 | Весов.<br>Объемн.<br>Фотом. |
| Селен                | 19   | Фотом.                      |
| Серебро              | 18, 44, 72, 82<br>21, 36<br>21, 26, 29                               | Весов.<br>Объемн.<br>Фотом. |
| Скандий              | 36<br>9, 65  | Объемн.<br>Фотом.           |
| Стронций             | 54<br>36   | Весов.<br>Объемн.           |
| Сурьма               | 53, 55, 69, 72<br>53<br>15, 37, 47, 53, 57                           | Весов.<br>Объемн.<br>Фотом. |
| Таллий               | 44, 68, 72<br>36, 68<br>15, 26, 37, 45, 47, 57, 58, 68               | Весов.<br>Объемн.<br>Фотом. |
| Тантал               | 39, 67, 78<br>22, 55, 74, 79   | Весов.<br>Фотом.            |
| Торий                | 39, 54<br>36<br>2, 3, 9, 17, 48, 74                                  | Весов.<br>Объемн.<br>Фотом. |
| Уран                 | 39, 82<br>9, 33, 74  | Весов.<br>Фотом.            |
| Фтор                 | 2, 3, 5, 56, 74  | Фотом.                      |
| Хром (III)           | 53, 82<br>36, 53   | Весов.<br>Объемн., фотом.   |
| Хром (VI)            | 28, 83   | Фотом.                      |
| Цезий                | 24, 68<br>68   | Весов., фотом.<br>Объемн.   |
| Цианиды              | 21   | Объемн.                     |
| Цинк                 | 6, 18, 53, 82<br>36, 53, 64<br>7, 15, 37, 47, 53, 57, 64, 74, 75     | Весов.<br>Объемн.<br>Фотом. |
| Цирконий             | 39, 53, 67, 78, 85<br>36, 53<br>2, 3, 8, 9, 17, 26, 48, 53, 56, 74   | Весов.<br>Объемн.<br>Фотом. |

## Ситовая шкала

| Число отверстий<br>на 1 см | Число отверстий<br>на 1 дюйм (меш.) | Ширина отверстия<br>мм | Диаметр проволоки<br>мм |
|----------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| 125                        | 325                                 | 0,044                  | 0,036                   |
| 106                        | 270                                 | 0,053                  | 0,041                   |
| 93                         | 230                                 | 0,062                  | 0,046                   |
| 79                         | 200                                 | 0,074                  | 0,053                   |
| 66                         | 170                                 | 0,088                  | 0,063                   |
| 56                         | 140                                 | 0,105                  | 0,074                   |
| 47                         | 120                                 | 0,125                  | 0,086                   |
| 40                         | 100                                 | 0,149                  | 0,102                   |
| 34                         | 80                                  | 0,177                  | 0,119                   |
| 29                         | 70                                  | 0,21                   | 0,140                   |
| 24                         | 60                                  | 0,25                   | 0,162                   |
| 20                         | 50                                  | 0,30                   | 0,188                   |
| 18                         | 45                                  | 0,35                   | 0,22                    |
| 15                         | 40                                  | 0,42                   | 0,25                    |
| 13                         | 35                                  | 0,50                   | 0,29                    |
| 11                         | 30                                  | 0,59                   | 0,33                    |
| 9                          | 25                                  | 0,71                   | 0,37                    |
| 8                          | 20                                  | 0,84                   | 0,42                    |
| 7                          | 18                                  | 1,00                   | 0,48                    |
| 6                          | 16                                  | 1,19                   | 0,54                    |
| 5                          | 14                                  | 1,41                   | 0,61                    |
| 4                          | 12                                  | 1,68                   | 0,69                    |
| 3,5                        | 10                                  | 2,00                   | 0,76                    |
| 3                          | 8                                   | 2,38                   | 0,84                    |
| 2,7                        | 7                                   | 2,83                   | 0,92                    |
| 2,3                        | 6                                   | 3,36                   | 1,02                    |
| 2                          | 5                                   | 4,00                   | 1,12                    |
| 1,7                        | 4                                   | 4,76                   | 1,27                    |
| 1,4                        | 3,5                                 | 5,66                   | 1,45                    |
| 1,2                        | 3                                   | 6,72                   | 1,65                    |
| 1                          | 2,5                                 | 8,00                   | 1,85                    |

Значения потенциалов полярографических полуволи  
на ртутном канальном электроде  
(жел. — желатина)

| Определ-<br>яемый<br>элемент  | Состав раствора (фон)  | Изменение<br>валентности | Потен-<br>циал полу-<br>волны<br>$E_{1/2}$ |
|---|--|--------------------------|--|
| Al <sup>III</sup>   | 0,5 н. BaCl <sub>2</sub> (не исключено, что выделяется H <sub>2</sub> ) . . . . .              | 3→0(?)                   | -1,7                                       |
| As <sup>III</sup>   | 1 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 0,01% жел. . . . .  | 3→0                      | -0,7                                       |
| Bi <sup>III</sup>   | 0,5 н. NaOH + 0,025% жел. . . . .  | 3→5                      | -0,26                                      |
|   | 1 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 0,01% жел. . . . .                                       | 3→0                      | -0,04                                      |
|   | 0,5 M KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> + 0,01% жел.<br>pH 4,5 . . . . .         | 3→0                      | -0,29                                      |
|   | pH 9 . . . . .   | 3→0                      | -0,70                                      |
|   | 0,5 M NaKC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> + 0,01 н. NaOH +<br>+ 0,01% жел. . . . . | 3→0                      | -1,00                                      |
| Br <sup>V</sup>   | Буферный раствор, pH 1,0 . . . . .   | 5→(-1)                   | -0,43                                      |
| Ca <sup>II</sup> и<br>другие<br>щелоч-<br>нозе-<br>мельные<br>металлы | В растворах солей тетраметил-<br>аммония . . . . .   | 2→0                      | -2,22                                      |
| Cd <sup>II</sup>  | 0,1 н. HCl . . . . .   | 2→0                      | -0,60                                      |
|   | 6 н. HCl . . . . .   | 2→0                      | -0,79                                      |
|   | 1 н. NH <sub>4</sub> Cl + 1 н. NH <sub>4</sub> OH . . . . .                                    | 2→0                      | -0,81                                      |
| Ce <sup>IV</sup>  | 0,1 M этилендиамина . . . . .  | 4→3                      | -0,71                                      |
| Co <sup>II</sup>  | 0,25 M KCl . . . . .   | 2→0                      | -1,2                                       |
|   | 1 M KCNS . . . . .   | 2→0                      | -1,03                                      |
|   | 0,1 M этилендиамина . . . . .  | 2→3                      | -0,456                                     |
| Cr <sup>II</sup>  | 0,7 M HCl . . . . .  | 2→3                      | -0,58                                      |
| Cr <sup>III</sup>   | 0,1 н. KCl . . . . .   | 3→2                      | -0,81                                      |
|   |  | 2→0                      | -1,50                                      |
| Cr <sup>VI</sup>  | 1 M KOH . . . . .  | 6→3                      | -1,03                                      |
| Cu <sup>I</sup>   | 1 M NH <sub>4</sub> OH + 1 M NH <sub>4</sub> Cl . . . . .                                      | 1→2                      | -0,25                                      |
|   |  | 1→0                      | -0,54                                      |
| Cu <sup>II</sup>  | 0,5 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 0,01 жел. . . . .                                       | 2→0                      | -0,00                                      |
|   | 0,5 M Na <sub>2</sub> C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> , pH 12 . . . . .           | 2→0                      | -0,38                                      |

| Определяемый элемент                                   | Состав раствора (фон)  | Изменение валентности  | Потенциал полуволны $E_{1/2}$ |
|--|--|--|-------------------------------|
| Fe <sup>II</sup>                                       | 1 M Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .  | 3 $\rightleftharpoons$ 2   | -0,24                         |
|  | 1 M Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .  | 2 $\rightleftharpoons$ 3   | -0,24                         |
|  | 1 M HClO <sub>4</sub> , pH 0-2 . . . . .   | 2 $\rightarrow$ 0  | -1,37                         |
| Fe <sup>III</sup>                                      | 0,5 M (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>5</sub> + 1 M NH <sub>4</sub> OH +<br>+ 0,005% жел. . . . . | { 3 $\rightarrow$ 2<br>2 $\rightarrow$ 0                         | { -0,98<br>-1,53              |
| Ga <sup>III</sup>                                      | Салициловая кислота, pH 2,8-3,2  | 3 $\rightarrow$ 0  | -0,85                         |
|  | 1 н. NH <sub>4</sub> OH + 1 н. NH <sub>4</sub> Cl . . . . .  | 3 $\rightarrow$ 0  | -1,58                         |
| Ge <sup>II</sup>                                       | 0,5 M HCl . . . . .  | 2 $\rightarrow$ 0  | -0,42                         |
|  | 4 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .   | 2 $\rightarrow$ 4  | -0,10                         |
| Ge <sup>IV</sup>                                       | 0,1 M NH <sub>4</sub> OH + 0,1 M NH <sub>4</sub> Cl . . . . .  | 4 $\rightarrow$ 2  | -1,45                         |
|  | 0,2 M ЭДТА, pH 6,8 . . . . .   | 4 $\rightarrow$ 0  | -1,3                          |
| H <sup>I</sup>   | 0,1 M KCl . . . . .  | 1 $\rightarrow$ 0  | -1,58                         |
| H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                          | 0,1 M Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .  | (-1) $\rightarrow$ (-2)  | -0,88                         |
|  | 0,1 M NaOH . . . . .   | (-1) $\rightarrow$ 0   | -0,17                         |
| J <sup>V</sup>   | 0,05 M KCl . . . . .   | 5 $\rightarrow$ (-1)   | -1,28                         |
| In <sup>III</sup>                                      | HClO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub> . . . . .  | 3 $\rightarrow$ 0  | -1,0                          |
|  | 6 н. HCl . . . . .   | 3 $\rightarrow$ 0  | -0,68                         |
| K <sup>I</sup> и<br>другие<br>щелоч-<br>ные<br>металлы | 0,1 M тетраметиламмоний . . . . .  | 1 $\rightarrow$ 0  | -2,13                         |
| Mn <sup>II</sup>                                       | 0,5 M NH <sub>4</sub> OH + 0,5 н. NH <sub>4</sub> Cl . . . . .   | 2 $\rightarrow$ 0  | -1,54                         |
|  | 2 M NaOH + 5% KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> . . . . .  | { 2 $\rightarrow$ 3<br>2 $\rightarrow$ 0                         | { -0,4<br>-1,7                |
|  |  |  |                               |
| Mo <sup>VI</sup>                                       | 3 M HClO <sub>4</sub> . . . . .  | { 6 $\rightarrow$ 5<br>5 $\rightarrow$ 3                         | { -0,14<br>-0,79              |
|  | 0,1 M HCl . . . . .  | { 6 $\rightarrow$ 5<br>5 $\rightarrow$ 3                         | { -0,29<br>-0,74              |
|  |  |  |                               |
| N <sup>III</sup>                                       | Буферный раствор, pH 9 . . . . .   | { 3 $\rightarrow$ 2<br>2 $\rightarrow$ 1<br>1 $\rightarrow$ (-1) | { -0,45<br>-0,70<br>-1,00     |
|  |  |  |                               |
|  |  |  |                               |
| N <sup>V</sup>   | 0,1 M LiCl . . . . .   | 5 $\rightarrow$ (?)  | -2,1                          |
|  | 0,1 M LaCl <sub>3</sub> ; 0,1 M CeCl <sub>3</sub> . . . . .  | 5 $\rightarrow$ (?)  | -1,2                          |
| Nb <sup>V</sup>  | 0,1 M H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> , pH 1,2-5,5 . . . . .  | 5 $\rightarrow$ 4  | -1,5                          |
|  | 0,06 M HNO <sub>3</sub> . . . . .  | 5 $\rightarrow$ 3(?)   | -0,84                         |

| Определяемый элемент | Состав раствора (фон)   | Изменение валентности | Потенциал полувольны $E_{1/2}$ |
|----------------------|---|-----------------------|--------------------------------|
| Ni <sup>II</sup>     | HClO <sub>4</sub> , pH 0—2; 1 н. KCl . . . . .<br>1 M NH <sub>4</sub> OH + 0,2 M NH <sub>4</sub> Cl +<br>+ 0,005% жел. . . . .                            | 2 → 0                 | -1,1                           |
|                      |   | 2 → 0                 | -1,06                          |
| O <sub>2</sub>       | Буферный раствор pH 4—10 . . . . .  | { 0 → (-1)            | -0,05                          |
|                      |   | { (-1) → (-2)         | -0,04                          |
| Os <sup>VI</sup>     | Ca(OH) <sub>2</sub> нас. . . . .  | { 6 → 4               | -1,41                          |
|                      |   | { 4 → 3               | -1,16                          |
| Pb <sup>II</sup>     | 1 M KCl . . . . .<br>0,97 M NaOH . . . . .  | 2 → 0                 | -0,431                         |
|                      |   | 2 → 0                 | -0,765                         |
| Pd <sup>II</sup>     | 1 M NH <sub>4</sub> OH + 1 M NH <sub>4</sub> Cl + 0,001%<br>Метилловый красный . . . . .<br>2 M NaOH или KOH . . . . .                                    | 2 → 0                 | -0,72                          |
|                      |   | 2 → 0                 | -1,41                          |
| Pt <sup>II</sup>     | 0,5 M KCNS + 0,05 M этилендиамин  | 2 → 0                 | -0,51                          |
| Re <sup>VII</sup>    | 2 M KCl . . . . .<br>2 M HCl . . . . .  | 7 → (-1)              | -1,43                          |
|                      |   | 7 → 4(?)              | -0,45                          |
| Rh <sup>III</sup>    | 1 M NH <sub>4</sub> OH + 1 M NH <sub>4</sub> Cl . . . . .   | 3 → 1                 | -0,93                          |
| Sb <sup>III</sup>    | 2 M HCl . . . . .<br>1 M NaOH . . . . .   | 3 → 0                 | -0,22                          |
|                      |   | { 3 → 5               | -0,45                          |
|                      |   | { 3 → 0               | -1,15                          |
| Sb <sup>V</sup>      | 2 M HCl . . . . .   | 5 → 0(?)              | -0,24                          |
| Se <sup>IV</sup>     | 0,1 M NH <sub>4</sub> Cl + 0,003% жел. . . . .  | 4 → (-2)              | -1,50                          |
| Sn <sup>II</sup>     | 1 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .<br>1 M HCl . . . . .<br>1 M NaOH + 0,01% жел. . . . .  | 2 → 0                 | -0,46                          |
|                      |   | 2 → 4                 | -0,1                           |
|                      |   | { 2 → 4<br>2 → 0      | -0,73<br>-1,22                 |
| Sn <sup>IV</sup>     | 1 M HCl + 4 M NH <sub>4</sub> Cl + 0,005% жел.<br>NaF . . . . .   | { 4 → 2<br>2 → 0      | -0,25<br>-0,52                 |
|                      |   | 4 → 2                 | -1,2                           |
|                      |   | 5 → (?)               | -1,16                          |
| Ta <sup>V</sup>      | 0,86 M HCl . . . . .  | 5 → (?)               | -1,16                          |
| Te <sup>IV</sup>     | 0,1 M NaOH + 0,003% жел. . . . .<br>0,1 M (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> + 0,003% жел.,<br>pH 9,0 . . . . . | 4 → (-2)              | -1,22                          |
|                      |   | 4 → (0)?              | -0,76                          |
| Te <sup>VI</sup>     | 0,1 M NaOH + 0,03% жел. . . . .<br>0,1 M NH <sub>4</sub> Cl + NH <sub>4</sub> OH + 0,0005%<br>жел.<br>pH 6,2 . . . . .<br>pH 9,2 . . . . .                | 6 → (-2)              | -1,66                          |
|                      |   | 6 → (-2)              | -1,17                          |
|                      |   | 6 → (-2)              | -1,34                          |

| Определяемый элемент | Состав раствора (фон)  | Изменение валентности | Потенциал полуволны $E_{1/2}$ |
|----------------------|--|-----------------------|-------------------------------|
| Ti <sup>III</sup>    | 0,1 M HCl . . . . .  | 3→4                   | -0,14                         |
| Ti <sup>IV</sup>     | 0,1 M HCl . . . . .  | 4→3                   | -0,81                         |
|                      | 0,2 M H <sub>2</sub> C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> . . . . .                            | 4→3                   | -0,38                         |
|                      | 0,4 M Na <sub>2</sub> C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> + 0,005% жел.,<br>pH 11,8 . . . . . | 4→3                   | -1,65                         |
| Ti <sup>I</sup>      | 1 M KCl . . . . .  | 1→0                   | -0,482                        |
|                      | 0,2 M NaOH . . . . .   | 1→0                   | -0,49                         |
| U <sup>IV</sup>      | 0,1 M NaClO <sub>4</sub> . . . . .   | 4→3                   | -0,92                         |
| U <sup>V</sup>       | 0,1 н. KCl + HCl, pH 3 . . . . .   | 5→6                   | -0,18                         |
| U <sup>VI</sup>      | 0,5 н. HCl . . . . .   | { 6→5                 | -0,20                         |
|                      |  | { 5→3                 | -0,92                         |
| V <sup>II</sup>      | 0,1 M KCl . . . . .  | 2→3                   | -0,50                         |
|                      | Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> , нас., pH 5,1 . . . . .                                 | { 2→3                 | -0,55                         |
|                      |  | { 3→4                 | -0,03                         |
|                      |  | { 4→5                 | +0,13                         |
| V <sup>III</sup>     | 0,1 M CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + CO <sub>2</sub> нас., pH 6,7                                     | 3→5                   | -0,06                         |
| V <sup>IV</sup>      | 0,1 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 0,005% жел. . . . .   | 4→2                   | -0,85                         |
|                      | 1 M NaOH + 0,08 M Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> + 1 M<br>KCl . . . . .                               | 4→5                   | -0,39                         |
| V <sup>V</sup>       | 1 M NH <sub>4</sub> OH + 1 M NH <sub>4</sub> Cl + 0,005%<br>жел. . . . .                               | { 5→4                 | -0,97                         |
|                      |  | { 4→2                 | -1,26                         |
| W <sup>VI</sup>      | 12 M HCl . . . . .   | { 6→5                 | *                             |
|                      | 4 M HCl . . . . .  | { 5→3                 | -0,54                         |
| Zn <sup>II</sup>     | 1 M NaOH . . . . .   | 5→3                   | -0,66                         |
|                      |  | 2→0                   | -1,02                         |
|                      |  | 2→0                   | -1,33                         |
| Zr <sup>IV</sup>     | 1 M NH <sub>4</sub> OH + 0,2 M NH <sub>4</sub> Cl + 0,005%<br>жел. . . . .                             | 2→0                   | -1,49                         |
|                      | 0,1 M KCl, pH 3 . . . . .<br>(при C <sub>Zr<sup>IV</sup></sub> ~ 1 · 10 <sup>-3</sup> )                | 4→0                   | -1,65                         |

\* Восстанавливается непосредственно при потенциале растворения ртути.

## Условия амперометрического титрования

а — анодный ток окисления;

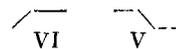
Типы



## некоторых ионов (по О. А. Сонгиной)

к — катодный ток восстановления

кривых:



| Ион, дающий диффузионный ток  | Характеристика реакции на электроде | Потенциал платинового индикаторного электрода относительно |            | Фон  |
|-------------------------------|-------------------------------------|--|------------|--|
|                               |                                     | МНЭ *  | Нас. КЭ ** |  |
| Ag <sup>+</sup>               | к                                   | 0,0  | 0,0        | HNO <sub>3</sub> ; H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub><br>KNO <sub>3</sub> ; CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> Na |
|                               |                                     | +0,4   | +0,15      |  |
| As <sup>III</sup>             | а                                   | 0—(+0,4)   | 0—(+0,15)  | NH <sub>4</sub> OH + NH <sub>4</sub> Cl  |
|                               |                                     | +1,3   | +1,05      | 1 н. HCl; H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   |
| Au <sup>3+</sup>              | к                                   | 0—(+0,4)   | 0—(+0,15)  | Не уточнен   |
| Bi <sup>III</sup>             | к                                   | -0,3   | -0,05      | HClO <sub>4</sub> , pH 1,2<br>HNO <sub>3</sub> , pH 1,5  |
| Br <sup>-</sup>               | а                                   | +1,3   | +1,05      | 2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  |
| Br <sub>2</sub>               | к                                   | +0,45  | +0,2       | NaHCO <sub>3</sub> +KBr  |
|                               |                                     | +0,4   | +0,15      | 2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + Cl <sup>-</sup>  |
|                               |                                     | +0,55  | +0,3       | HCl + KBr  |
| BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | к                                   | +0,7   | +0,45      | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + HCl   |
|                               |                                     | +1,6   | +1,35      | CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> Na в присутствии этанола   |

\* МНЭ — ртутноиндикаторный электрод сравнения.

\*\* Нас. КЭ — насыщенный каломельный электрод сравнения.

| Тип кривой титрования | Определяемый ион  | Титрующий реактив  | Примечания  |
|-----------------------|---|--|---|
| II                    | Ag <sup>+</sup>   | Cl <sup>-</sup> , J <sup>-</sup>                             | —   |
| I                     | Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , J <sup>-</sup> , CN <sup>-</sup> , CNS <sup>-</sup> | Ag <sup>+</sup>  | —   |
| II                    | Ag <sup>+</sup>   | J <sup>-</sup>   | В присутствии Cu <sup>2+</sup>                                      |
| I                     | Cl <sup>-</sup>   | Ag <sup>+</sup>  | То же   |
| I                     | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>   | Ag <sup>+</sup>  | —   |
| II                    | As <sup>3+</sup>  | BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                                | —   |
| II                    | Au <sup>3+</sup>  | Тиосульфат, меркаптобензотриазол                             | —   |
| I                     | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>   | Bi <sup>3+</sup>   | —   |
| I                     | Tl <sup>3+</sup>  | Br <sup>-</sup>  | —   |
| I                     | AsO <sub>3</sub> <sup>3-</sup> , NH <sub>3</sub>  | Гипохлорит или гипобромит                                    | —   |
| I                     | Sb <sup>3+</sup> , Tl <sup>+</sup>  | BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , JO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | —   |
| I                     | As <sup>3+</sup> , Sb <sup>3+</sup>   | BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , JO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | —   |
| I                     | As <sup>3+</sup>  | BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                                | В присутствии Hg <sup>2+</sup> , Ag <sup>+</sup> , Cu <sup>2+</sup> |
| I                     | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>   | Ce <sup>3+</sup>   | —   |

| Ион, дающий диффузионный ток | Характеристика реакции на электроде | Потенциал платинового индикаторного электрода относительно |            | Фон  | Тип кривой титрования | Определяемый ион  | Титруемый реактив   | Примечание   |  |
|------------------------------|-------------------------------------|--|------------|--|-----------------------|---|---|--|--|
|                              |                                     | МИЭ *  | Нас. КЭ ** |  |                       |   |   |  |  |
| Ce <sup>4+</sup>             | к                                   | +0,75  | +0,5       | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   | I                     | VO <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup>   | Ce <sup>4+</sup>  | —  |  |
|                              |                                     | +0,45  | +0,2       | HCl  | I                     | Sn <sup>2+</sup>  | Ce <sup>4+</sup>  | —  |  |
|                              |                                     | +1,05  | +0,8       | 2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | —                     | Органические соединения, гидрохинон, метол, пирокатехин, парааминофенол     | Ce <sup>4+</sup>  | Сначала анодный ток окисления органических соединений, затем катодный ток восстановления Ce <sup>4+</sup>                                  |  |
| Cl <sup>-</sup>              | а                                   | +1,75  | +1,5       | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   | —                     | —   | —   | Анодная волна окисления хлор-иона мешает наблюдению других анодных процессов   |  |
| Cl <sub>2</sub>              | к                                   | +0,7   | +0,45      | HCl  | —                     | —   | —   | Ток восстановления хлора используют для определения Cl <sub>2</sub> в воде, газах и т. п.  |  |
| Gr <sup>VI</sup>             | к                                   | +0,4   | +0,15      | 1—6 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                      | —                     | Различные восстановители  | —   | —  | Вид кривой титрования зависит также от определяемого иона и потенциала индикаторного электрода |
|                              |                                     | +0,7   | +0,45      | 8—12 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                     |                       |   |   |  |  |
|                              |                                     | +0,9   | +0,65      | 12 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                       |                       |   |   |  |  |
|                              |                                     | +0,0   | +0,0       | HCl  |                       |   |   |  |  |
| Cu <sup>2+</sup>             | к                                   | +0,4<br>(или более отрицательные)                          | +0,15      | Растворы индифферентных электролитов или разбавленных кислот               | —                     | —   | —   | Практического применения не имеет, но мешает своим присутствием определению других ионов при указанных потенциалах индикаторного электрода |  |
| Fe <sup>2+</sup>             | а                                   | +1,25  | +1,0       | 0,1 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                      | I                     | Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> , VO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Fe <sup>2+</sup>  | —  |  |
|                              |                                     | +1,1   | +0,85      | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>             | I                     | MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup><br>Fe <sup>2+</sup>                           | VO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /Fe <sup>2+</sup>                              | Обратное титрование избытка VO <sub>3</sub> <sup>-</sup> солью Мора  |  |
|                              |                                     | +1,4   | +1,15      | 15 мл 9 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +<br>+5 мл 5 н. HNO <sub>3</sub> | I                     | MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>   | Fe <sup>2+</sup>  | —  |  |
|                              |                                     | +1,15  | +0,9       | 0,1 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                      | II                    | Fe <sup>2+</sup>  | Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> , VO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | —  |  |
|                              |                                     | +1,25  | +1,0       | HCl  | II                    | Fe <sup>2+</sup>  | Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>                                | —  |  |

\* МИЭ — ртутный электрод сравнения.

\*\* Нас. КЭ — насыщенный каломельный электрод сравнения.

| Ион, дающий диффузионный ток      | Характеристика реакции на электроде | Потенциал платинового индикаторного электрода относительно |               | Фон   | Тип кривой титрования  | Определяемый ион   | Титрующий реактив  | Примечания   |                                   |  |  |  |  |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--|---------------|---|--|--|--|--|-----------------------------------|--|--|--|--|
|                                   |                                     | МИЭ *  | Нас. КЭ **    |   |  |  |  |  |                                   |  |  |  |  |
| Fe <sup>3+</sup>                  | к                                   | 0,0  | 0,0           | В зависимости от определяемого иона<br>HCl, pH 1,2—1,3  | V  | Zr <sup>IV</sup> , Al <sup>3+</sup> , Be <sup>2+</sup>         | F <sup>-</sup>   | По «индикаторному» методу  |                                   |  |  |  |  |
|                                   |                                     | 0,0  | 0,0           |   | II   | Fe <sup>3+</sup>   | Аскорбиновая кислота   |  |                                   |  |  |  |  |
| Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>4-</sup> | а                                   | -0,15  | -0,4          | 1,7 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +<br>(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub><br>0,5 н. CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> Na<br>0,5 н. CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> Na в<br>0,1 н. NH <sub>4</sub> OH<br>NH <sub>4</sub> Cl<br>0,001—0,5 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub><br>0,6—8 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | I  | Ti <sup>III</sup>  | Fe <sup>3+</sup>   | —<br>—<br>—<br>—<br>—  |                                   |  |  |  |  |
|                                   |                                     | +0,7   | +0,45         |   | $\left\{ \begin{array}{l} \text{Zn}^{2+}, \text{Pb}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \\ \text{K}^+, \text{Ca}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \\ \text{Ag}^+, \text{Mn}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \\ \text{Co}^{2+}, \text{Tl}^{3+}, \text{Zn}^{3+}, \\ \text{и др.} \end{array} \right.$ | I  |  |  | Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>4-</sup> |  |  |  |  |
|                                   |                                     | +0,7   | +0,45         |   |  |  |  |  |                                   |  |  |  |  |
|                                   |                                     | +1,0   | +0,75         |   |  |  |  |  |                                   |  |  |  |  |
|                                   |                                     | +1,0   | +0,75         |   |  |  |  |  |                                   |  |  |  |  |
|                                   |                                     | +1,3   | +1,05         |   |  | F <sup>-</sup>   | Ca <sup>2+</sup> /Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>4-</sup>              | Обратное титрование избытка Ca <sup>2+</sup> ферроцианидом                               |                                   |  |  |  |  |
| H <sup>+</sup>                    | к                                   | 0,0  | 0,25          | Кислая среда<br>Нейтральная среда<br>Щелочная среда   | —  | —  | —  | Катодная волна выделения водорода, ограничивающая катодную область электродной реакции   |                                   |  |  |  |  |
|                                   |                                     | -0,4   | -0,65         |   | —  | —  | —  |  |                                   |  |  |  |  |
|                                   |                                     | -0,7   | -0,95         |   | —  | —  | —  |  |                                   |  |  |  |  |
| Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>     | к                                   | +0,3—(+0,4)  | +0,05—(+0,15) | KNO <sub>3</sub> ; NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>  | I  | MoO <sub>4</sub> <sup>2+</sup> ; WO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>                                    | —  |                                   |  |  |  |  |
| Hg <sup>2+</sup>                  | к                                   | 0—(+0,4)   | 0—(+0,15)     | KNO <sub>3</sub> ; H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ;<br>NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>  | II, III  | Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>                                  | J <sup>-</sup>   | —  |                                   |  |  |  |  |
| J <sup>-</sup>                    | а                                   | +1,0   | +0,75         | NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> ; KNO <sub>3</sub> ,<br>pH 6,5—8  | I  | Ag <sup>+</sup> , Hg <sup>2+</sup>                             | J <sup>-</sup>   | —  |                                   |  |  |  |  |
|                                   |                                     |  |               |   |  |  |  |  |                                   |  |  |  |  |
| J <sub>2</sub>                    | к                                   | +0,45  | +0,2          | 1 н. HCl<br>NaHCO <sub>3</sub> +KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub>   | I  | Sn <sup>2+</sup>   | J <sub>2</sub>   | —  |                                   |  |  |  |  |
|                                   |                                     |  |               |   |  |  |  |  |                                   |  |  |  |  |
|                                   |                                     |  |               |   |  |  |  |  |                                   |  |  |  |  |
|                                   |                                     | 0,0  | 0,0           | CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> Na  | I  | As <sup>3+</sup> , Sb <sup>3+</sup>                            | J <sub>2</sub>   | —  |                                   |  |  |  |  |
|                                   |                                     | +0,05  | -0,2          | CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> Na  | II   | Cu <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , As <sup>V</sup>          | KJ/J <sub>2</sub> /Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Выделившийся иод титрует тиосульфатом<br>То же   |                                   |  |  |  |  |
|                                   |                                     | +0,2   | -0,05         | 10 н. HCl   | II   | Co <sup>3+</sup> (в виде комплекса)                            | KJ/J <sub>2</sub> /Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |  |                                   |  |  |  |  |
| JO <sub>3</sub> <sup>-</sup>      | к                                   | +0,4   | +0,15         | 2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   | IV   | As <sup>V</sup>  | KJ   | —  |                                   |  |  |  |  |
|                                   |                                     | +0,75  | +0,5          | 2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   | I  | Sb <sup>3+</sup> , Tl <sup>+</sup>                             | JO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                                     | —  |                                   |  |  |  |  |
| MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>     | к                                   | +0,6—(+1,0)  | +0,35—(+0,75) | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ≤ 8 н.   | I  | V <sup>IV</sup>  | MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>                                    | —  |                                   |  |  |  |  |
|                                   |                                     |  |               |   | I, II,<br>III, IV  | Различные восстановители                                       | MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>                                    | Вид кривой титрования зависит от определяемого иона и потенциала индикаторного электрода |                                   |  |  |  |  |
|                                   |                                     | +0,4   | +0,15         | CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> Na+ZnO  | I  | Mn <sup>2+</sup>   | MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>                                    |  | —                                 |  |  |  |  |

\* МИЭ — меркуриодный электрод сравнения.

\*\* Нас. КЭ — насыщенный каломельный электрод сравнения.

| Ион, дающий диффузионный ток | Характеристика реакции на электроде | Потенциал платинового индикаторного электрода относительно |                | Фон   |
|------------------------------|-------------------------------------|--|----------------|---|
|                              |                                     | МИЭ *  | Нас. КЭ **     |   |
| O <sub>2</sub>               | к                                   | Начало восстановления ~                                    |                | Кислая среда<br>Нейтральная среда   |
|                              |                                     | +0,6<br>+0,4   | +0,35<br>+0,15 |   |
| ОН <sup>-</sup>              | а                                   | Начало окисления ~   |                | Кислая среда<br>Нейтральная среда<br>Щелочная среда   |
|                              |                                     | +1,5<br>+1,2   | +1,25<br>+0,95 |   |
|                              |                                     | +0,8   | +0,55          |   |
| Pb <sup>2+</sup>             | к                                   | -0,55  | -0,8           | CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> Na, pH 5  |
|                              |                                     | -0,7   | -0,96          | CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> Na, pH 6  |
|                              | а                                   | +1,7-(+1,8)  | +1,45-(+1,55)  | NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> < 0,5 M;<br>CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> Na  |
| Ti <sup>3+</sup>             | а                                   | +0,75  | +0,50          | 1,7 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +<br>(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                      |
| Ti <sup>4+</sup>             | а                                   | +1,4<br>+1,3   | +1,15<br>+1,05 | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub><br>KNO <sub>3</sub> ; NH <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>  |
|                              | к                                   | -0,6-(-0,7)  | -0,85-(-0,95)  | CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> Na  |
| Ti <sup>3+</sup>             | к                                   | +0,6<br>+0,4   | +0,35<br>+0,15 | 1 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub><br>KNO <sub>3</sub> ; CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> Na;<br>NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> |
|                              |                                     |  |                |   |
| V <sup>V</sup>               | к                                   | +0,5   | +0,25          | 12-16 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   |
|                              |                                     | +1,0   | +0,75          | 18-24 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   |

\* МИЭ — меркуриодный электрод сравнения.

\*\* Нас. КЭ — насыщенный каломельный электрод сравнения.

| Тип кривой титрования | Определяемый ион   | Титрующий реактив                                 | Примечания  |
|-----------------------|--|---|---|
| —                     | —  | —   | Дает начальные и конечные токи при титровании других ионов  |
| —                     | —  | —   |   |
| —                     | —  | —   | Анодная волна выделения кислорода ограничивает анодную область электродной реакции  |
| —                     | —  | —   |   |
| —                     | —  | —   |   |
| II                    | MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>   | Pb <sup>2+</sup> / MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Обратное титрование избытка Pb <sup>2+</sup> молибдатом   |
| II                    | Pb <sup>2+</sup>   | Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>      | —   |
| I                     | MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , WO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Pb <sup>2+</sup>                                  | —   |
| II                    | Ti <sup>3+</sup>   | Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>      | —   |
| —                     | —  | —   | Практического применения не имеет, но вызывает осложнение при окислительно-восстановительных реакциях, проводимых при указанных потенциалах индикаторного электрода |
| —                     | —  | —   |   |
| —                     | —  | —   |   |
| I                     | Fe <sup>2+</sup> и другие восстановители   | V <sup>V</sup>                                    | То же   |
| I                     | V <sup>V</sup>   | Fe <sup>2+</sup>                                  | »   |

## Перенапряжение водорода и кислорода на различных электродах

(при комнатной температуре)

Зависимость перенапряжения  $\eta_{\text{H}_2}$  водорода от плотности тока выражается уравнением

$$\eta_{\text{H}_2} = 0,116 \lg i + k$$

где  $k$  — константа, зависящая от природы электрода. С увеличением температуры величина перенапряжения уменьшается на  $3 \text{ мВ}/^\circ\text{C}$ . В щелочной среде перенапряжение водопровода, как правило, несколько больше (на  $0,1-0,3 \text{ в}$ ) чем в кислой. Перенапряжение кислорода в щелочной среде примерно на  $1 \text{ в}$  больше, чем в кислой. Перенапряжение выделения металлов значительно меньше, чем газов.

| Электрод | Состав раствора | Плотность тока, $\text{а}/\text{см}^2$ |        |       |      |     |
|----------|-----------------|--|--------|-------|------|-----|
|          |                 | 0,00005<br>и менее                     | 0,0001 | 0,001 | 0,01 | 0,1 |
|          |                 | перенапряжение, в                      |        |       |      |     |

### Водород

|                              |                                |       |      |      |      |      |
|------------------------------|--------------------------------|-------|------|------|------|------|
| Палладиевый                  | 2 н. $\text{H}_2\text{SO}_4$   | —0,26 | —    | —    | —    | —    |
| Платиновый (платинированный) | То же                          | 0,000 | —    | —    | 0,03 | 0,04 |
| Платиновый (гладкий)         | { 2 н. $\text{H}_2\text{SO}_4$ | 0,08  | —    | —    | 0,07 | 0,29 |
|                              | { 5 н. $\text{H}_2\text{SO}_4$ | —     | 0,04 | 0,10 | 0,22 | —    |
| Золотой                      | { 2 н. $\text{H}_2\text{SO}_4$ | 0,017 | —    | —    | 0,39 | 0,59 |
|                              | { 5 н. $\text{H}_2\text{SO}_4$ | —     | 0,33 | 0,44 | 0,55 | —    |
| Кобальтовый                  | 2 н. $\text{H}_2\text{SO}_4$   | 0,067 | —    | —    | —    | —    |
| Серебряный                   | { 2 н. $\text{H}_2\text{SO}_4$ | 0,97  | —    | —    | —    | —    |
|                              | { 5 н. $\text{H}_2\text{SO}_4$ | —     | 0,45 | 0,57 | 0,69 | —    |
| Ванадиевый                   | 2 н. $\text{H}_2\text{SO}_4$   | 0,135 | —    | —    | —    | —    |
| Никелевый                    | { 2 н. $\text{H}_2\text{SO}_4$ | 0,138 | —    | —    | —    | —    |
|                              | { 0,15 н. $\text{HCl}$         | —     | 0,18 | 0,28 | —    | —    |
|                              | { 0,4 н. $\text{NaOH}$         | —     | 0,18 | 0,29 | —    | —    |
| Вольфрамовый                 | 2 н. $\text{H}_2\text{SO}_4$   | 0,157 | —    | —    | —    | —    |
| Молибденовый                 | 2 н. $\text{H}_2\text{SO}_4$   | 0,168 | —    | —    | —    | —    |
| Железный                     | { 2 н. $\text{H}_2\text{SO}_4$ | 0,175 | —    | —    | 0,56 | 0,82 |
|                              | { 1 н. $\text{HCl}$            | —     | —    | 0,33 | 0,46 | —    |
|                              | { 5 н. $\text{NaOH}$           | —     | 0,32 | —    | —    | —    |
| Хромовый                     | 2 н. $\text{H}_2\text{SO}_4$   | 0,182 | —    | —    | —    | —    |

| Электрод    | Состав раствора                     | Плотность тона, а/см <sup>2</sup> |        |       |      |      |
|-------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------|-------|------|------|
|             |                                     | 0,00005<br>и менее                | 0,0001 | 0,001 | 0,01 | 0,1  |
|             |                                     | перенапряжение, в                 |        |       |      |      |
| Медный      | 1 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | —                                 | 0,83   | 0,94  | 1,04 | —    |
|             | 2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0,190                             | —      | —     | 0,58 | 0,85 |
| Сурьмяный   | 2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0,233                             | —      | —     | —    | —    |
| Титановый   | 2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0,236                             | —      | —     | —    | —    |
| Алюминиевый | 2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0,296                             | —      | —     | —    | —    |
| Углеродный  | 2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0,335                             | 0,77   | 0,88  | 1,0  | —    |
| Мышьяковый  | 2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0,369                             | —      | —     | —    | —    |
| Висмутовый  | 2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0,388                             | —      | —     | —    | —    |
| Кадмиевый   | 1 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | —                                 | —      | 0,98  | 1,13 | —    |
|             | 2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0,392                             | —      | —     | —    | —    |
| Оловянный   | 2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0,401                             | —      | —     | 1,08 | 1,22 |
| Свинцовый   | 2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0,402                             | 0,98   | 1,1   | 1,21 | —    |
| Цинковый    | 2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0,482                             | —      | —     | 0,75 | 1,06 |
| Ртутный     | 1 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | —                                 | 0,93   | 1,04  | 1,16 | —    |
|             | 2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0,570                             | —      | —     | 1,04 | 1,07 |

К и с л о р о д

|                         |                                       |   |      |      |       |   |
|-------------------------|---------------------------------------|---|------|------|-------|---|
| Платиновый<br>(гладкий) | В кислой среде                        | — | —    | —    | ~0,4* | — |
|                         | 0,2 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | — | 0,67 | 0,78 | —     | — |
| Из двуокиси<br>свинца   | 8 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   | — | 0,97 | 1,08 | 1,19  | — |
| Железный                | 2 н. NaOH                             | — | 0,44 | 0,48 | 0,52  | — |

\* 0,023 а/см<sup>2</sup>.

### Потенциалы разложения $\epsilon$ н. растворов некоторых соединений

| Соединения                                  | Потенциал разложения $\epsilon$ | Соединения                                    | Потенциал разложения $\epsilon$ |
|---|---------------------------------|---|---------------------------------|
| <b>Соли</b>                                 |                                 | <b>Кислоты</b>                                |                                 |
| AgNO <sub>3</sub> . . . . .                 | 0,70                            | HJ . . . . .                                  | 0,52                            |
| CuSO <sub>4</sub> . . . . .                 | 1,49                            | HBr . . . . .                                 | 0,94                            |
| Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . . | 1,52                            | (COOH) <sub>2</sub> . . . . .                 | 0,95                            |
| CoCl <sub>2</sub> . . . . .                 | 1,78                            | HCl . . . . .                                 | 1,31                            |
| ZnBr <sub>2</sub> . . . . .                 | 1,80                            | HClO <sub>4</sub> . . . . .                   | 1,65                            |
| NiCl <sub>2</sub> . . . . .                 | 1,85                            | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .      | 1,67                            |
| CdCl <sub>2</sub> . . . . .                 | 1,88                            | HNO <sub>3</sub> . . . . .                    | 1,69                            |
| CoSO <sub>4</sub> . . . . .                 | 1,92                            | CH <sub>2</sub> (COOH) <sub>2</sub> . . . . . | 1,69                            |
| Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . . . . | 1,98                            | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> . . . . .      | 1,70                            |
| CdSO <sub>4</sub> . . . . .                 | 2,03                            | CH <sub>2</sub> ClCOOH . . . . .              | 1,72                            |
| NiSO <sub>4</sub> . . . . .                 | 2,09                            | <b>Основания</b>                              |                                 |
| ZnSO <sub>4</sub> . . . . .                 | 2,35                            | KOH . . . . .                                 | 1,67                            |
|   |                                 | NaOH . . . . .                                | 1,69                            |
|   |                                 | NH <sub>4</sub> OH . . . . .                  | 1,74                            |

Таблица 51

### Фотометрия пламени

Рекомендуемые длины волн спектральных линий и максимумов молекулярных полос для определения элементов с помощью спектрофотометра со стеклянной оптикой при использовании воздушно-ацетиленового пламени

(курсивом выделены длины волн максимумов молекулярных полос)

| Элемент            | Длина волны, мик | Элемент            | Длина волны, мик |
|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
| Барий . . . . .    | 870,0            | Лантан . . . . .   | 794,0            |
| Бор . . . . .      | 545,0—548,0      | Литий . . . . .    | 670,8            |
| Галлий . . . . .   | 417,2            | Магний . . . . .   | 384,0            |
| Европий . . . . .  | 459,4            | Марганец . . . . . | 403,1—403,4      |
| Железо . . . . .   | 386,0            | Натрий . . . . .   | 589,0—589,6      |
| Индий . . . . .    | 451,1            | Рубидий . . . . .  | 794,8            |
| Иттербий . . . . . | 398,8            | Стронций . . . . . | 460,7            |
| Иттрий . . . . .   | 613,0—616,6      | Таллий . . . . .   | 535,1            |
| Калий . . . . .    | 766,5—769,9      | Фосфор . . . . .   | 548,0            |
| Кальций . . . . .  | 422,7            | Хром . . . . .     | 425,4            |
| Кальций . . . . .  | 622,0            | Цезий . . . . .    | 852,1            |
| Лантан . . . . .   | 438,0            |                    |                  |

## Английские меры и меры США в сравнении с метрическими

| Наименование   | Метрический эквивалент |
|--|------------------------|
| <b>Меры длины</b>  |                        |
| 1 миля = 1760 ярдам = 5280 футам = 63360 дюймам . . .  | 1,6093 км              |
| 1 ярд = 3 футам = 36 дюймам . . . . .  | 0,9144 м               |
| 1 фут = 12 дюймам . . . . .  | 0,3048 м               |
| 1 дюйм . . . . .   | 2,5400 см              |
| <b>Меры вместимости и объема жидкости</b>  |                        |
| 1 галлон (англ.) = 4 квартам = 8 пинтам = 32 джилам =<br>= 160 жидк. унциям . . . . .              | 4,546 л                |
| 1 галлон (США) = 4 квартам = 8 пинтам = 32 джилам =<br>= 128 жидк. унциям . . . . .                | 3,785 л                |
| 1 галлон (англ.) = 1,2009 галлона (США) . . . . .  |                        |
| 1 пинта (англ.) = 4 джилам = 20 жидк. унциям =<br>= 160 жидк. драхмам = 9600 минимам . . . . .     | 0,5683 л               |
| 1 пинта (США) = 4 джилам = 16 жидк. унциям =<br>= 128 жидк. драхмам = 7680 минимам . . . . .       | 0,4732 л               |
| 1 жидк. унция (англ.) = 8 жидк. драхмам = 480 ми-<br>нимам . . . . .                               | 28,41 мл               |
| 1 жидк. унция (США) = 8 жидк. драхмам = 480 ми-<br>нимам . . . . .                                 | 29,57 мл               |
| 1 жидк. драхма (англ.) = 60 минимам = 3 жидк. скру-<br>пулам . . . . .                             | 3,552 мл               |
| 1 жидк. драхма (США) . . . . .   | 3,697 мл               |
| 1 жидк. скрупул (англ.) = 20 минимам . . . . .   | 1,184 мл               |
| 1 миним (англ.) . . . . .  | 0,05919 мл             |
| 1 миним (США) . . . . .  | 0,06161 мл             |
| <b>Меры массы (веса)<br/>(Торговые)</b>  |                        |
| 1 англ. торг. фунт (lb) = 16 унциям (торг.) = 256 драх-<br>мам = 7000 грамам . . . . .             | 453,59 г               |
| 1 англ. тонна (длинная) = 2240 торг. фунтам . . . . .  | 1016,05 кг             |
| 1 англ. тонна (короткая) = 2000 торг. фунтам . . . . .   | 907,185 кг             |
| 1 торг. унция = 16 драхмам = 437,5 грама . . . . .   | 28,35 г                |
| 1 торг. драхма = 27,34 грама . . . . .   | 1,772 г                |
| 1 гран . . . . .   | 0,0648 г               |
| <b>Меры энергии</b>  |                        |
| 1 англ. фунтофут = 0,1383 кГм . . . . .  | 1,356 дж               |
| 1 брит. сило-час = 0,746 кет-ч = 274000 кГм =<br>= 1,014 метр. сило-часа . . . . .                 | 4690 кдж               |
| 1 брит. теплов. един. (BTU) = колич. тепла, повыш.<br>темп. 1 англ. фунта воды на 1 °Фар . . . . . | 0,252 ккал             |
| <b>Меры мощности</b>   |                        |
| 1 англ. фунтофут в 1 сек. = 0,0018144 л. с. (метр) . . .   | 1,356 вт               |
| 1 брит. лошад. сила = 1,014 метр. лошад. силы . . .  | 0,746 квт              |

## Упрощенная таблица пятизначных мантисс логарифмов

В каждой строке приведены пропорциональные части средних значений разностей между числами, стоящими в этой строке (взамен действительных их значений). Такое упрощение приводит к ошибкам в числах мантисс логарифмов, не превышающим, однако, 0,00002. Пользоваться этой таблицей так же легко и удобно, как и таблицами четырехзначных мантисс логарифмов.

## А. Логарифмы

| N  | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | Пропорциональные части<br>средних значений разностей |           |             |             |             |             |   |   |   |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|---|---|---|
|    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1  | 2         | 3           | 4           | 5           | 6           | 7 | 8 | 9 |
| 10 | 00 000 | 00 432 | 00 860 | 01 284 | 01 703 | 02 119 | 02 531 | 02 938 | 03 342 | 03 743 | 42 85 127  | 40 81 121 | 170 212 254 | 162 202 242 | 297 339 381 | 283 323 364 |   |   |   |
| 11 | 04 139 | 04 532 | 04 922 | 05 308 | 05 690 | 06 070 | 06 446 | 06 819 | 07 188 | 07 555 | 37 77 116  | 37 74 111 | 154 193 232 | 148 185 222 | 270 309 348 | 259 296 333 |   |   |   |
| 12 | 07 918 | 08 279 | 08 636 | 08 991 | 09 342 | 09 691 | 10 037 | 10 380 | 10 721 | 11 059 | 36 71 106  | 34 68 102 | 142 177 213 | 136 170 204 | 248 284 319 | 238 272 307 |   |   |   |
| 13 | 11 394 | 11 727 | 12 057 | 12 385 | 12 710 | 13 033 | 13 354 | 13 672 | 13 988 | 14 301 | 33 66 98   | 32 63 95  | 131 164 197 | 126 158 190 | 229 262 295 | 221 253 284 |   |   |   |
| 14 | 14 613 | 14 922 | 15 229 | 15 534 | 15 836 | 16 137 | 16 435 | 16 732 | 17 026 | 17 319 | 30 61 91   | 29 59 88  | 122 152 183 | 118 147 177 | 213 244 274 | 206 236 265 |   |   |   |
| 15 | 17 609 | 17 898 | 18 184 | 18 469 | 18 752 | 19 033 | 19 312 | 19 590 | 19 866 | 20 140 | 28 57 85   | 28 55 83  | 114 142 171 | 110 138 165 | 199 228 256 | 193 221 248 |   |   |   |
| 16 | 20 412 | 20 683 | 20 951 | 21 219 | 21 484 | 21 748 | 22 011 | 22 272 | 22 531 | 22 789 | 27 53 80   | 26 52 78  | 107 134 160 | 104 130 156 | 187 214 240 | 182 208 233 |   |   |   |
| 17 | 23 045 | 23 300 | 23 553 | 23 805 | 24 055 | 24 304 | 24 551 | 24 797 | 25 042 | 25 285 | 26 50 76   | 25 49 73  | 101 126 151 | 98 122 147  | 176 201 227 | 171 196 220 |   |   |   |
| 18 | 25 527 | 25 768 | 26 007 | 26 245 | 26 482 | 26 717 | 26 951 | 27 184 | 27 416 | 27 646 | 24 48 71   | 23 46 69  | 95 119 143  | 93 116 139  | 167 190 214 | 162 185 208 |   |   |   |
| 19 | 27 875 | 28 103 | 28 330 | 28 556 | 27 780 | 29 003 | 29 226 | 29 447 | 29 667 | 29 885 | 23 45 68   | 22 44 66  | 90 113 135  | 88 110 132  | 158 180 203 | 154 176 198 |   |   |   |

|    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |          |            |             |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|------------|-------------|
| 20 | 30 103 | 30 320 | 30 535 | 30 750 | 30 963 | 31 175 | 31 387 | 31 597 | 31 806 | 32 015 | 21 43 64 | 85 106 127 | 148 170 190 |
| 21 | 32 222 | 32 428 | 32 634 | 32 838 | 33 041 | 33 244 | 33 445 | 33 646 | 33 846 | 34 044 | 20 41 61 | 81 101 121 | 141 162 182 |
| 22 | 34 242 | 34 439 | 34 635 | 34 830 | 35 025 | 35 218 | 35 411 | 35 603 | 35 793 | 35 984 | 20 39 58 | 77 97 116  | 135 154 174 |
| 23 | 36 173 | 36 361 | 36 549 | 36 736 | 36 922 | 37 107 | 37 291 | 37 475 | 37 658 | 37 840 | 19 37 56 | 74 93 111  | 130 148 167 |
| 24 | 38 021 | 38 202 | 38 382 | 38 561 | 38 739 | 38 917 | 39 094 | 39 270 | 39 445 | 39 620 | 18 35 53 | 71 89 106  | 124 142 159 |
| 25 | 39 794 | 39 967 | 40 140 | 40 312 | 40 483 | 40 654 | 40 824 | 40 993 | 41 162 | 41 330 | 17 34 51 | 68 85 102  | 119 136 153 |
| 26 | 41 497 | 41 664 | 41 830 | 41 996 | 42 160 | 42 325 | 42 488 | 42 651 | 42 813 | 42 975 | 16 33 49 | 66 82 98   | 115 131 148 |
| 27 | 43 136 | 43 297 | 43 457 | 43 616 | 43 775 | 43 933 | 44 091 | 44 248 | 44 404 | 44 560 | 16 32 47 | 63 79 95   | 111 126 142 |
| 28 | 44 716 | 44 871 | 45 025 | 45 179 | 45 332 | 45 484 | 45 637 | 45 788 | 45 939 | 46 090 | 15 30 46 | 61 76 91   | 107 122 137 |
| 29 | 46 240 | 46 389 | 46 538 | 46 687 | 46 835 | 46 982 | 47 129 | 47 276 | 47 422 | 47 567 | 15 29 44 | 59 74 88   | 103 118 132 |
| 30 | 47 712 | 47 857 | 48 001 | 48 144 | 48 287 | 48 430 | 48 572 | 48 714 | 48 855 | 48 996 | 14 29 43 | 57 72 86   | 100 114 129 |
| 31 | 49 136 | 49 276 | 49 415 | 49 554 | 49 693 | 49 831 | 49 969 | 50 106 | 50 243 | 50 379 | 14 28 41 | 55 69 83   | 97 110 124  |
| 32 | 50 515 | 50 650 | 50 786 | 50 920 | 51 054 | 51 188 | 51 322 | 51 455 | 51 587 | 51 720 | 13 27 40 | 54 67 80   | 94 107 121  |
| 33 | 51 851 | 51 983 | 52 114 | 52 244 | 52 375 | 52 504 | 52 634 | 52 763 | 52 892 | 53 020 | 13 26 39 | 52 65 78   | 91 104 117  |
| 34 | 53 148 | 53 275 | 53 403 | 53 529 | 53 656 | 53 782 | 53 908 | 54 033 | 54 158 | 54 283 | 13 25 38 | 50 63 76   | 88 101 113  |
| 35 | 54 407 | 54 531 | 54 654 | 54 777 | 54 900 | 55 023 | 55 145 | 55 267 | 55 388 | 55 509 | 12 24 37 | 49 61 73   | 85 98 110   |
| 36 | 55 630 | 55 751 | 55 871 | 55 991 | 56 110 | 56 229 | 56 348 | 56 467 | 56 585 | 56 703 | 12 24 36 | 48 60 71   | 83 95 104   |
| 37 | 56 820 | 56 937 | 57 054 | 57 171 | 57 287 | 57 403 | 57 519 | 57 634 | 57 749 | 57 864 | 12 23 35 | 46 58 70   | 81 93 104   |
| 38 | 57 978 | 58 092 | 58 206 | 58 320 | 58 433 | 58 546 | 58 659 | 58 771 | 58 883 | 58 995 | 11 23 34 | 45 57 68   | 79 90 102   |
| 39 | 59 106 | 59 218 | 59 329 | 59 439 | 59 550 | 59 660 | 59 770 | 59 879 | 59 988 | 60 097 | 11 22 33 | 44 55 66   | 77 88 99    |
| 40 | 60 206 | 60 314 | 60 423 | 60 531 | 60 638 | 60 746 | 60 853 | 60 959 | 61 066 | 61 172 | 11 21 32 | 43 54 64   | 75 86 97    |
| 41 | 61 278 | 61 384 | 61 490 | 61 595 | 61 700 | 61 805 | 61 909 | 62 014 | 62 118 | 62 221 | 10 21 31 | 42 53 63   | 74 84 95    |
| 42 | 62 325 | 62 428 | 62 531 | 62 634 | 62 737 | 62 839 | 62 941 | 63 043 | 63 144 | 63 246 | 10 20 31 | 41 51 61   | 71 82 92    |
| 43 | 63 347 | 63 448 | 63 548 | 63 649 | 63 749 | 63 849 | 63 949 | 64 048 | 64 147 | 64 246 | 10 20 30 | 40 50 60   | 70 80 90    |
| 44 | 64 345 | 64 444 | 64 542 | 64 640 | 64 738 | 64 836 | 64 933 | 65 031 | 65 128 | 65 225 | 10 20 29 | 39 49 59   | 68 78 88    |
| 45 | 65 321 | 65 418 | 65 514 | 66 610 | 65 706 | 65 801 | 65 896 | 65 992 | 66 087 | 66 181 | 10 19 29 | 38 48 57   | 67 76 86    |
| 46 | 66 276 | 66 370 | 66 464 | 66 558 | 66 652 | 66 745 | 66 839 | 66 932 | 67 025 | 67 117 | 9 19 28  | 37 47 56   | 65 74 84    |
| 47 | 67 210 | 67 302 | 67 394 | 67 486 | 67 578 | 67 669 | 67 761 | 67 852 | 67 943 | 68 034 | 9 18 27  | 36 46 55   | 64 73 82    |
| 48 | 68 124 | 68 215 | 68 305 | 68 395 | 68 485 | 68 574 | 68 664 | 68 753 | 68 842 | 68 931 | 9 18 27  | 36 45 53   | 63 72 81    |
| 49 | 69 020 | 69 108 | 69 197 | 69 285 | 69 373 | 69 461 | 69 548 | 69 636 | 69 723 | 69 810 | 9 18 26  | 35 44 53   | 62 70 79    |

| N  | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | Пропорциональные части<br>средних значений разностей |          |          |   |   |   |   |   |   |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|----------|----------|---|---|---|---|---|---|
|    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1  | 2        | 3        | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 50 | 69 897 | 69 984 | 70 070 | 70 157 | 70 243 | 70 329 | 70 415 | 70 501 | 70 586 | 70 672 | 9 17 26  | 34 43 52 | 60 69 77 |   |   |   |   |   |   |
| 51 | 70 757 | 70 842 | 70 927 | 71 012 | 71 096 | 71 181 | 71 265 | 71 349 | 71 433 | 71 517 | 8 17 25  | 34 42 50 | 59 67 76 |   |   |   |   |   |   |
| 52 | 71 600 | 71 684 | 71 767 | 71 850 | 71 933 | 72 016 | 72 099 | 72 181 | 72 263 | 72 346 | 8 17 25  | 33 42 50 | 58 66 75 |   |   |   |   |   |   |
| 53 | 72 428 | 72 509 | 72 591 | 72 673 | 72 754 | 72 835 | 72 916 | 72 997 | 73 078 | 73 159 | 8 16 24  | 32 41 49 | 57 65 73 |   |   |   |   |   |   |
| 54 | 73 239 | 73 320 | 73 400 | 73 480 | 73 560 | 73 640 | 73 719 | 73 799 | 73 878 | 73 957 | 8 16 24  | 32 40 48 | 56 64 72 |   |   |   |   |   |   |
| 55 | 74 036 | 74 115 | 74 194 | 74 273 | 74 351 | 74 429 | 74 507 | 74 586 | 74 663 | 74 741 | 8 16 23  | 31 39 47 | 55 68 70 |   |   |   |   |   |   |
| 56 | 74 819 | 74 896 | 74 974 | 75 051 | 75 128 | 75 205 | 75 282 | 75 358 | 75 435 | 75 511 | 8 15 23  | 31 39 46 | 54 62 69 |   |   |   |   |   |   |
| 57 | 75 587 | 75 664 | 75 740 | 75 815 | 75 891 | 75 967 | 76 042 | 76 118 | 76 193 | 76 268 | 8 15 23  | 30 38 45 | 53 60 68 |   |   |   |   |   |   |
| 58 | 76 343 | 76 418 | 76 492 | 76 567 | 76 641 | 76 716 | 76 790 | 76 864 | 76 938 | 77 012 | 7 15 22  | 30 37 44 | 52 59 67 |   |   |   |   |   |   |
| 59 | 77 085 | 77 159 | 77 232 | 77 305 | 77 379 | 77 452 | 77 525 | 77 597 | 77 670 | 77 743 | 7 15 22  | 29 37 44 | 51 58 66 |   |   |   |   |   |   |
| 60 | 77 815 | 77 887 | 77 960 | 78 032 | 78 104 | 78 176 | 78 247 | 78 319 | 78 390 | 78 462 | 7 14 22  | 29 36 43 | 50 58 65 |   |   |   |   |   |   |
| 61 | 78 533 | 78 604 | 78 675 | 78 746 | 78 817 | 78 888 | 78 958 | 79 029 | 79 099 | 79 169 | 7 14 21  | 28 36 43 | 50 57 64 |   |   |   |   |   |   |
| 62 | 79 239 | 79 309 | 79 379 | 79 449 | 79 518 | 79 588 | 79 657 | 79 727 | 79 796 | 79 865 | 7 14 21  | 28 35 41 | 48 55 62 |   |   |   |   |   |   |
| 63 | 79 934 | 80 003 | 80 072 | 80 140 | 80 209 | 80 277 | 80 346 | 80 414 | 80 482 | 80 550 | 7 14 20  | 27 34 41 | 48 54 61 |   |   |   |   |   |   |
| 64 | 80 618 | 80 686 | 80 754 | 80 821 | 80 889 | 80 956 | 81 023 | 81 090 | 81 158 | 81 224 | 7 13 20  | 27 34 40 | 47 54 60 |   |   |   |   |   |   |
| 65 | 81 291 | 81 358 | 81 425 | 81 491 | 81 558 | 81 624 | 81 690 | 81 757 | 81 823 | 81 889 | 7 13 20  | 26 33 40 | 46 53 59 |   |   |   |   |   |   |
| 66 | 81 954 | 82 020 | 82 086 | 82 151 | 82 217 | 82 282 | 82 347 | 82 413 | 82 478 | 82 543 | 7 13 20  | 26 33 39 | 46 52 59 |   |   |   |   |   |   |
| 67 | 82 607 | 82 672 | 82 737 | 82 802 | 82 866 | 82 930 | 82 995 | 83 059 | 83 123 | 83 187 | 6 13 19  | 26 32 38 | 45 51 58 |   |   |   |   |   |   |
| 68 | 83 251 | 83 315 | 83 378 | 83 442 | 83 506 | 83 569 | 83 632 | 83 696 | 83 759 | 83 822 | 6 13 19  | 25 32 38 | 44 50 57 |   |   |   |   |   |   |
| 69 | 83 885 | 83 948 | 84 011 | 84 073 | 84 136 | 84 198 | 84 261 | 84 323 | 84 386 | 84 448 | 6 12 19  | 25 31 37 | 43 50 56 |   |   |   |   |   |   |
| 70 | 84 510 | 84 572 | 84 634 | 84 696 | 84 757 | 84 819 | 84 880 | 84 942 | 85 003 | 85 065 | 6 12 19  | 25 31 37 | 43 50 56 |   |   |   |   |   |   |
| 71 | 85 126 | 85 187 | 85 248 | 85 309 | 85 370 | 85 431 | 85 491 | 85 552 | 85 612 | 85 673 | 6 12 18  | 24 31 37 | 43 49 55 |   |   |   |   |   |   |
| 72 | 85 733 | 85 794 | 85 854 | 85 914 | 85 974 | 86 034 | 86 094 | 86 153 | 86 213 | 86 273 | 6 12 18  | 24 30 36 | 42 48 54 |   |   |   |   |   |   |
| 73 | 86 332 | 86 392 | 86 451 | 86 510 | 86 570 | 86 629 | 86 688 | 86 747 | 86 806 | 86 864 | 6 12 18  | 24 30 35 | 41 47 53 |   |   |   |   |   |   |
| 74 | 86 923 | 86 982 | 87 040 | 87 099 | 87 157 | 87 216 | 87 274 | 87 332 | 87 390 | 87 448 | 6 12 17  | 23 29 35 | 41 46 52 |   |   |   |   |   |   |
| 75 | 87 506 | 87 564 | 87 622 | 87 679 | 87 737 | 87 795 | 87 852 | 87 910 | 87 967 | 88 024 | 6 12 17  | 23 29 35 | 41 46 52 |   |   |   |   |   |   |
| 76 | 88 081 | 88 138 | 88 195 | 88 252 | 88 309 | 88 366 | 88 423 | 88 480 | 88 536 | 88 593 | 6 11 17  | 23 29 34 | 40 46 51 |   |   |   |   |   |   |
| 77 | 88 649 | 88 705 | 88 762 | 88 818 | 88 874 | 88 930 | 88 986 | 89 042 | 89 098 | 89 154 | 6 11 17  | 22 28 34 | 39 45 50 |   |   |   |   |   |   |
| 78 | 89 209 | 89 265 | 89 321 | 89 376 | 89 432 | 89 487 | 89 542 | 89 597 | 89 653 | 89 708 | 6 11 17  | 22 28 33 | 39 44 50 |   |   |   |   |   |   |
| 79 | 89 763 | 89 818 | 89 873 | 89 927 | 89 982 | 90 037 | 90 091 | 90 146 | 90 200 | 90 255 | 6 11 17  | 22 28 33 | 39 44 50 |   |   |   |   |   |   |
| 80 | 90 309 | 90 363 | 90 417 | 90 472 | 90 526 | 90 580 | 90 634 | 90 687 | 90 741 | 90 795 | 5 11 16  | 22 27 32 | 38 43 49 |   |   |   |   |   |   |
| 81 | 90 848 | 90 902 | 90 956 | 91 009 | 91 062 | 91 116 | 91 169 | 91 222 | 91 275 | 91 328 | 5 11 16  | 21 27 32 | 37 42 48 |   |   |   |   |   |   |
| 82 | 91 381 | 91 434 | 91 487 | 91 540 | 91 593 | 91 645 | 91 698 | 91 751 | 91 803 | 91 855 | 5 11 16  | 21 27 32 | 37 42 48 |   |   |   |   |   |   |
| 83 | 91 908 | 91 960 | 92 012 | 92 064 | 92 117 | 92 169 | 92 221 | 92 273 | 92 324 | 92 376 | 5 10 16  | 21 26 31 | 36 42 47 |   |   |   |   |   |   |
| 84 | 92 428 | 92 480 | 92 531 | 92 583 | 92 634 | 92 686 | 92 737 | 92 788 | 92 840 | 92 891 | 5 10 15  | 20 26 31 | 36 41 46 |   |   |   |   |   |   |
| 85 | 92 942 | 92 993 | 93 044 | 93 095 | 93 146 | 93 197 | 93 247 | 93 298 | 93 349 | 93 399 | 5 10 15  | 20 26 31 | 36 41 46 |   |   |   |   |   |   |
| 86 | 93 450 | 93 500 | 93 551 | 93 601 | 93 651 | 93 702 | 93 752 | 93 802 | 93 852 | 93 902 | 5 10 15  | 20 25 30 | 35 40 45 |   |   |   |   |   |   |
| 87 | 93 952 | 94 002 | 94 052 | 94 101 | 94 151 | 94 201 | 94 250 | 94 300 | 94 349 | 94 399 | 5 10 15  | 20 25 30 | 35 40 45 |   |   |   |   |   |   |
| 88 | 94 448 | 94 498 | 94 547 | 94 596 | 94 645 | 94 694 | 94 743 | 94 792 | 94 841 | 94 890 | 5 10 15  | 20 25 29 | 34 39 44 |   |   |   |   |   |   |
| 89 | 94 939 | 94 988 | 95 036 | 95 085 | 95 134 | 95 182 | 95 231 | 95 279 | 95 328 | 95 376 | 5 10 15  | 19 24 29 | 34 39 44 |   |   |   |   |   |   |
| 90 | 95 424 | 95 472 | 95 521 | 95 569 | 95 617 | 95 665 | 95 713 | 95 761 | 95 809 | 95 856 | 5 10 14  | 19 24 29 | 34 38 43 |   |   |   |   |   |   |
| 91 | 95 904 | 95 952 | 95 999 | 96 047 | 96 095 | 96 142 | 96 190 | 96 237 | 96 284 | 96 332 | 5 9 14   | 19 24 28 | 33 38 42 |   |   |   |   |   |   |
| 92 | 96 379 | 96 426 | 96 473 | 96 520 | 96 567 | 96 614 | 96 661 | 96 708 | 96 755 | 96 802 | 5 9 14   | 19 24 28 | 33 38 42 |   |   |   |   |   |   |
| 93 | 96 848 | 96 895 | 96 942 | 96 988 | 97 035 | 97 081 | 97 128 | 97 174 | 97 220 | 97 267 | 5 9 14   | 18 23 28 | 32 38 42 |   |   |   |   |   |   |
| 94 | 97 313 | 97 359 | 97 405 | 97 451 | 97 497 | 97 543 | 97 589 | 97 635 | 97 681 | 97 727 | 5 9 14   | 18 23 28 | 32 37 42 |   |   |   |   |   |   |
| 95 | 97 772 | 97 818 | 97 864 | 97 909 | 97 955 | 98 000 | 98 046 | 98 091 | 98 137 | 98 182 | 5 9 14   | 18 23 27 | 32 36 41 |   |   |   |   |   |   |
| 96 | 98 227 | 98 272 | 98 318 | 98 363 | 98 408 | 98 453 | 98 498 | 98 543 | 98 588 | 98 632 | 5 9 14   | 18 23 27 | 32 36 41 |   |   |   |   |   |   |
| 97 | 98 677 | 98 722 | 98 767 | 98 811 | 98 856 | 98 900 | 98 945 | 98 989 | 99 034 | 99 078 | 4 9 13   | 18 22 27 | 31 36 40 |   |   |   |   |   |   |
| 98 | 99 123 | 99 167 | 99 211 | 99 255 | 99 300 | 99 344 | 99 388 | 99 432 | 99 476 | 99 520 | 4 9 13   | 18 22 26 | 31 35 40 |   |   |   |   |   |   |
| 99 | 99 564 | 99 607 | 99 651 | 99 695 | 99 739 | 99 782 | 99 826 | 99 870 | 99 913 | 99 957 | 4 9 13   | 17 22 26 | 31 35 39 |   |   |   |   |   |   |

| lg  | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | Пропорциональные части средних значений разностей |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
|     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1   | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| .00 | 10 000 | 10 023 | 10 046 | 10 069 | 10 093 | 10 116 | 10 139 | 10 162 | 10 186 | 10 209 | 2   | 5  | 7  | 9  | 12 | 14 | 16 | 19 | 21 |
| .01 | 10 233 | 10 257 | 10 280 | 10 304 | 10 328 | 10 351 | 10 375 | 10 399 | 10 423 | 10 447 | 2   | 5  | 7  | 10 | 12 | 14 | 17 | 19 | 21 |
| .02 | 10 471 | 10 495 | 10 520 | 10 544 | 10 568 | 10 593 | 10 617 | 10 641 | 10 666 | 10 691 | 2   | 5  | 7  | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 | 22 |
| .03 | 10 715 | 10 740 | 10 765 | 10 789 | 10 814 | 10 839 | 10 864 | 10 889 | 10 914 | 10 940 | 3   | 5  | 8  | 10 | 13 | 15 | 18 | 20 | 23 |
| .04 | 10 965 | 10 990 | 11 015 | 11 041 | 11 066 | 11 092 | 11 117 | 11 143 | 11 169 | 11 194 | 3   | 5  | 8  | 10 | 13 | 15 | 18 | 20 | 23 |
| .05 | 11 220 | 11 246 | 11 272 | 11 298 | 11 324 | 11 350 | 11 376 | 11 402 | 11 429 | 11 455 | 3   | 5  | 8  | 11 | 13 | 16 | 18 | 21 | 24 |
| .06 | 11 482 | 11 508 | 11 535 | 11 561 | 11 588 | 11 614 | 11 641 | 11 668 | 11 695 | 11 722 | 3   | 5  | 8  | 11 | 13 | 16 | 19 | 21 | 24 |
| .07 | 11 749 | 11 776 | 11 803 | 11 830 | 11 858 | 11 885 | 11 912 | 11 940 | 11 967 | 11 995 | 3   | 5  | 8  | 11 | 14 | 16 | 19 | 22 | 25 |
| .08 | 12 023 | 12 050 | 12 078 | 12 106 | 12 134 | 12 162 | 12 190 | 12 218 | 12 246 | 12 274 | 3   | 6  | 8  | 11 | 14 | 17 | 20 | 22 | 25 |
| .09 | 12 303 | 12 331 | 12 359 | 12 388 | 12 417 | 12 445 | 12 474 | 12 503 | 12 531 | 12 560 | 3   | 6  | 9  | 11 | 14 | 17 | 20 | 23 | 26 |
| .10 | 12 589 | 12 618 | 12 647 | 12 677 | 12 706 | 12 735 | 12 764 | 12 794 | 12 823 | 12 853 | 3   | 6  | 9  | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 | 26 |
| .11 | 12 882 | 12 912 | 12 942 | 12 972 | 13 002 | 13 032 | 13 062 | 13 092 | 13 122 | 13 152 | 3   | 6  | 9  | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 |
| .12 | 13 183 | 13 213 | 13 243 | 13 274 | 13 305 | 13 335 | 13 366 | 13 397 | 13 428 | 13 459 | 3   | 6  | 9  | 12 | 15 | 18 | 21 | 25 | 28 |
| .13 | 13 490 | 13 521 | 13 552 | 13 583 | 13 614 | 13 646 | 13 677 | 13 709 | 13 740 | 13 772 | 3   | 6  | 9  | 13 | 16 | 19 | 22 | 25 | 28 |
| .14 | 13 804 | 13 836 | 13 868 | 13 900 | 13 932 | 13 964 | 13 996 | 14 028 | 14 060 | 14 093 | 3   | 6  | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | 26 | 29 |
| .15 | 14 125 | 14 158 | 14 191 | 14 223 | 14 256 | 14 289 | 14 322 | 14 355 | 14 388 | 14 421 | 3   | 7  | 10 | 13 | 16 | 20 | 23 | 26 | 30 |
| .16 | 14 454 | 14 488 | 14 521 | 14 555 | 14 588 | 14 622 | 14 655 | 14 689 | 14 723 | 14 757 | 3   | 7  | 10 | 13 | 17 | 20 | 24 | 27 | 30 |
| .17 | 14 791 | 14 825 | 14 859 | 14 894 | 14 928 | 14 962 | 14 997 | 15 031 | 15 066 | 15 101 | 3   | 7  | 10 | 14 | 17 | 21 | 24 | 28 | 31 |
| .18 | 15 136 | 15 171 | 15 205 | 15 241 | 15 276 | 15 311 | 15 346 | 15 382 | 15 417 | 15 453 | 4   | 7  | 11 | 14 | 18 | 21 | 25 | 28 | 32 |
| .19 | 15 488 | 15 524 | 15 560 | 15 596 | 15 631 | 15 668 | 15 704 | 15 740 | 15 776 | 15 812 | 4   | 7  | 11 | 14 | 18 | 22 | 25 | 29 | 32 |
| .20 | 15 849 | 15 885 | 15 922 | 15 959 | 15 996 | 16 032 | 16 069 | 16 106 | 16 144 | 16 181 | 4   | 7  | 11 | 15 | 18 | 22 | 26 | 30 | 33 |
| .21 | 16 218 | 16 255 | 16 293 | 16 331 | 16 368 | 16 406 | 16 444 | 16 482 | 16 520 | 16 558 | 4   | 8  | 11 | 15 | 19 | 23 | 26 | 30 | 34 |
| .22 | 16 596 | 16 634 | 16 672 | 16 711 | 16 749 | 16 788 | 16 827 | 16 866 | 16 904 | 16 943 | 4   | 8  | 12 | 15 | 19 | 23 | 27 | 31 | 35 |
| .23 | 16 982 | 17 022 | 17 061 | 17 100 | 17 140 | 17 179 | 17 219 | 17 258 | 17 298 | 17 338 | 4   | 8  | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 |
| .24 | 17 378 | 17 418 | 17 458 | 17 498 | 17 539 | 17 579 | 17 620 | 17 660 | 17 701 | 17 742 | 4   | 8  | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 |
| .25 | 17 783 | 17 824 | 17 865 | 17 906 | 17 947 | 17 989 | 18 030 | 18 072 | 18 113 | 18 155 | 4   | 8  | 12 | 17 | 21 | 25 | 29 | 33 | 37 |
| .26 | 18 197 | 18 239 | 18 281 | 18 323 | 18 365 | 18 408 | 18 450 | 18 493 | 18 535 | 18 578 | 4   | 8  | 13 | 17 | 21 | 25 | 30 | 34 | 38 |
| .27 | 18 621 | 18 664 | 18 707 | 18 750 | 18 793 | 18 836 | 18 880 | 18 923 | 18 967 | 19 011 | 4   | 9  | 13 | 17 | 22 | 26 | 30 | 35 | 39 |
| .28 | 19 055 | 19 099 | 19 143 | 19 187 | 19 231 | 19 275 | 19 320 | 19 364 | 19 409 | 19 454 | 4   | 9  | 13 | 18 | 22 | 26 | 31 | 35 | 40 |
| .29 | 19 498 | 19 543 | 19 588 | 19 634 | 19 679 | 19 724 | 19 770 | 19 815 | 19 861 | 19 907 | 5   | 9  | 14 | 18 | 23 | 27 | 32 | 36 | 41 |
| .30 | 19 953 | 19 999 | 20 045 | 20 091 | 20 137 | 20 184 | 20 230 | 20 277 | 20 324 | 20 370 | 5   | 9  | 14 | 19 | 23 | 28 | 32 | 37 | 42 |
| .31 | 20 417 | 20 464 | 20 512 | 20 559 | 20 606 | 20 654 | 20 701 | 20 749 | 20 797 | 20 845 | 5   | 10 | 14 | 19 | 24 | 29 | 33 | 38 | 43 |
| .32 | 20 893 | 20 941 | 20 989 | 21 038 | 21 086 | 21 135 | 21 184 | 21 232 | 21 281 | 21 330 | 5   | 10 | 15 | 19 | 24 | 29 | 34 | 39 | 44 |
| .33 | 21 380 | 21 429 | 21 478 | 21 528 | 21 577 | 21 627 | 21 677 | 21 727 | 21 777 | 21 827 | 5   | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| .34 | 21 878 | 21 928 | 21 979 | 22 029 | 22 080 | 22 131 | 22 182 | 22 233 | 22 284 | 22 336 | 5   | 10 | 15 | 20 | 25 | 31 | 36 | 41 | 46 |
| .35 | 22 387 | 22 439 | 22 491 | 22 542 | 22 594 | 22 646 | 22 699 | 22 751 | 22 803 | 22 856 | 5   | 10 | 16 | 21 | 26 | 31 | 37 | 42 | 47 |
| .36 | 22 909 | 22 961 | 23 014 | 23 067 | 23 121 | 23 174 | 23 227 | 23 281 | 23 336 | 23 388 | 5   | 11 | 16 | 21 | 27 | 32 | 37 | 43 | 48 |
| .37 | 23 442 | 23 496 | 23 550 | 23 605 | 23 659 | 23 714 | 23 768 | 23 823 | 23 878 | 23 933 | 5   | 11 | 16 | 22 | 27 | 33 | 38 | 44 | 49 |
| .38 | 23 986 | 24 044 | 24 099 | 24 155 | 24 210 | 24 266 | 24 322 | 24 378 | 24 434 | 24 491 | 6   | 11 | 17 | 22 | 28 | 34 | 39 | 45 | 50 |
| .39 | 24 547 | 24 604 | 24 660 | 24 717 | 24 774 | 24 831 | 24 889 | 24 946 | 25 003 | 25 061 | 6   | 11 | 17 | 23 | 29 | 34 | 40 | 46 | 51 |
| .40 | 25 119 | 25 177 | 25 236 | 25 293 | 25 351 | 25 410 | 25 468 | 25 527 | 25 586 | 25 645 | 6   | 12 | 18 | 23 | 29 | 35 | 41 | 47 | 53 |
| .41 | 25 704 | 25 763 | 25 823 | 25 882 | 25 942 | 26 002 | 26 062 | 26 122 | 26 182 | 26 242 | 6   | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 |
| .42 | 26 303 | 26 363 | 26 424 | 26 485 | 26 546 | 26 607 | 26 669 | 26 730 | 26 792 | 26 853 | 6   | 12 | 18 | 24 | 31 | 37 | 43 | 49 | 55 |
| .43 | 26 915 | 26 977 | 27 040 | 27 102 | 27 164 | 27 227 | 27 290 | 27 353 | 27 416 | 27 479 | 6   | 13 | 19 | 25 | 31 | 38 | 44 | 50 | 56 |
| .44 | 27 542 | 27 606 | 27 669 | 27 733 | 27 797 | 27 861 | 27 925 | 27 990 | 28 054 | 28 119 | 6   | 13 | 19 | 26 | 32 | 39 | 45 | 51 | 58 |
| .45 | 28 184 | 28 249 | 28 314 | 28 379 | 28 445 | 28 510 | 28 576 | 28 642 | 28 708 | 28 774 | 7   | 13 | 20 | 26 | 33 | 39 | 46 | 52 | 59 |
| .46 | 28 840 | 28 907 | 28 973 | 29 040 | 29 107 | 29 174 | 29 242 | 29 309 | 29 376 | 29 444 | 7   | 13 | 20 | 27 | 34 | 40 | 47 | 54 | 60 |
| .47 | 29 512 | 29 580 | 29 648 | 29 717 | 29 785 | 29 854 | 29 923 | 29 992 | 30 061 | 30 130 | 7   | 14 | 21 | 28 | 34 | 41 | 48 | 55 | 62 |
| .48 | 30 200 | 30 269 | 30 339 | 30 409 | 30 479 | 30 549 | 30 620 | 30 690 | 30 761 | 30 832 | 7   | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 | 49 | 56 | 63 |
| .49 | 30 903 | 30 974 | 31 046 | 31 117 | 31 189 | 31 261 | 31 333 | 31 405 | 31 477 | 31 550 | 7   | 14 | 22 | 29 | 36 | 43 | 50 | 58 | 65 |

## Антилогарифмы

| lg  | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | Пропорциональные части средних значений разностей |            |             |   |   |   |   |   |   |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|------------|-------------|---|---|---|---|---|---|
|     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1   | 2          | 3           | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| -50 | 31 623 | 31 696 | 31 769 | 31 842 | 31 916 | 31 989 | 32 063 | 32 137 | 32 211 | 32 285 | 7 15 22   | 29 37 44   | 52 59 66    |   |   |   |   |   |   |
| -51 | 32 359 | 32 434 | 32 509 | 32 584 | 32 659 | 32 735 | 32 809 | 32 885 | 32 961 | 33 037 | 8 15 23   | 30 38 45   | 53 60 68    |   |   |   |   |   |   |
| -52 | 33 113 | 33 189 | 33 266 | 33 343 | 33 420 | 33 497 | 33 574 | 33 651 | 33 729 | 33 806 | 8 15 23   | 31 39 46   | 54 62 69    |   |   |   |   |   |   |
| -53 | 33 884 | 33 963 | 34 041 | 34 119 | 34 198 | 34 277 | 34 356 | 34 435 | 34 514 | 34 594 | 8 16 24   | 32 40 47   | 55 63 71    |   |   |   |   |   |   |
| -54 | 34 674 | 34 754 | 34 834 | 34 914 | 34 995 | 35 075 | 35 156 | 35 237 | 35 318 | 35 400 | 8 16 24   | 32 40 48   | 56 65 73    |   |   |   |   |   |   |
| -55 | 35 481 | 35 563 | 35 645 | 35 727 | 35 810 | 35 892 | 35 975 | 36 058 | 36 141 | 36 224 | 8 16 25   | 33 41 50   | 58 66 74    |   |   |   |   |   |   |
| -56 | 36 308 | 36 392 | 36 475 | 36 559 | 36 644 | 36 728 | 36 813 | 36 898 | 36 983 | 37 068 | 8 17 25   | 34 42 51   | 59 68 76    |   |   |   |   |   |   |
| -57 | 37 154 | 37 239 | 37 325 | 37 411 | 37 497 | 37 584 | 37 670 | 37 757 | 37 844 | 37 931 | 9 17 26   | 35 43 52   | 61 69 78    |   |   |   |   |   |   |
| -58 | 38 019 | 38 107 | 38 194 | 38 282 | 38 371 | 38 459 | 38 548 | 38 637 | 38 726 | 38 815 | 9 18 27   | 35 44 53   | 62 71 80    |   |   |   |   |   |   |
| -59 | 38 905 | 38 994 | 39 084 | 39 174 | 39 264 | 39 355 | 39 446 | 39 537 | 39 628 | 39 719 | 9 18 27   | 36 45 54   | 63 72 82    |   |   |   |   |   |   |
| -60 | 39 811 | 39 902 | 39 994 | 40 087 | 40 179 | 40 272 | 40 365 | 40 458 | 40 551 | 40 644 | 9 19 28   | 37 46 55   | 65 74 83    |   |   |   |   |   |   |
| -61 | 40 738 | 40 832 | 40 926 | 41 020 | 41 115 | 41 210 | 41 305 | 41 400 | 41 495 | 41 591 | 9 19 28   | 38 47 57   | 66 76 85    |   |   |   |   |   |   |
| -62 | 41 687 | 41 783 | 41 879 | 41 976 | 42 073 | 42 170 | 42 267 | 42 364 | 42 462 | 42 560 | 10 19 29  | 39 49 58   | 68 78 87    |   |   |   |   |   |   |
| -63 | 42 658 | 42 756 | 42 855 | 42 954 | 43 053 | 43 152 | 43 251 | 43 351 | 43 451 | 43 551 | 10 20 30  | 40 50 60   | 70 80 89    |   |   |   |   |   |   |
| -64 | 43 652 | 43 752 | 43 853 | 43 954 | 44 055 | 44 157 | 44 259 | 44 361 | 44 463 | 44 566 | 10 20 30  | 41 51 61   | 71 81 91    |   |   |   |   |   |   |
| -65 | 44 668 | 44 771 | 44 875 | 44 978 | 45 082 | 45 186 | 45 290 | 45 394 | 45 499 | 45 604 | 10 21 31  | 42 52 62   | 73 83 94    |   |   |   |   |   |   |
| -66 | 45 709 | 45 814 | 45 920 | 46 026 | 46 132 | 46 238 | 46 345 | 46 452 | 46 559 | 46 666 | 11 21 32  | 43 53 64   | 75 85 96    |   |   |   |   |   |   |
| -67 | 46 774 | 46 881 | 46 989 | 47 098 | 47 206 | 47 315 | 47 424 | 47 534 | 47 643 | 47 753 | 11 22 33  | 44 54 65   | 76 87 98    |   |   |   |   |   |   |
| -68 | 47 863 | 47 973 | 48 084 | 48 195 | 48 306 | 48 417 | 48 529 | 48 641 | 48 753 | 48 865 | 11 22 33  | 45 56 67   | 78 89 100   |   |   |   |   |   |   |
| -69 | 48 978 | 49 091 | 49 204 | 49 317 | 49 431 | 49 545 | 49 659 | 49 774 | 49 888 | 50 003 | 11 23 34  | 46 57 68   | 80 91 103   |   |   |   |   |   |   |
| -70 | 50 119 | 50 234 | 50 350 | 50 466 | 50 582 | 50 699 | 50 816 | 50 933 | 51 050 | 51 168 | 12 23 35  | 47 58 70   | 82 93 105   |   |   |   |   |   |   |
| -71 | 51 286 | 51 404 | 51 523 | 51 642 | 51 761 | 51 880 | 52 000 | 52 119 | 52 240 | 52 360 | 12 24 36  | 48 60 72   | 84 96 108   |   |   |   |   |   |   |
| -72 | 52 481 | 52 602 | 52 723 | 52 845 | 52 966 | 53 088 | 53 211 | 53 333 | 53 456 | 53 580 | 12 24 37  | 49 61 73   | 85 98 110   |   |   |   |   |   |   |
| -73 | 53 703 | 53 827 | 53 951 | 54 075 | 54 200 | 54 325 | 54 450 | 54 576 | 54 702 | 54 828 | 13 25 38  | 50 63 75   | 88 100 113  |   |   |   |   |   |   |
| -74 | 54 954 | 55 081 | 55 208 | 55 336 | 55 463 | 55 590 | 55 719 | 55 847 | 55 976 | 56 105 | 13 26 38  | 51 64 77   | 90 102 115  |   |   |   |   |   |   |
| -75 | 56 234 | 56 364 | 56 494 | 56 624 | 56 754 | 56 885 | 57 016 | 57 148 | 57 280 | 57 412 | 13 26 39  | 52 66 79   | 92 105 118  |   |   |   |   |   |   |
| -76 | 57 544 | 57 677 | 57 810 | 57 943 | 58 076 | 58 210 | 58 345 | 58 479 | 58 614 | 58 749 | 13 27 40  | 54 67 80   | 94 107 121  |   |   |   |   |   |   |
| -77 | 58 884 | 59 020 | 59 156 | 59 293 | 59 429 | 59 566 | 59 704 | 59 841 | 59 979 | 60 117 | 14 27 41  | 55 69 82   | 96 110 123  |   |   |   |   |   |   |
| -78 | 60 256 | 60 395 | 60 534 | 60 674 | 60 814 | 60 954 | 61 094 | 61 235 | 61 376 | 61 518 | 14 28 42  | 56 70 84   | 98 112 126  |   |   |   |   |   |   |
| -79 | 61 659 | 61 802 | 61 944 | 62 087 | 62 230 | 62 373 | 62 517 | 62 661 | 62 806 | 62 951 | 14 29 43  | 58 72 86   | 101 115 130 |   |   |   |   |   |   |
| -80 | 63 096 | 63 241 | 63 387 | 63 533 | 63 680 | 63 826 | 63 973 | 64 121 | 64 269 | 64 417 | 15 29 44  | 59 74 88   | 103 118 132 |   |   |   |   |   |   |
| -81 | 64 565 | 64 714 | 64 863 | 65 013 | 65 163 | 65 313 | 65 464 | 65 615 | 65 766 | 65 917 | 15 30 45  | 60 75 90   | 105 120 135 |   |   |   |   |   |   |
| -82 | 66 069 | 66 222 | 66 374 | 66 527 | 66 681 | 66 834 | 66 988 | 67 143 | 67 298 | 67 453 | 15 31 46  | 62 77 92   | 108 123 139 |   |   |   |   |   |   |
| -83 | 67 608 | 67 764 | 67 920 | 68 077 | 68 234 | 68 391 | 68 549 | 68 707 | 68 865 | 69 024 | 16 32 47  | 63 79 95   | 110 126 142 |   |   |   |   |   |   |
| -84 | 69 183 | 69 343 | 69 503 | 69 663 | 69 823 | 69 984 | 70 146 | 70 307 | 70 469 | 70 632 | 16 32 48  | 64 81 97   | 113 129 145 |   |   |   |   |   |   |
| -85 | 70 795 | 70 958 | 71 121 | 71 285 | 71 450 | 71 614 | 71 779 | 71 945 | 72 111 | 72 277 | 17 33 50  | 66 83 99   | 116 132 149 |   |   |   |   |   |   |
| -86 | 72 444 | 72 611 | 72 778 | 72 946 | 73 114 | 73 282 | 73 451 | 73 621 | 73 790 | 73 961 | 17 34 51  | 68 85 101  | 118 135 152 |   |   |   |   |   |   |
| -87 | 74 131 | 74 302 | 74 473 | 74 645 | 74 817 | 74 989 | 75 162 | 75 336 | 75 509 | 75 683 | 17 35 52  | 69 87 104  | 121 138 156 |   |   |   |   |   |   |
| -88 | 75 858 | 76 033 | 76 208 | 76 384 | 76 560 | 76 736 | 76 913 | 77 090 | 77 268 | 77 446 | 18 35 53  | 71 89 107  | 125 142 159 |   |   |   |   |   |   |
| -89 | 77 625 | 77 804 | 77 983 | 78 163 | 78 343 | 78 524 | 78 705 | 78 886 | 79 068 | 79 250 | 18 36 54  | 72 91 109  | 127 145 163 |   |   |   |   |   |   |
| -90 | 79 433 | 79 616 | 79 799 | 79 983 | 80 168 | 80 353 | 80 538 | 80 724 | 80 910 | 81 096 | 19 37 56  | 74 93 111  | 130 148 167 |   |   |   |   |   |   |
| -91 | 81 283 | 81 470 | 81 658 | 81 846 | 82 035 | 82 224 | 82 414 | 82 604 | 82 794 | 82 985 | 19 38 57  | 76 95 113  | 132 151 170 |   |   |   |   |   |   |
| -92 | 83 176 | 83 368 | 83 560 | 83 753 | 83 946 | 84 140 | 84 333 | 84 528 | 84 723 | 84 918 | 19 39 58  | 78 97 116  | 136 155 175 |   |   |   |   |   |   |
| -93 | 85 114 | 85 310 | 85 507 | 85 704 | 85 901 | 86 099 | 86 298 | 86 497 | 86 696 | 86 896 | 20 40 60  | 79 99 119  | 139 158 178 |   |   |   |   |   |   |
| -94 | 87 096 | 87 297 | 87 498 | 87 700 | 87 902 | 88 105 | 88 308 | 88 512 | 88 716 | 88 920 | 20 41 61  | 81 102 122 | 142 162 183 |   |   |   |   |   |   |
| -95 | 89 125 | 89 331 | 89 536 | 89 743 | 89 950 | 90 157 | 90 365 | 90 573 | 90 782 | 90 991 | 21 42 62  | 83 104 125 | 146 166 187 |   |   |   |   |   |   |
| -96 | 91 201 | 91 411 | 91 622 | 91 833 | 92 045 | 92 257 | 92 470 | 92 683 | 92 897 | 93 111 | 21 42 64  | 85 106 127 | 149 170 191 |   |   |   |   |   |   |
| -97 | 93 325 | 93 541 | 93 756 | 93 972 | 94 189 | 94 406 | 94 624 | 94 842 | 95 060 | 95 280 | 22 43 65  | 87 109 130 | 152 174 195 |   |   |   |   |   |   |
| -98 | 95 499 | 95 719 | 95 940 | 96 161 | 96 383 | 96 605 | 96 828 | 97 051 | 97 275 | 97 499 | 22 44 67  | 89 111 133 | 155 178 200 |   |   |   |   |   |   |
| -99 | 97 724 | 97 949 | 98 175 | 98 401 | 98 628 | 98 855 | 69 083 | 99 312 | 99 541 | 99 770 | 23 46 68  | 91 114 137 | 160 182 205 |   |   |   |   |   |   |

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### ПРИМЕРЫ ПОЛЬЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫМИ ТАБЛИЦАМИ

Т а б л и ц а 7

#### Аналитические и стехиометрические множители (факторы)

Таблица в первую очередь предназначена для расчетов, связанных с аналитическими определениями весовыми методами.

Когда определяют содержание какой-нибудь составной части в анализируемом материале, возможны два случая.

1. *Искомую составную часть взвешивают в той именно форме, в какой желательна выразить ее содержание в анализируемом веществе;* например, при определении содержания Си в бронзе медь выделяют электролизом и взвешивают как таковую, в другом случае  $\text{SiO}_2$  из минерала взвешивают в виде  $\text{SiO}_2$ , в форме которого обычно выражают содержание Si в минералах в горных породах. В этих случаях процентное содержание искомой составной части вычисляют по простой формуле

$$x = \frac{a \cdot 100}{g} \%$$

где  $a$  — масса выделенной составной части;  $g$  — навеска взятого для анализа вещества ( $a$  и  $g$  выражены в одинаковых единицах массы). Для расчета надо найти два логарифма, не пользуясь табл. 7.

2. *Искомую составную часть взвешивают в другой форме, чем та, в которой желают выразить результат проведенного определения,* например определение P заканчивают взвешиванием прокаленного осадка  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  или, определяя Si в стали, заканчивают определение так же взвешиванием  $\text{SiO}_2$ , как при анализе минерала, но результат здесь должен быть выражен в виде процентного содержания элемента (Si). Иногда взвешиваемое вещество совсем не содержит того элемента, который определяют. Так, при определении N в соли аммония иногда осаждают аммоний в виде  $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$  и прокаливанием превращают это вещество в Pt, которую и взвешивают. По массе Pt рассчитывают процентное содержание N в анализируемой соли.

Во всех этих случаях надо, очевидно, вычислить, какому количеству искомой составной части соответствует найденная масса взвешиваемого вещества ( $a$ ). Для этого при определении Si следует разделить массу  $a$  на молекулярный вес  $\text{SiO}_2$  и умножить на атомный вес Si,

т. е.  $\frac{a \text{ Si}}{\text{SiO}_2}$ ; при определении P найденную массу  $a$  надо разделить на молекулярный вес  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ , и умножить на 2 атомных веса P (так как молекула  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  содержит 2P), т. е.  $\frac{a \cdot 2P}{\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7}$ ; при определении N

найденную массу  $a$  нужно разделить на атомный вес Pt и умножить на 2 атомных веса N, т. е.  $\frac{a \cdot 2N}{Pt}$ , поскольку в соединении  $(NH_4)_2PtCl_6$  на 2 атома N приходится один атом Pt. Все величины этих дробей:  $\frac{Si}{SiO_2}$ ,  $\frac{2P}{Mg_2P_2O_7}$ ,  $\frac{2N}{Pt}$  и т. п., а также их логарифмов помещены в табл. 7, где они названы множителями и обозначены буквой  $f$  (их называют еще «факторами», «факторами пересчета», «химическими множителями»). Таким образом, содержание определяемой составной части во взвешенном веществе будет равно  $af$ , а процентное содержание ее в анализируемом материале:

$$x = \frac{af \cdot 100}{g} \%$$

Вычисление, таким образом, сводится к нахождению трех логарифмов (одного по табл. 7, двух по общей таблице логарифмов), сложению двух из них и вычитанию третьего.

Поскольку действия сложения и вычитания нельзя проводить в одном столбце, необходимо научиться быстро находить по логарифму его дополнение до единицы. Тогда все действие сводится к сложению трех мантисс:  $\lg x = \lg a + \lg f + (1 - \lg g)$ . На характеристики логарифмов и на целое число 2 ( $\lg 100 = 2$ ) внимания не обращают. Когда действие закончено и по логарифму найдено число  $x$ , легко разделить в нем надлежащее число десятичных знаков, так как всегда известно, содержит ли анализируемый материал, скажем, 8,3 или 83 или 0,83% определяемой составной части.

Для нахождения дополнения  $\lg g$  до единицы вычитают последнюю цифру мантиссы из 10, а остальные — из 9; например, если мантисса логарифма  $g$  равна 34 906, то ее дополнение до единицы равно 65 094.

#### Примеры вычислений результатов весовых аналитических определений

*Пример 1.* Для определения Cu в латуни взята навеска стружки  $g = 1,1238$  г. Масса чистого платинового электрода равна 12,4826 г; масса того же электрода, покрытого выделенной Cu, после высушивания равна 13,2965 г. Найти процентное содержание Cu в сплаве.

Масса выделенной Cu  $a = 13,2965 - 12,4826 = 0,8139$  г. Искомое процентное содержание Cu  $x = \frac{0,8139 \cdot 100}{1,1238} \%$ . Логарифмы находим в табл. 53 (стр. 356) и выписываем одни мантиссы без характеристик:

$$\begin{array}{r} 91\ 057 \\ - 05\ 069 \\ \hline \lg x = 85\ 988; \quad x = 72,42\% \end{array}$$

То, что в конечном результате будут два десятичных знака перед запятой, легко сообразить как при взгляде на формулу расчета, так и по смыслу определения. При решении этого примера нам не пришлось пользоваться множителями табл. 7, так как определяемую составную часть латуни (Cu) взвешивали в виде металла.

*Пример 2.* Для определения Mg в известняке взята навеска  $g = 1,2456$  г. После отделения  $\text{SiO}_2$ , Fe, Al и Ca был осажден Mg в виде  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ , который прокаливанием был превращен в  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ; масса прокаленного осадка  $a = 0,0551$  г. Найти процентное содержание магния в известняке.

Находим в общей таблице логарифмов:  $\lg g = \lg 1,2456 = 0,09540$ ;  $\lg a = \lg 0,0551 = 74115$ . Как и в предыдущем примере, выписываем одни мантиссы без характеристик.

В табл. 7 в графе «Определяют» находим Mg и рядом в графе «Извешено» —  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ . Против этой формулы в графе «Множитель  $f$ » стоит 0,2185 и рядом  $\lg f = 33939$ . Проводим сложение:

$$\begin{array}{r} \lg a = 74115 \\ \lg f = 33939 \\ 1 - \lg g = 90460 \\ \hline \lg x = 98514 \end{array}$$

Содержание Mg равно 0,966, или 0,97%.

Поскольку в массе прокаленного осадка 0,0551 г предельная абсолютная ошибка  $\pm 0,0002$  г (неточность обычных взвешиваний на аналитических весах), что составляет 0,4% относительных, такая же предельная относительная ошибка будет и в конечном результате (правило 4, стр. 9), т. е. ответ будет  $0,966 \pm 0,004\%$ . Мы видим, что более трех знаков после запятой в ответе не должно быть, так как уже третий знак сомнителен. Учитывая, однако, что в ходе анализа помимо неточности взвешивания возможны еще другие источники ошибок, разумнее полученный результат округлить до 0,97%.

#### Т а б л и ц а 13

##### Вычисления результатов объемно-аналитических определений

При нахождении результатов объемно-аналитических определений очень часто проводят ненужные и сложные вычисления. Так, например, при расчете количества Fe, оттитрованного раствором  $\text{KMnO}_4$ , вычисляют сначала, сколько граммов  $\text{KMnO}_4$  израсходовано на реакцию, а затем по стехиометрическому отношению 1 моль  $\text{KMnO}_4$  : 5 моль  $\text{Fe}^{2+}$  рассчитывают содержание Fe. Такой путь расчета сложен и потому недопустим. Именно для того и выражают концентрации растворов в виде их нормальностей, чтобы упростить все вычисления.

*Нормальностью* или нормальной концентрацией раствора называют число грамм-эквивалентов растворенного вещества в 1 л раствора или число миллиграмм-эквивалентов в 1 мл раствора.

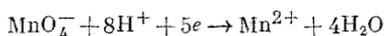
*Эквивалентом* называют ту часть атома или молекулы, которая: а) в реакциях нейтрализации соответствует одному иону водорода  $\text{H}^+$  или иону гидроксила  $\text{OH}^-$ , образующих воду.

Например, в реакции  $\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  два иона  $\text{H}^+$  и два иона  $\text{OH}^-$  образуют 2 молекулы  $\text{H}_2\text{O}$ . Следовательно, на 1 ион  $\text{H}^+$  или  $\text{OH}^-$  приходится  $1/2$  молекулы  $\text{H}_3\text{PO}_4$  и 1 молекула

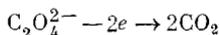
$\left(\frac{2\text{NaOH}}{2}\right)$  едкого натра. Эти величины и являются их эквивалентами;

б) в реакциях окисления — восстановления соответствует одному электрону, который молекула или ион вещества приобретает или отдает в данной реакции.

Например,  $\text{KMnO}_4$  реагирует как окислитель в кислой среде по уравнению:

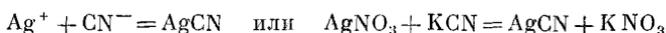


Следовательно, на 1 электрон приходится  $1/5 \text{MnO}_4^-$  или  $1/5 \text{KMnO}_4$ , являющиеся эквивалентами. Щавелевая кислота  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  реагирует как восстановитель по уравнению



следовательно, на 1 электрон приходится  $1/2 \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , или  $1/2 \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , или  $1/2 \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; эти величины и являются эквивалентами;

в) в реакциях осаждения и комплексообразования соответствует одному иону одновалентного металла,  $1/2$  иона двухвалентного металла и т. д., образующих осадок или комплексное соединение. Так, при титровании цианида солью серебра по Мору:



эквивалент KCN равен его молекуле, а при титровании того же цианида по Дениже:



эквивалент KCN равен двум молекулам.

Из приведенных примеров видно, что эквивалент вещества является постоянным числом, а зависит от той реакции, в которой это вещество принимает участие.

*Грамм-эквивалентом* и *миллиграмм-эквивалентом* называют количество вещества в граммах (или соответственно в миллиграммах), отвечающее его эквивалентному весу.

Если концентрация (титр) титрующего раствора (называемого иногда стандартным раствором) выражена его нормальностью  $N_s$ , а  $E_s$  — его эквивалентный вес, то каждый миллилитр этого раствора будет содержать  $N_s E_s$  мг титрующего вещества; израсходовав на титрование  $V$  мл этого раствора, мы введем в реакцию  $V N_s E_s$  мг титрующего вещества; а так как реакция происходит всегда между количествами веществ, пропорциональными их эквивалентам, то количество оттитрованного (определяемого) вещества будет равно  $V N_s E_x$  мг, где  $E_x$  — эквивалентный вес определяемого вещества. Следовательно, для расчета не требуется знать ни молекулярный вес, ни эквивалентный вес  $E_s$  того вещества, которым титруют, а достаточно лишь знать нормальность титрующего раствора  $N_s$  и эквивалентный вес  $E_x$  определяемого вещества. Последний находят по табл. 13. Процентное содержание ( $x$ ) определяемого вещества в навеске  $g$  вычисляют по формуле:

$$x = \frac{V N_s E_x \cdot 100}{g} \% \quad \text{или} \quad \frac{V N_s E_x}{g' \cdot 10} \%$$

где  $g$  выражено в мг, а  $g'$  — в г.

#### А. Нахождение нормальности титрующего раствора (установка титра)

При установке нормальности раствора отвешивают некоторое количество исходного вещества  $g_{\text{исх}}$ . Навеску растворяют и титруют полученный раствор тем раствором, нормальность ( $N_x$ ) которого хотя

определить. Пусть на титрование израсходовано  $V_{мл}$ . Тогда  $VN_x E_{исх.} = g_{исх.}$  и

$$N_x = \frac{g_{исх.}}{V E_{исх.}}$$

где  $E_{исх.}$  — эквивалентный вес исходного вещества, находимый по табл. 13; величина  $g_{исх.}$  выражена в мг.

Иногда навеску исходного вещества растворяют в мерной колбе, разбавляют водой до метки (объем  $V_1$  мл) и отбирают для титрования аликвотную часть при помощи пипетки (объем  $V_2$  мл). В этом случае

$$N_x = \frac{g_{исх.} V_2}{V_1 V E_{исх.}}$$

*Пример 1.* Навеска 0,2712 г чистого высушенного при 105—110° С оксалата натрия  $Na_2C_2O_4$  растворена в воде, и по добавлении  $H_2SO_4$  раствор оттитрован 39,88 мл раствора  $KMnO_4$ . Вычислить нормальность последнего.

В табл. 13 находим:

$$E_{Na_2C_2O_4} = 67\ 000; \quad \lg E_{исх.} = 82\ 607$$

$$\lg g_{исх.} = \lg 271,2 = 43\ 329$$

$$1 - \lg V = 1 - \lg 39,88 = 39\ 924$$

$$1 - \lg E_{исх.} = 1 - \lg 67\ 000 = 17\ 393$$

---


$$\lg N_x = 00\ 646; \quad N_x = 0,1015$$

Если нормальность одного раствора ( $N_1$ ) определяют по другому раствору, нормальность которого известна ( $N_2$ ), то отбирают  $V_1$  мл первого раствора и титруют вторым. Пусть на титрование было израсходовано  $V_2$  мл второго раствора. Тогда

$$V_1 N_1 = V_2 N_2$$

$$N_1 = N_2 \frac{V_2}{V_1}$$

*Пример 2.* Нормальность раствора  $NaOH$  ( $N_1$ ) устанавливают по 0,09854 н. раствору  $HCl$ . На титрование 20,00 мл первого раствора израсходовано 21,12 мл второго. Вычислить нормальность раствора  $NaOH$ :

$$N_1 = \frac{0,09854 \cdot 21,12}{20,00}$$

$$\lg 0,09854 = 99\ 362$$

$$\lg 21,12 = 32\ 469$$

$$1 - \lg 20,00 = 69\ 897$$

---


$$\lg N_1 = 01\ 728; \quad N_1 = 0,1044$$

В практике анализа концентрацию титрующего раствора ( $T_{s/x}$ , титр раствора по определяемому веществу) очень часто выражают в количестве мг или г определяемого вещества, которое оттитровывает 1 мл раствора  $T_x$ . Зная нормальность раствора, легко найти его титр в от

ношении любого определяемого вещества по формуле:  $T_{s/x} = N_s E_x$  ( $E_x$  находят в табл. 13). Так, титр 0,1023 н. раствора  $KMnO_4$  по железу  $T_{MnO_4^-/Fe} = N_s E_{Fe} = 0,1023 \cdot 55,847 \text{ мг/мл}$ ; его же титр по окиси железа  $T_{MnO_4^-/Fe_2O_3} = N_s E_{Fe_2O_3} = 0,1023 \cdot 79,846$  и т. д. Процентное содержание определяемого вещества

$$x = \frac{VN_s E_x \cdot 100}{g} = \frac{VT_{s/x} \cdot 100}{g} \%$$

где  $g$  и  $T_{s/x}$  выражены в одинаковых единицах.

Если известен титр раствора по отношению к одному какому-нибудь веществу и надо найти его нормальность или титр в отношении другого вещества, это можно сделать по формулам:

$$N = \frac{T_a}{E_a} = \frac{T_b}{E_b} = \dots = \frac{T_n}{E_n}$$

откуда

$$T_b = T \frac{T_a}{E_a} E_b = N E_b = \dots; \quad T_n = \frac{T_a}{E_a} E_n = N E_n$$

*Пример 3.* Титр раствора  $KMnO_4$  по Fe равен 0,005483 г/мл. Найти нормальность этого раствора и его титр по Cr.

$$N = \frac{T_{MnO_4^-/Fe}}{E_{Fe}}; \quad \begin{array}{l} \lg T_{MnO_4^-/Fe} = \lg 0,005483 = 73 \ 902 \\ 1 - \lg E_{Fe} = 1 - \lg 55,847 = 25 \ 300 \\ \hline \lg N = 99 \ 202 \\ N = 0,09818 \end{array}$$

$$T_{MnO_4^-/Cr} = \frac{T_{MnO_4^-/Fe} E_{Cr}}{E_{Fe}};$$

$$\begin{array}{l} \lg T_{MnO_4^-/Fe} = 1 - \lg 55,847 = 73 \ 902 \\ 1 - \lg E_{Fe} = 1 - \lg 55,85 = 25 \ 300 \\ \lg E_{Cr} = \lg 17,332 = 23 \ 885 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \lg T_{MnO_4^-/Cr} = 23 \ 087 \\ T_{MnO_4^-/Cr} = 0,001702 \text{ г} \end{array}$$

### *Б. Определение процентного содержания искомой составной части в пробе*

*Пример 1.* Для определения содержания  $Na_2CO_3$  в содовом плаве навеска его в 1,100 г растворена в воде и полученный раствор оттитрован 0,5012 н. раствором  $H_2SO_4$  с индикатором бромфеноловым синим. Чему равно процентное содержание  $Na_2CO_3$ , если на титрование было израсходовано 35,00 мл кислоты?

По табл. 13 (раздел А; Кислотно-основное титрование) находим, что  $E_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$  при индикаторе бромфеноловом синем равен 52,995,  $\lg E = 72\ 423$ .

$$\begin{aligned} \lg V &= \lg 35,00 = 54\ 407 \\ \lg N_s &= \lg 0,5012 = 70\ 001 \\ \lg E_x &= \lg 52,995 = 72\ 423 \\ 1 - \lg g &= 1 - \lg 1,100 = 95\ 861 \end{aligned}$$

$$\lg x = 92\ 692; \quad x = 84,51\%$$

*Пример 2.* По тем же данным, как и в примере 1, найти процентное содержание  $\text{CO}_2$  в содовом плаве.

Решение остается тем же, только в табл. 13 вместо  $E_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$  находим  $E_{\text{CO}_2} = 22,005$ ;  $\lg E = 34\ 252$ .

Суммируем:

$$\begin{aligned} \lg V &= 54\ 407 \\ \lg N_s &= 69\ 897 \\ \lg E_x &= 34\ 252 \\ 1 - \lg g &= 95\ 861 \end{aligned}$$

$$\lg x = 54\ 417; \quad x = 35,01\%$$

*Пример 3.* Вычислить процентное содержание Fe в образце железной руды, если по растворении навески 0,7872 г руды и восстановлении Fe металлическим Zn на титрование потребовалось 47,24 мл 0,1105 н. раствора  $\text{KMnO}_4$ .

Находим в табл. 13 (раздел Б, Методы окисления — восстановления):  $E_{\text{Fe}} = 55,85$ ;  $\lg E = 74\ 702$  и складываем

$$\begin{aligned} \lg V &= \lg 47,24 = 67\ 431 \\ \lg N_s &= \lg 0,1105 = 04\ 336 \\ \lg E_x &= \lg 55,847 = 74\ 700 \\ 1 - \lg g &= 1 - \lg 0,7872 = 10\ 391 \end{aligned}$$

$$\lg x = 56\ 858; \quad x = 37,03\%$$

*Пример 4.* Для определения Mn в стали висмутатным методом взята навеска 1,1452 г и растворена в  $\text{HNO}_3$ . В полученном растворе Mn окислен висмутатом натрия  $\text{NaBiO}_3$  до  $\text{HMnO}_4$ , которая определена добавлением 40,00 мл 0,02842 н. раствора соли Мора и обратным титрованием 13,50 мл 0,03012 н. раствора  $\text{KMnO}_4$ . Найти процентное содержание Mn в растворе.

Поскольку произведение  $VN$  дает число мг-экв л ю б о г вещества, наиболее целесообразно расчет проводить по следующей формуле:

$$x = \frac{(V_a N_a - V_b N_b) E_x \cdot 100}{g} \%$$

где  $V_a$  и  $N_a$  — соответственно объем и нормальность раствора соли Мора,

а  $V_b$  и  $N_b$  — объем и нормальность раствора  $\text{KMnO}_4$ .

В табл. 13 находим, что  $E_x = E_{\text{Mn}}$  при определении марганца висмутатным способом = 10,9876;  $\lg E_x = 04090$ .

Имеем:

$$\begin{aligned}
 V_a N_a &= 40,00 \cdot 0,02842 = 1,1368 \text{ мг-экв} \\
 V_b N_b &= 13,50 \cdot 0,03012 = 0,4066 \text{ мг-экв} \\
 V_a N_a - V_b N_b &= 1,1368 - 0,4066 = 0,7302 \text{ мг-экв} \\
 \lg 0,7302 &= 86 \ 344 \\
 \lg E_{\text{Mn}} &= 04 \ 090 \\
 1 - \lg 1,1452 &= 94 \ 110 \\
 \hline
 \lg x &= 84 \ 544; \quad x = 0,70\%
 \end{aligned}$$

*Пример 5.* Какое количество раствора  $\text{KMnO}_4$  той же концентрации было бы израсходовано на титрование навески 1,1452 г той же стали (см. пример 4), если бы определение Mn проводилось не висмутатным методом, а методом Фольгарда?

$$x = \frac{V N_s E_x \cdot 100}{g} \%$$

Здесь  $g$  — навеска, выраженная в миллиграммах.

Находим по табл. 13, что  $E_{\text{Mn}}$  при определении Mn методом Фольгарда равен 16,4814,  $\lg E = 21699$ .

$$0,70 = \frac{V \cdot 0,03012 \cdot 16,4814 \cdot 100}{1145,2}; \quad V = \frac{0,70 \cdot 1145,2}{0,03012 \cdot 16,4814 \cdot 100}$$

$$\begin{aligned}
 \lg 0,70 &= 84 \ 510 \\
 \lg 1145,2 &= 05 \ 889 \\
 1 - \lg 0,03012 &= 52 \ 115 \\
 1 - \lg 16,4814 &= 78 \ 301 \\
 \hline
 \lg V &= 20 \ 815; \quad V = 16,15 \text{ мл}
 \end{aligned}$$

Т а б л и ц а 15

### Расчет результатов газовых и газометрических анализов

Приводим примеры расчетов по формулам, данным на стр. 120.

*Пример 1.* Объем газа ( $V$ ), измеренный над водой, равен 25,6 мл. Температура газа  $t = 22,8^\circ\text{C}$ . Показание барометра  $P_t = 720,4$  мм рт. ст. Температура воздуха, измеренная у барометра,  $t' = 22,4^\circ\text{C}$ . Привести объем газа к нормальным условиям.

Прежде всего вносим исправления в показание барометра.

Необходимо привести это показание к  $0^\circ\text{C}$ , для чего надо вычесть из него  $t'/8$  мм. Кроме того, поскольку газ был собран над водой, его давление в сосуде будет меньше давления наружного воздуха на величину  $P_B$  — давление водяных паров при  $t = 22,8^\circ\text{C}$ . Эту величину надо также вычесть из показания барометра.

В табл. 15, В в графе «Вода» против  $t = 22^\circ\text{C}$  помещено  $P_B = 19,8$  мм рт. ст., а против  $t = 23^\circ\text{C}$  — величина 21,1 мм. Разность между ними равна 1,3 мм рт. ст. Находим 0,8 этой разности:  $0,8 \times 1,3 = 1,0$  мм и прибавляем к 19,8 мм рт. ст. Следовательно,  $P_B$  для температуры  $22,8^\circ\text{C}$  равно  $19,8 + 1,0 = 20,8$  мм рт. ст.

Таким образом:

$$P_0 = 720,4 - \frac{22,4}{8} - 20,8 = 696,8 \text{ мм рт. ст.}$$

Искомый объем газа  $V_0 = VF$ . Для нахождения  $\lg F$  обращаемся к разделу А.

Имеем:

| $t, ^\circ\text{C}$ | $P_0 = 696 \text{ мм рт. ст.}$ | $P_0 = 696,8 \text{ мм рт. ст.}$ | $P_0 = 697 \text{ мм рт. ст.}$ |
|---------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 22                  | 92 807                         | 92 857                           | 92 870                         |
| 22,8                | —                              | 92 739                           | —                              |
| 23                  | 92 660                         |                                  |                                |

Разность между 92 807 и 92 870 равна 63. В таблице разностей находим 0,8 этого числа и прибавляем к 92 807; получаем 92 857. Разность между 92 807 и 92 660 равна 147. В таблице разностей находим ближайшее к этому число 148, от которого 0,8 составляет 118,5. Это число вычитаем из 92,857, получаем округленно 92 739.

$$\begin{aligned} \lg V &= 40\,824 \\ \lg F &= 92\,739 \end{aligned}$$

$$\lg V_0 = 33\,563; \quad V_0 = 21,66 \approx 21,7 \text{ мл}$$

Следует подчеркнуть, что в большинстве случаев анализа поправка на десятые доли миллиметра давления и десятые доли градуса температуры совершенно излишня: округляя соответствующие цифры, мы получим результаты достаточной точности. Так, в приведенном примере, взяв для  $P_B$  величину, отвечающую  $23^\circ\text{C}$ ,  $21,1 \text{ мм рт. ст.}$ , мы получили бы  $P_0 = 696,5 \approx 697 \text{ мм рт. ст.}$  В табл. 15, А для  $t = 23^\circ\text{C}$  и  $P_0 = 697 \text{ мм рт. ст.}$  находим  $\lg F = 92\,723$ , что привело бы к результату  $V_0 = 21,65 \text{ мл}$ , очень мало отличающемуся от предыдущего.

*Пример 2.* Сколько весят  $43,7 \text{ мл NO}$ , измеренной над  $28,6\%$ -ным раствором КОН при  $17^\circ\text{C}$  и показания барометра  $757 \text{ мм рт. ст.}$ ? Принимаем, что температура ртути барометра также равна  $17^\circ\text{C}$ :

$$P_0 = 757 - \frac{17}{8} - 10,2 \approx 745 \text{ мм рт. ст.}$$

Величину  $10,2 \text{ мм рт. ст.}$  находим в табл. 15, Б ( $17^\circ\text{C}$ , КОН  $28,6\%$ ).

Искомая масса равна  $VFq$ ;  $\lg F$  находим в табл. 15, А,  $\lg q$  — в табл. 15, В:

$$\begin{aligned} \lg V &= \lg 43,7 = 64\,048 \\ \lg F &= 96\,506 \\ \lg q &= \lg 1,3402 = 12\,717 \end{aligned}$$

$$\lg x = 73\,271; \quad x = 54,0 \text{ мг}$$

*Пример 3.* Из  $1,200 \text{ г}$  продажного карбида кальция получено при  $17,5^\circ\text{C}$  и  $P_t = 755,3 \text{ мм}$  (давление измерено при  $16^\circ\text{C}$ )  $395 \text{ мл}$  ацетилена  $\text{C}_2\text{H}_2$ . Газ собран над насыщенным раствором  $\text{NaCl}$ . Вычислить процентное содержание  $\text{CaC}_2$  в продажном карбиде.

$$P_0 = 755,3 - \frac{16}{8} - 11,4 = 741,9 \text{ мм рт. ст.}$$

Величину  $11,4$  находим в табл. 15, Б, интерполируя между числами  $11,0$  и  $11,7$ .

Искомое процентное содержание получаем по формуле

$$x = \frac{VFf' \cdot 100}{g} \%$$

$F$  находим в табл. 15, А;  $f'$  — в табл. 15, Г.

$$\begin{array}{r} \lg V = \lg 395 = 59\ 660 \\ \lg F = 96\ 256 \\ \lg f' = \lg 2,8877 = 46\ 055 \\ 1 - \lg g = 1 - \lg 1200 = 92\ 082 \\ \hline \lg x = 94\ 053; \quad x = 87,20\% \end{array}$$

*Пример 4.* Действием кислоты на 0,250 г цинковой пыли выделено 79,6 мл  $H_2$ , измеренного над водой при 20 °С и давлении 742 мм рт. ст. (температура ртути барометра также 20 °С). Вычислить содержание Zn в цинковой пыли.

$$\begin{array}{r} P_0 = 742 - \frac{20}{8} = 722 \text{ мм рт. ст.} \\ x = \frac{VFf' \cdot 100}{g} \% \\ \lg V = \lg 79,6 = 90\ 094 \\ \lg F = 94\ 696 \\ \lg f' = \lg 2,9145 = 46\ 456 \\ 1 - \lg g = 1 - \lg 250 = 60\ 206 \\ \hline \lg x = 91\ 449; \quad x = 82,13 = 82,1\% \end{array}$$

В конечном результате не должно быть более 3 значащих цифр, так как только 3 значащие цифры содержат результаты взвешивания и измерения объема.

В некоторых приборах газовые бюретки прокалиброваны так, что они сразу показывают процентное содержание определяемого вещества, если навеска постоянна (обычно 1 г или 0,5 г) и газ в бюретке находится при определенной температуре и давлении. Но в том случае, когда температура и давление газа не совпадают с указанными на бюретке, надо сделать соответствующий перерасчет.

*Пример 5.* При определении С в стали методом сжигания в токе  $O_2$  объем образующейся  $CO_2$  измеряли в газовой бюретке прибора Виртца-Штролейна, показывающей процентное содержание С при навеске стали 1,000 г и при температуре и давлении газа в бюретке, равных соответственно 16 °С и 760 мм рт. ст. Была взята навеска стали 1,000 г; температура и давление газа равны 20 °С и 740 мм рт. ст. Показание бюретки — 0,52% С.

Чему равно действительное содержание С в стали? Находим в разделе А  $\lg F_{760; 16^\circ C} = 97\ 522$ ;  $\lg F_{740; 20^\circ C} = 95\ 766$ . Первый логарифм надо вычесть из логарифма найденного процентного содержания С, второй логарифм к нему прибавить:

$$\begin{array}{r} \lg 0,52 = 71\ 600 \\ 1 - 97\ 522 = 02\ 478 \\ \hline 95\ 766 \\ \hline \lg x = 69\ 844; \quad x = 0,49\% \end{array}$$

Разницей в величине давления пара над концентрированным раствором щелочи при разной температуре в этом случае пренебрегают. Если температура измеренного газа отклоняется от 16 °С лишь на несколько градусов, то ошибка от этого не превысит 0,01%.

## Т а б л и ц а 17

### Плотности и концентрации растворов

В литературе по аналитической химии применяют различные методы выражения концентраций кислот и оснований: 1) по плотности (например: «приливают 5 мл соляной кислоты пл. 1,19»); 2) показывая разбавление продажных концентрированных кислот [например: «вводят в раствор 10 мл разбавленной (1 : 9) серной кислоты»]; это означает, что 1 объем продажной концентрированной серной кислоты разбавлен 9 объемами воды; 3) по процентному содержанию реагента (например: «2 мл 25%-ного раствора аммиака») и, наконец, 4) по нормальности раствора.

Аналитику поэтому приходится пересчитывать концентрации из одних форм их выражения в другие, рассчитывать расход реактивов на реакции, исходя из растворов, концентрации которых выражены различно, и т. д. Для облегчения таких расчетов служат таблицы. Легче всего проводить стехиометрические расчеты, если концентрации реактивов выражены в виде их нормальностей. Поэтому в таблицах даны нормальные концентрации всех растворов кислот и оснований.

Приводим несколько примеров расчетов по этим таблицам.

*Пример 1.* В ходе анализа оловянистой бронзы для растворения ее применяется азотная кислота пл. 1,2. Как приготовить эту кислоту из продажной концентрированной азотной кислоты пл. 1,4, не прибегая к помощи ареометра? Нормальность азотной кислоты пл. 1,200 равна 6,273 н. (табл. 17, А); следовательно, 1 л ее должен содержать 6,273 г-эquiv. Концентрированная азотная кислота пл. 1,400 имеет нормальность 14,88 н.; в 1 л ее содержится 14,88 г-эquiv. Требуемое количество (6,273) грамм-эквивалентов  $\text{HNO}_3$  содержится в  $\frac{6,273}{14,88} \cdot 1000 = 421,6$  мл концентрированной азотной кислоты. Отобрав этот объем ее и разбавив водой до 1 л, мы получим кислоту пл. 1,2.

*Пример 2.* По ходу анализа к анализируемому нейтральному раствору прибавляют 5 мл разбавленной (1 : 4)  $\text{HNO}_3$ , которую затем нейтрализуют аммиаком. Сколько миллилитров концентрированного (25%-ного) раствора аммиака будет израсходовано на нейтрализацию?

Выражение «разбавленная (1 : 4) азотная кислота» означает, что 1 объем концентрированной азотной кислоты пл. 1,400 был разбавлен 4 объемами воды. Первоначальная концентрированная кислота пл. 1,400 имела нормальность 14,88 н. Разбавленная кислота будет, очевидно, иметь нормальность  $14,88 : 5 = 2,98$  н. Этой кислоты ввели в анализируемый раствор 5 мл, и для нейтрализации ее, очевидно, потребуется 5 мл раствора аммиака той же нормальности (2,98 н.). Нормальность концентрированного 25%-ного раствора аммиака равна 13,32 н. (табл. 17, К). Следовательно, на нейтрализацию азотной кислоты будет израсходовано  $\frac{5 \cdot 2,98}{13,32} = 1,12$  мл концентрированного раствора аммиака.

*Пример 3.* Навеску 1 г горной породы сплавляют в платиновом тигле с 6-кратным количеством безводного  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Сплав выщелачи-

вают водой и подкисляют разбавленной (1 : 1) соляной кислотой. Сколько миллилитров этой кислоты надо прибавить, чтобы полностью нейтрализовать  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и чтобы избыток кислоты был небольшим?

$$6 \text{ г } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ составляют } \frac{6}{1/2 \text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{6}{52,9945} \text{ г-экс}$$

или

$$\frac{6000}{52,9945} = 113,23 \text{ мг-экс}$$

Для нейтрализации надо добавить такое же количество миллиграмм-эквивалентов  $\text{HCl}$ . Нормальность концентрированной соляной кислоты пл. 1,190 равна 12,50 н., а разбавленной (1 : 1) кислоты, следовательно, 6,25 н., т. е. 1 мл последней содержит 6,25 мг-экс  $\text{HCl}$ . Отсюда ясно, что для нейтрализации  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  требуется  $\frac{113,23}{6,25} = 18,12$  мл разбавленной (1 : 1) соляной кислоты. Если прилить 20 мл кислоты, то избыток ее будет достаточным.

Эти примеры показывают, насколько упрощаются вычисления, если есть возможность все формы выражения концентраций кислот и оснований перечислить на нормальные их концентрации. Табл. 17 очень удобна для этой цели. Точность этой таблицы настолько велика, что ее можно применять при приготовлении титрующих растворов кислот и щелочей по плотности. Титр полученного после разбавления раствора должен быть все же проверен по навеске какого-нибудь исходного вещества. Приведем пример расчета при приготовлении титрующего раствора.

*Пример 4.* Для приготовления 1 н. титрующего раствора  $\text{HCl}$  была взята имеющаяся в лаборатории кислота, плотность которой была определена ареометром. Она оказалась равной 1,082 г/см<sup>3</sup>.

В табл. 17, В находим: кислота пл. 1,080 имеет концентрацию 4,878 н.; нормальность кислоты пл. 1,085 равна 5,192 н. Интерполированием получаем для пл. 1,082 следующую нормальность:

$$4,878 + \frac{2}{5} (5,192 - 4,878) = 4,878 + \frac{2}{5} \cdot 0,314 = 5,004$$

Следовательно, 1 объем имеющейся кислоты надо разбавить до 5,004 объема. Для этой цели можно взять, например, 200 мл кислоты пл. 1,082, перевести в мерную колбу емкостью 1 л, разбавить водой до метки и прилить еще 0,8 мл воды (1 : 5,004 = 200 : 1000,8).

## Т а б л и ц а 19

### Важнейшие кислотно-основные индикаторы

Для объемно-аналитических титрований (методы ацидиметрии — алкалиметрии) следует выбирать индикаторы с возможными более узкими интервалами перехода окрасок. Такие индикаторы, как азолитмин, у которого переход окраски растянут на 3 единицы рН (от 5,0 до 8,0), для титрования совсем не годятся. Мало пригодны и те индикаторы, у которых окраски обеих форм лежат в спектре слишком близко друг к другу, как, например, индикаторы, меняющие свой цвет от красного к оранжевому, от оранжевого или оранжево-красного

к желтому, от сине-фиолетового к синему и т. п. В последние годы синтезированы индикаторы, резко изменяющие свой цвет на спектрально противоположный в очень узких границах рН, например нитразиновый желтый, меняющий свой цвет от желтого к сине-фиолетовому в границах рН 6,0—7,0, или хинолиновый синий, бесцветный при рН 7,0 и фиолетовый при рН 8,0.

Основное правило при выборе индикатора для объемно-аналитических определений состоит в следующем: *показатель титрования  $P_T$  индикатора должен быть возможно ближе к тому рН, который создается в растворе в конце титрования, т. е. при достижении точки эквивалентности.* Показателем титрования  $P_T$  называют тот рН, при котором наблюдатель отчетливо отмечает изменение окраски и признает титрование законченным. Это основная величина, неодинаковая у разных лиц, проводящих титрование. Если бы глаз всегда отчетливо отмечал малейшее изменение окраски, то  $P_T$ , очевидно, совпадал бы с соответствующим началом изменения окраски индикатора. Но так как обычно титрование заканчивают при более сильном изменении окраски, можно принять, что  $P_T$  в случае двухцветных индикаторов лежит примерно на  $1/4$  интервала от соответствующей его границы\*. При применении одноцветных индикаторов (фенолфталеин, нитрофенолы)  $P_T$  почти совпадает с началом появления окраски при условии, что индикатор применяют в том разбавлении, в котором устанавливали изменения его окраски.

При выполнении анализов, требующих большой точности, следует всегда готовить отдельно буферный раствор, имеющий рН, совпадающий с рН точки эквивалентности, прибавлять к нему индикатор и титровать анализируемый раствор до тех пор, пока его цвет не совпадет с цветом приготовленного сравнительного раствора («свидетеля»).

Когда титруют слабую кислоту едким натром, то в конце титрования образуется раствор натриевой соли титруемой кислоты, который вследствие гидролиза этой соли имеет щелочную реакцию. Зная константу ионизации кислоты, можно вычислить рН получающегося раствора и в соответствии с этим рН выбрать подходящий индикатор. То же можно сказать и о титровании кислотой раствора слабого основания, когда получается соль, имеющая в растворе вследствие гидролиза кислотную реакцию.

При титровании соляной кислотой раствора какой-либо соли щелочного металла и слабой кислоты (например,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) раствор в конце титрования будет содержать нейтральный хлорид щелочного металла и свободную слабую кислоту, следовательно, будет иметь кислотную реакцию. Зная  $K$  ионизации этой кислоты, можно рассчитать рН того разбавленного ее раствора, который получится в конце титрования, и подобрать в соответствии с этим подходящий индикатор.

Когда сильную кислоту титруют сильной щелочью (или наоборот), в конце титрования получается раствор нейтральной негидролизующейся соли, имеющий рН около 7. Однако нет необходимости в применении индикатора, изменяющего свой цвет при рН, близком к 7, так как самая малая капля титрующего реактива резко сдвигает рН в кислую (если титруют кислотой) или щелочную область (если применяют щелочь). В таких титрованиях можно применять любой индикатор, но все же, когда титруют очень разбавленным раствором кислоты или щелочи (например, 0,01 н.), капля которого содержит соот-

\* Некоторые аналитики считают  $P_T$  лежащим посредине интервала изменения окраски индикатора.

ветственно очень мало титрующего реактива, не следует применять индикаторы, интервалы перехода окраски которых выходят из границ рН от 5 до 9.

Т а б л и ц а 20

### Колориметрическое определение рН растворов

Для колориметрического определения рН растворов индикаторы с очень узкими интервалами рН перехода окрасок мало пригодны. Наибольшее применение имеют двухцветные индикаторы, которые в достаточно широких интервалах рН перехода своих окрасок показывают заметные изменения оттенков при колебаниях рН на 0,1—0,2. Применяют и одноцветные индикаторы, цвет которых с изменением рН становится более или менее интенсивным при сохранении своего оттенка. В обоих случаях определяют цвет, который принимает индикатор в испытуемом растворе и в серии стандартных буферных растворов с различным рН, величины которого предварительно установлены электрометрическим методом. рН испытуемого раствора равен рН того буферного раствора, к которому цвет испытуемого раствора наиболее близок.

При колориметрическом определении рН нужно учитывать следующие возможные источники ошибок, с которыми надо считаться и при выборе индикатора.

а) *Влияние посторонних солей.* Обозначим константу ионизации индикатора через  $K_{\text{инд}}$ . Тогда  $K_{\text{инд}} = \frac{a_{\text{H}^+} a_{\text{I}^-}}{a_{\text{HI}}}$ , где  $a_{\text{I}^-}$  — активность анионов, образуемых индикатором,  $a_{\text{HI}}$  — активность его недиссоциированной части. В примере взят индикатор — кислота, но если индикатор имеет основные свойства, то дальнейшие рассуждения в основном остаются без изменения. Заменяя активности произведениями концентраций на коэффициенты активности, получаем:

$$\frac{[\text{HI}] f_0}{[\text{I}^-] f_1} = \frac{a_{\text{H}^+}}{K_{\text{инд}}}$$

где  $f_0$  — коэффициент активности окрашенной или бесцветной недиссоциированной части индикатора;  $f_1$  — коэффициент активности цветных ионов; в прямые скобки заключены соответствующие концентрации.

Окраска раствора зависит от отношения  $\frac{[\text{HI}]}{[\text{I}^-]}$ , и поэтому растворы, у которых это отношение одинаково, будут одинаково окрашены. Но все ли растворы с одинаковым  $\frac{[\text{HI}]}{[\text{I}^-]}$  будут иметь одинаковый рН? Представим приведенное выше выражение в такой форме:

$$\frac{[\text{HI}]}{[\text{I}^-]} = \frac{a_{\text{H}^+} f_1}{K_{\text{инд}} f_0}$$

Если растворы имеют разную ионную силу, будет различна и величина  $f_1$  (и в очень малой степени  $f_0$ , чем можно пренебречь). С увеличением ионной силы раствора коэффициент активности ионов уменьшается, следовательно, уменьшается  $f_1$ . При неизменной окраске

раствора, т. е. при том же отношении  $\frac{[H^+]}{[I^-]}$ , величина  $a_{H^+}$  должна быть соответственно больше — раствор будет давать ту же окраску с индикатором, будучи более кислым. Наоборот, при меньшей ионной силе раствора  $f_1$  возрастает и величина  $a_{H^+}$  при том же цвете раствора должна быть соответственно меньше. Величину рН буферных растворов определяют электрометрически обычно при ионной силе, равной 0,1. Если ионная сила анализируемого раствора больше 0,1 (вследствие присутствия большого количества солей), раствор будет окрашиваться в цвет, соответствующий цвету его в буферном растворе при большей кислотности (меньший рН). Следовательно, необходимо ввести поправку, имеющую в данном случае отрицательное значение. Если ионная сила анализируемого раствора меньше 0,1 (раствор содержит мало солей), то при той же окраске индикатора, какую он имеет в буферном растворе, раствор будет менее кислым (рН больше) и поправка будет иметь положительный знак. Эта поправка называется *солевой поправкой*. Следует учитывать, что поправка эта зависит не только от ионной силы раствора, но и от индивидуальных свойств индикатора и характера присутствующих ионов. Если применяют индикаторы, у которых кислая форма — однозарядный анион, а щелочная — двухзарядный анион (фенолфталеин, сульфопфталеины), то поправка будет больше, чем при пользовании индикаторами, у которых кислая форма — недиссоциированная молекула, а щелочная — однозарядный анион (мононитрофенолы). Диметиламиноазобензолсульфоновая кислота (метилоранжевый) и диметиламиноазобензол-*о*-карбоновая кислота (метилоранжевый) дают очень малую солевую ошибку вследствие своего амфотерного характера, и поэтому они имеют некоторое преимущество при определении рН в растворах с переменным содержанием солей. Если ионная сила раствора больше 0,1, то значительное влияние на величину поправки начинает оказывать характер ионов (величина их ионных радиусов), составляющих соли в растворе.

б) *Влияние буферной емкости раствора.* Индикаторы, применяемые для определения рН растворов, сами являются кислотами или основаниями, и если исследуемый раствор имеет малую буферную емкость (чистая вода, растворы нейтральных солей в чистой воде, растворы очень слабых кислот или оснований и т. п.), то индикатор может сильно изменить его рН. Если, например, к 10 мл чистой воды (рН 7) прибавить 0,1 мл 0,04%-ного раствора метилового красного, то уже такое малое количество индикатора ( $K_{\text{инд.}} = 1 \cdot 10^{-5}$ ) изменит рН воды от 7,0 до 5,0.

При определении рН таких малобуферных растворов их рН не будет меняться, если к анализируемому раствору добавлять раствор индикаторов, имеющий тот же рН, какой имеет сам анализируемый раствор. Такие растворы индикаторов по Фаусетту и Акри\* называются *изогидрическими*. Было доказано, что если к раствору малой буферной емкости прибавить любое количество изогидрического раствора индикатора, то рН не изменится. На этом основан метод определения рН таких растворов. Приготавливают ряд растворов индикатора с разными рН и к каждому добавляют анализируемый раствор. Тот раствор индикатора, который не изменит своего цвета, будет изогидрическим по отношению к анализируемому раствору.

в) *Белковая ошибка.* Многие белковые вещества оказывают сильное влияние на индикаторы, делая определение рН в их присутствии

\* Ind. Eng. Chem., An. Ed., 2,78 (1930).

совсем невозможным. Влияние белковых веществ специфично и зависит как от характера присутствующего белка, так и от индикатора. Поэтому в присутствии белков нельзя полагаться на результаты колориметрического определения рН и надо проверять их электрометрическим способом.

е) *Другие источники ошибок.* В присутствии коллоидов, а иногда и более крупнодисперсных частиц изменение окраски индикатора может произойти вследствие того, что одна из форм («кислая» или «щелочная») индикатора сорбируется на поверхности частиц. Константа ионизации индикатора меняется и на поверхности воздух — жидкость. Этим объясняется часто наблюдаемое явление, что при взбалтывании раствора индикатора цвет образующейся пены резко отличается от цвета раствора. Когда в растворе находятся мелкодисперсные частицы другой фазы, результаты определения рН надо проверять, применяя два разных индикатора (кислый и основной) или сверяя их с результатами электрометрического определения.

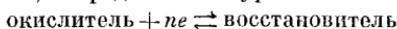
Сильно изменяется также цвет индикатора при неизменном рН, если к раствору прибавить какой-нибудь неводный растворитель: спирт, ацетон и т. п.

Т а б л и ц а 39

**Нормальные окислительные потенциалы по отношению к потенциалу нормального водородного электрода при 25 °С**

Если пластинку из благородного металла погрузить в раствор, содержащий какой-нибудь окислитель и продукт его восстановления, то между этой пластинкой и раствором возникает разность потенциалов, которая называется *окислительным потенциалом данной системы*.

1. Для системы, определяемой уравнением



окислительный потенциал по отношению к нормальному водородному потенциалу выражается формулой

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{\text{Ок.}}}{a_{\text{Вос.}}}$$

(где  $R$  — газовая постоянная,  $T$  — абсолютная температура раствора,  $n$  — число электронов, которые в данной системе переходят от восстановителя к окислителю,  $F$  — фарадей = 96 500 кулонов,  $a_{\text{Ок.}}$  и  $a_{\text{Вос.}}$  — активности ионов окислителя и восстановителя в растворе). Заменив натуральные логарифмы десятичными и подставив в уравнение все значения констант, получаем для  $t = 25$  °С:

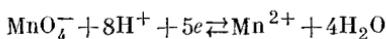
$$E = E_0 + \frac{0,0591}{n} \lg \frac{a_{\text{Ок.}}}{a_{\text{Вос.}}}$$

Если  $a_{\text{Ок.}} = a_{\text{Вос.}}$ , то  $E = E_0$ . Нормальным потенциалом называется потенциал электрода, погруженного в раствор, содержащий обе формы (окисленную и восстановленную) *при равных их активностях*.

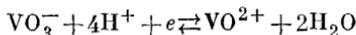
2. Если процесс восстановления окислителя идет с участием ионов водорода:  $\text{Ок.} + m\text{H}^+ + ne = \text{Вос.} + q\text{H}_2\text{O}$ , то

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{\text{Ок.}} a_{\text{H}^+}^m}{a_{\text{Вос.}}}$$

В этом случае нормальным потенциалом будет называться потенциал электрода, погруженного в раствор, содержащий обе формы (окисленную и восстановительную) при равных их активностях и, кроме того, ионы водорода при активности, равной единице. Это относится к таким, например, системам, как



или

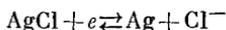


3. Когда определяется потенциал между металлом и раствором его соли, т. е. системы  $\text{Me}^{n+} + ne \rightleftharpoons \text{Me}$  (например,  $\text{Zn}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Zn}$ ), и активность твердой фазы принята равной единице, тогда

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln a_{\text{Me}^{n+}}$$

В этом случае  $E = E_0$ , когда  $a_{\text{Me}^{n+}} = 1$ . Нормальным потенциалом будет в данном случае называться потенциал между металлом и раствором его соли, когда активность ионов этого металла в растворе равна 1.

4. В тех случаях, когда одна или обе формы (окисленная и восстановленная) — вещества твердые и малорастворимые или когда они являются комплексными соединениями, количество образуемых ими в растворе элементарных ионов будет очень незначительным. Возьмем, например, систему



Для нее

$$E_{(\text{Ag}^+, \text{Ag})} = E_0(\text{Ag}^+, \text{Ag}) + \frac{RT}{F} \ln a_{\text{Ag}^+}$$

Величина  $a_{\text{Ag}^+}$ , активность ионов серебра в растворе, величина очень малая, зависящая от произведения растворимости хлорида серебра  $\text{PP}_{\text{AgCl}}$  и от активности хлор-ионов в растворе:

$$a_{\text{Ag}^+} = \text{PP}_{\text{AgCl}} / a_{\text{Cl}^-}$$

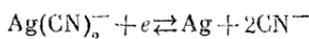
Если активность хлор-ионов равна 1, то правая часть уравнения потенциала принимает вид:

$$E_0(\text{Ag}^+, \text{Ag}) + \frac{RT}{F} \ln \text{PP}_{\text{AgCl}} = E'_0(\text{AgCl}, \text{Ag})$$

Величину  $E'_0(\text{AgCl}, \text{Ag})$  называют *нормальным* (иногда «наблюдаемым») потенциалом системы  $\text{AgCl}/\text{Ag}$ . Его можно определить как потенциал, образующийся в системе, содержащей твердые вещества или комплексные соединения, в которой все ионы, принимающие участие в процессе, кроме элементарных ионов, отделяемых осадками или комплексами, имеют активность, равную единице.

Приведенное выше уравнение может служить для вычисления произведений растворимости малорастворимых веществ по измеренным значениям окислительных потенциалов.

Приведем еще пример с образованием комплексного соединения. Возьмем систему



Для нее также

$$E_{(\text{Ag}^+, \text{Ag})} = E_0(\text{Ag}^+, \text{Ag}) + \frac{RT}{F} \ln a_{\text{Ag}^+}$$

Величина  $a_{\text{Ag}^+}$  зависит от устойчивости комплекса  $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$

и определяется его константой нестойкости  $K_{\text{Ag}(\text{CN})_2^-} = \frac{a_{\text{Ag}^+} a_{\text{CN}^-}^2}{a_{\text{Ag}(\text{CN})_2^-}}$

Если исследуемый раствор содержит свободные ионы  $\text{CN}^-$  и комплексные ионы  $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$  в таких концентрациях, при которых их активности равны 1, то

$$K_{\text{Ag}(\text{CN})_2^-} = a_{\text{Ag}^+}$$

и тогда

$$E_{0(\text{Ag}^+, \text{Ag})} + \frac{RT}{F} \ln K_{\text{Ag}(\text{CN})_2^-} = E'_0[\text{Ag}(\text{CN})_2^-, \text{Ag}]$$

Эта формула и аналогичные ей служат для нахождения констант нестойкости комплексов по данным потенциометрических определений. В таблице приведен ряд таких нормальных («наблюдаемых») потенциалов систем, включающих осадки и растворимые комплексные соединения.

5. Если в приведенной выше окислительно-восстановительной системе одна из форм — вещество газообразное, то активность этого вещества будет определяться давлением газа, и нормальный потенциал газового электрода можно будет определить как потенциал электрода, в котором этот газ находится под давлением 1 атм; ионы, получающиеся при восстановлении (или окислении) этого газа, находятся в растворе при активности, равной 1.

В уравнение потенциала  $E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{\text{Ок.}}}{a_{\text{Вос.}}}$  входят *актив-*

*ности* ионов окисленной и восстановленной форм, а не концентрации их. Следовательно, величины потенциалов в двух растворах при одинаковых концентрациях ионов обеих форм могут все же различаться, если общий солевой состав этих растворов и связанные с ним ионная сила будут различны. Потенциал, например, системы  $\text{Ce}^{4+} + e \rightleftharpoons \text{Ce}^{3+}$  равен

$$\begin{aligned} E(\text{Ce}^{4+}, \text{Ce}^{3+}) &= E_0(\text{Ce}^{4+}, \text{Ce}^{3+}) + \frac{RT}{F} \ln \frac{a_{\text{Ce}^{4+}}}{a_{\text{Ce}^{3+}}} = \\ &= E_0(\text{Ce}^{4+}, \text{Ce}^{3+}) + \frac{RT}{F} \ln \left[ \frac{[\text{Ce}^{4+}]}{[\text{Ce}^{3+}]} \cdot \frac{f_4}{f_3} \right] \end{aligned}$$

где  $f_4$  и  $f_3$  — коэффициенты активности четырех- и трехзарядных ионов Се. С увеличением ионной силы раствора  $f_4$  будет уменьшаться значительно быстрее, чем  $f_3$ , и, следовательно, величина  $E$  будет падать. Это следует всегда иметь в виду при пользовании окислительными

потенциалами в расчетах и рассуждениях, связанных с различными проблемами аналитической химии, в которой обычно применяют растворы с большой ионной силой.

В таблице приведены потенциалы различных элементов в их разных степенях валентности; даны потенциалы непосредственного перехода от самой высокой валентности к самой низшей (например,  $V^V - V^{II}$ ) и ряд потенциалов перехода по ступеням (например,  $V^V - V^{IV}$ ;  $V^{IV} - V^{III}$ ;  $V^{III} - V^{II}$ ). Эти потенциалы связаны между собой так называемым *правилом Лютера*: если какой-нибудь элемент существует в трех степенях валентности  $m$ ,  $n$  и  $p$ , причем  $m > n > p$ , то:

$$(m - p) E_{0(m, p)} = (m - n) E_{0(m, n)} + (n - p) E_{0(n, p)}$$

где  $E_{0(m, p)}$ ,  $E_{0(m, n)}$  и  $E_{0(n, p)}$  — нормальные потенциалы переходов от валентности  $m$  к валентности  $p$ , от  $m$  к  $n$  и от  $n$  к  $p$ . Например, Fe существует в виде ионов  $Fe^{3+}$  (валентность 3), ионов  $Fe^{2+}$  (валентность 2) и в виде металла (валентность 0). По правилу Лютера

$$3E_{0(Fe^{3+}, Fe)} = E_{0(Fe^{2+}, Fe^{3+})} + 2E_{0(Fe^{2+}, Fe)}$$

Многие потенциалы, экспериментальное определение которых очень трудно или невозможно, были рассчитаны по формуле Лютера.



## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Азо-азоксен БН 300  
Азотная кислота  
    плотность и концентрация растворов 144, 157  
    применение для экстракции 297  
Акридин 190  
Акридинового оранжевого основание 193  
Активность  
    ионов водорода, пересчет на рН 222  
    коэффициенты 104  
Ализарин S 300  
Ализаринблеу SA 177  
Ализариновый желтый ЖЖ 176  
Ализариновый желтый Р 163, 176  
Ализариновый желтый РС 177  
Ализариновый красный С 165, 176, 196, 200, 300  
Ализариновый синий ВС 177  
Ализаринрот 165  
Ализаринсульфонат натрия 300  
Алкалиметрия  
    вычисление результатов 107  
    индикаторы 375  
Альберол 302  
Алюминон 302  
Амлацетат 284  
Амиловый спирт 284  
o-Аминобензойная кислота 302  
β-Аминонафталид тиогликолевой кислоты 330  
Аммиак, плотность и концентрация растворов 155, 157  
Аналитические группы катионов 25  
Аналитические множители 64, 364  
Анилин 284  
Анилингельб 162  
Антилогарифмы 362  
Аптраниловая кислота 302  
Арсазен 302  
Арсенazo 304  
Арсенazo III 304  
Атомные веса 14, 26  
Аурин 170  
Ауриитрикарбоновая кислота, аммонийная соль 302  
Ацетон 284  
Ацидиметрия  
    вычисление результатов 107  
    индикаторы 375  
APANS 332  
Белковая ошибка 378  
Бенгальский розовый 196  
Бензидин 200  
α-Бензидиоксим 304  
Бензиловый оранжевый 163  
Бензиловый спирт 284  
α-Бензоинноксим 304  
Бензол 284  
Бензолазодифениламин 160  
Бензол-2'-арсоновая кислота-(1'-азо-2)-бензол-2''-арсоновая кислота-(1'-азо-7)-1,8-диоксинафталин-3,6-дисульфокислота 304  
Бензол-2'-арсоновая кислота-(1'-азо-2)-1,8-диоксинафталин-3,6-дисульфокислота, динатриевая соль 304  
Бензол-2'-арсоновая кислота-(1'-азо-1)-2-оксинафталин-3,6-дисульфокислота, тринатриевая соль 332  
Бензопурпурин 4Б 163, 178  
Бензофлавин 186  
5,6-Бензохинолин 320  
Бериллон II ИРЕА 200, 304  
Бис-4,4'-[метилбензотиазол-(1,3)]-диазоаминобензол-2,2'-дисульфонат натрия 330  
Бис-(4-окси-3-метоксицианамил)-метан 316  
Бис-салицилалэтилendiамин 306  
2,2'-Биципхоиновокислый калий 306  
Брепцкateхинвиолет 212

- Бриллиантбляу В 218  
 Бриллиантовый зеленый 306  
 Броматометрия, вычисление результатов 109  
 Бромистоводородная кислота  
   плотность и концентрация растворов 157  
   применение для экстракции 297  
 Бромкрезолбляу 166  
 Бромкрезолгрюн 166  
 Бромкрезоловый зеленый 166, 196  
   константа ионизации 181  
   солевая поправка 180  
 Бромкрезоловый пурпурный 169  
   константа ионизации 181  
 Бромкрезоловый синий 166, 196  
   константа ионизации 181  
   солевая поправка 180  
 Бромкрезолпурпур 169  
 Бромпирогалловый красный 200  
 Бромтимолбляу 170  
 Бромтимоловый синий 170  
   константа ионизации 181  
   солевая поправка 180  
 Бромфенолбляу 164  
 Бромфеноловый красный 168  
 Бромфеноловый синий 164, 197  
   константа ионизации 181  
   солевая поправка 180  
 Бромфенолрот 168  
 Бромхлорфениловый синий 165  
 Бутанол 284  
 Бутиламин 284  
 Бутилацетат 284  
 Бутилцеллозольв 284  
 Буферные растворы 223  
   из индивидуальных веществ 231  
   укусно-ацетатные 230  
   универсальные 230  
 Вариаминовый синий В 202  
 Версен 314  
 Веса меры 355  
 Весовой анализ, факторы пересчета 64, 364  
 Висмутол II 320  
 Вместимости меры 355  
 Вода 284  
   давление паров 139  
   ионное произведение 179  
 Водород, перенапряжение 352  
 Водородный показатель см. рН  
 Волюмометрическое определение 142  
 Восстановители 110
- Высушивание 298  
 Вычисление  
   правила выполнения 9  
   результатов газовых и газометрических анализов 371  
   —объемного анализа 366  
 Газовый анализ, вычисление результатов 120, 371  
 Газометрический анализ 142  
   вычисление результатов 120, 371  
 Газы  
   высушивание 298  
   плотность 140  
   приведение объема к нормальным условиям 122  
 Галлион ИРЕА 306  
 Гексан 284  
 Гексанитродифениламин 310  
 Гексон 286  
 Геллантин 164  
 Гематоксилин 167  
 Гигростаты, приготовление 299  
 Гидроп II 205  
 Глюксаль-бис-(2-оксанил) 202  
 Глицерин 284  
 Глицинтимоловый синий 202  
 Грамм-эквивалент 367  
 Г-соль 192
- Давление паров воды над водой и над поглотительными растворами 139  
 Датика коноплевидная (экстракт) 308  
 Декалин 284  
 1',4-Диазоамино-1,1'-азобензол-4-нитробензоларсоновая кислота 302  
 Диаллилдитиокарбамидогидразин 308  
 3,3'-Диаминобензидин 308  
 Диаминовый зеленый 217  
 Диаминофенотиазин 280  
 4,4'-Диаминстильбен-(N, N, N',N'-тетракарбоксиметил)-2,2'-дисульфокислота 326  
 o-Дианизидин 278  
 Диантипириметан 308  
 Диацетилдиоксим 310  
 2,6-Дибромбензолиндофепол 280  
 Дигидронафталин 284  
 Дизопропиловый эфир 284  
 n-Диметиламинобензотиденродантин 308

- n*-Диметиламинофенилфлуорон 310  
*N,N'*-Диметилбакриден 195  
 Диметилгельб 164  
 Диметилглиоксим 310  
 3,3'-Диметилнафтидин 202  
 Диметилнафтэйродин 189  
 5,6-Диметил-1,10-фенаントролин 278  
 Диметилфлуорон 310  
 3,3'-Динитро-4, 4'-бис-(4''-окси-бензолазо)-бифенил 332  
 2, 6-Динитрофенол 163  
*α*-Динитрофенол (2,4-динитро-фенол) 163  
     константа ионизации 181  
*β*-Динитрофенол 163  
     константа ионизации 181  
*γ*-Динитрофенол (2,5-динитро-фенол) 166  
     константа ионизации 181  
 1,4-Диоксан 284  
 1,2-Диоксиантрахинон 300  
 1,2-Диоксиантрахинон-3-сульфо-кислота, натриевая соль 300  
 2,2'-Диоксибензилденанилин 326  
 1,8-Диокси-2,7-дихлорнафта-лин-3,6-дисульфокислота 314  
 1,8-Диоксинафталин-3, 6-дисуль-фокислота, двунариевая соль 334  
 3,6-Диоксифталимид 191  
 Дипикриламин 310  
 2,2'-Дипиридил (*α*, *α'*-дипиридил) 278, 310  
 3,6-Дисульфонафтол-(8-азо-7')-1', 8'-диокси-3',6'-дисульфона-фталин, тетранатриевая соль 304  
 Дитизон 310  
     применение для экстракции 288  
 Дитиол 312, 331  
 Дифениламин 280  
 Дифениламиноазо-*m*-бензолсульфо-нат натрия 160  
 Дифениламинсульфонат 280  
 Дифенилбензидин 280  
*α*-Дифенилдиоксим 304  
 Дифенилкарбазид 197, 312  
 Дифенилкарбазон 197, 312  
 1,5-Дифенилкарбогидразид 312  
 Дифенилоранж 162  
 Дифенилтиокарбазон 310  
 1,4-Дифенил-(3,5-эндоанил)-диги-дро-1,2,4-триазол 322  
 2,2'-Дихинолил 312  
 8,8'-Дихинолилдисульфид 312  
 2,2'-Дихинолин 312  
*o*-Дихлорбензол 284  
 Дихлорсульфодиметилсульфок-сондикарбоновая кислота 302  
 3',6'-Дихлор-2,4,5,7-тетрабром-флуоресцеин 187  
 3',6'-Дихлор-2,4,5,7-тетрапод-флуоресцеин 196  
 2,6-Дихлорфенолидофенол 280  
 3,6-Дихлорфлуоресцеин 197  
 2,7-Дихлорхромотроповая кислота 314  
 Дихлорэтан 284  
 2,3-Диацетилангидрохинон 192  
 Диэтилдитиокарбамат натрия 314  
     применение в экстракции 292  
 Диэтиловый эфир 286  
 Длины меры 355  
 Едкий натр, плотность и концен-трация растворов 154  
 Едкое кали, плотность и концен-трация растворов 152  
 Жидкости, высушивание 298  
 Изопропиловый эфир 284  
 Изоамилацетат 284  
 Изоамиловый спирт 284  
 Изопропанол 286  
*Ильинского* реактив 322  
 Индигокармин 178, 282  
 Индигосульфоновые кислоты 282  
 Индикаторы  
     адсорбционные 196  
     двухцветные 181  
     кислотно-основные 158, 375  
     комплексометрические 200  
     константы ионизации 181  
     одноцветные 181, 376  
     окислительно-восстановитель-ные 278  
     растворы изогидрические 378  
     смешанные 182  
     солевые поправки 180  
     универсальные 185  
     флуоресцентные 186  
     хемилюминесцентные 195  
 Иодистоводородная кислота  
     плотность и концентрация рас-творов 157  
     применение для экстракции 297  
 Иодометрия, вычисление резуль-татов 109

- Подэозин 167  
 Поппа сила 105  
 Поппос произведение воды 179  
 Поппос радиусы 19
- Кадмий** ИРЕА 314
- Калибрование** стеклянной посуды 106
- Калигност** 328
- Каломельные электроды**, потенциалы 237
- Калькон** 202
- Кальцин** 202, 216
- Кальцес** 204, 212
- Кальцион** ИРЕА 204
- Калтакс** 318
- n*-**Карбоксигалланилид** 316
- Карбонат** натрия, плотность и концентрация растворов 156
- Кислород**, перенапряжение 352
- Кислотно-основное титрование**, вычисления результатов 107
- Кислотный хром синий К** 204
- Кислотный хром темно-зеленый Ж** 204, 211
- Кислотный хром черный специальный** 206, 218, 220
- Кислоты**  
 константы ионизации 240  
 плотность и концентрации растворов 144, 157
- Комплексон III** 114, 314  
 применение для титрования 114
- Комплексообразования методы**, вычисление результатов 113
- Комплексообразования реакции** 367
- Комплексы**, константы нестойкости 246
- Конго красный** 165, 198
- Конгорот** 165
- Константы**  
 ионизация индикаторов 181  
 —кислот и оснований 240  
 нестойкости комплексов 246
- Концентрации растворов** 143, 144, 374
- Кораллин желтый** 170
- Кораллифталенин** 170
- Коэффициенты активности ионов** 104
- Краситель Патона — Ридера** 204, 212
- o*-**Крезолиндофенол** 280
- Крезоловый красный** 159, 172
- n*-**Крезоловый пурпурный** 160, 173
- Крезолрот** 172
- s*-**Крезолсульфоталенин** 159, 160
- Крезолфталенин** 174
- Крезолфталеисон** 216
- Кристаллвиолет** 316
- Кристаллический фиолетовый** 316
- Ксиленоловый оражковый** 208
- Ксиленоловый синий** 161, 173
- n*-**Ксиленолфталеисон** 175
- Ксилол** 286
- Кумарин** 193
- Купроин** 312
- Купроин** 304
- Купферрон** 316  
 применение в экстракции 294
- Куркумин** 173, 176, 316
- Лакмоид** 167
- Лаута* фиолетовый 280
- Логарифмы** 256
- Лофин** 195
- Люминол** 195
- Люмогаллон** ИРЕА 318
- Люмомагнесон** ИРЕА 318
- Лютера* правила 382
- Люцигенин** 195
- Магнесон** ИРЕА 208, 318
- Малахитовый зеленый** 159, 177
- Масляножелтый** 164
- Массы меры** 355
- Меркаптобензтиазол** 318
- 5-Меркапто-3-фенил-2-тио-1,3,4-тиодиазолон** (меркапто-фенилтиотидиазолон) 320
- 8-Меркаптохинолин** 318
- Меры**, сравнение с метрическими 354
- Металлфталенин** 208, 216
- Метаниловый желтый** 160
- Метанол** 286
- Метиллаурин** 170
- Метилвиолет** 158, 320
- Метилгельб** 164
- 1-Метил-3, 4-димеркаптобензол** 312
- Метилеповая синяя** 280
- Метилизобутилкетон** 286
- Метилловый желтый** 164
- Метилловый зеленый** 159
- Метилловый красный** 167  
 константа ионизации 181  
 солевая поправка 180

- Метилловый оранжевый 164  
     константа ионизации 181  
     солевая поправка 180  
 Метилловый фиолетовый 158, 160,  
     162, 320  
 Метилораж 164  
 Метилрот 167  
 Метилтимоловый синий 208  
 $\beta$ -Метилумбеллиферон (4-метил-  
     умбеллиферон) 186, 190  
 Метилцеллолозь 286  
 Метилэтилкетон 286  
 Миллиграмм-эквивалент 367  
 Мимоза 330  
 Молекулярные веса 26  
 Монохлорбензол 286  
 Морин 192, 320  
 Мощности меры 355  
 Мурексид 208
- Нафтарсон** 332  
 7-(1-Нафтил-азо)-8-оксихино-  
     лин-5-сульфокислота 210  
 $\alpha$ -Нафтиламин (1-нафтиламин)  
     189, 194  
 $\beta$ -Нафтиламин 188  
 1,5-Нафтиламинсульфамид 187,  
     193  
 $\alpha$ -Нафтиловый красный 166  
 Нафтин 320  
 Нафтионовая кислота 194  
 $\beta$ -Нафтол (2-нафтол) 191  
 2-Нафтол-(1-азо-2')-4'-хлорфе-  
     нол-6'-сульфонат натрия 318  
 2-Нафтоламин 188  
 $\alpha$ -Нафтолбензеин 158, 174  
 Нафтоловый желтый 205, 210  
 $\beta$ -Нафтоловый фиолетовый 176  
 $\alpha$ -Нафтолфталеин 172  
 $\beta$ -Нафтохинолин 191, 320  
 Нейтрализация реакции 366  
 Нейтральный красный 171, 282  
 Нейтральрот 171  
 Никелон 304  
 Нильский голубой 175  
 Ниоксим 334  
 Нитразин желтый 169  
 Нитробензол 286  
 4''-Нитробензол-(1'',4)-диазо-  
     амино-(1-азо-1')-бензол-  
     2''-арсоно-4'-сульфонат  
     натрия 328  
 $\alpha$ -Нитрозо- $\beta$ -нафтол 322  
 1-Нитрозо-2-нафтол-3,6-дисуль-  
     фокислота, двунатриевая  
     соль 322
- Нитрозо-Р-соль 322  
 N-Нитрозофенилгидроксиламин,  
     аммонийная соль 316  
 Нитрон 322  
 Нитрофенантролин 278  
 $n$ -Нитрофенил-азо-аминобензол-  
     - $n$ -азо-бензол 314  
 1-( $n$ -Нитрофенил)-3-метил-4-нит-  
     ропиразолон-5 322  
 $m$ -Нитрофенол 171  
     константа ионизации 181  
 $n$ -Нитрофенол 169  
     константа ионизации 181  
 $a$ -Нитрофенол 168  
 Нормальность растворов 366  
 Нормальные окислительно-вос-  
     становительные потенциа-  
     лы 262
- Объемы меры 355  
 Объемно-аналитические определе-  
     ния  
     вычисления результатов 12,  
     107, 366  
     индикаторы, выбор 376  
 Окисление — восстановление  
     методы, вычисление результа-  
     тов 109  
     реакции 366  
 Окислятели 109  
 $o$ -Оксибензойная кислота 326  
 Оксигидрохиноновый розовый  
     210  
 Оксигидрохинонсульфофталеин  
     210  
 2-Окси-5-метилазобензол-4'-суль-  
     фокислота 334  
 7-Окси-4-метилкумарин 186  
 Оксин 322  
 2-[2'-Оксинафталин-(1''-азо-2)-  
     фенилазокс]-4-метилфенол  
     300  
 2-Окси-3-сульфо-5-хлорбензол-1-  
     азо-барбитуровая кислота  
     318  
 Оксихинолин ( $o$ -оксихинолин,  
     оксин) 322  
     применение в экстракции 295  
 Октан 286  
 Оранже III 164  
 Оранже IV 162  
 Оранжевый Ж 178  
 Органические реактивы 300  
 Осаждение 367  
     методы, вычисление результа-  
     тов 113

- Основания, константы ионизации 240, 245  
 Ошибки относительные 9
- ПАН** 210  
**ПАР** 212  
**Пары, плотность** 140  
*Патона — Ридера* краситель 204, 212  
**Пентаметокси красный** 162  
 константа ионизации 181  
**3,5,7,2',4'-Пентаоксифлаво** 192, 320  
**Перенапряжение водорода и кислорода** 352  
**Перманганатометрия, вычисление результатов** 109  
**Пикриновая кислота** 158  
**Пикролоновая кислота** 322  
**Пиридин** 286  
**1-(2-Пиридил-азо)-нафтол-2** 210  
**1-(2-Пиридил-азо)-резорцин** 212  
**Пирогалловый красный** 212  
**Пирогаллол** 324  
**Пирокатехиновый фиолетовый** 212  
**Пирокатехинсульфоталеин** 212  
**Плотность**  
 газов и паров 140  
 растворов 144, 374  
**Плюмбон ИРЕА** 214  
**Подвижность ионов** 261  
**Полярграфические полуволи, потенциалы** 340  
**Потенциалы**  
 ионизации 23  
 ионные, катионов 25  
 каломельного электрода 237, 238  
 нормальные окислительные 262, 379  
 полярграфических полуволи 340  
 разложения 354  
 хингидронного электрода 236, 238  
 электродные, определение 231  
 электродов сравнения 234  
**Правила**  
 вычисления 9  
 Лютера 382  
**Произведения растворимости** 93,  
 пересчет рПР 222  
**Пропанол** 286  
**Пурпурин** 324
- pH**  
 определение колориметрическое 180, 377  
 — электрометрическое 235  
 осаждения гидроокисей металлов 239  
 пересчет на активность ионов водорода 222
- Радиоактивные элементы** 18  
**Растворимость**  
 в воде 70  
 в органических растворителях 90  
**Растворители** 285  
**Растворы**  
 буферная емкость 378  
 ионная сила 104  
 концентрация 374  
 нормальность 367  
 плотность 374  
 поглолительные, давление паров 139  
 титр 367  
**Реактивы**  
 маскирующие 116  
 органические 300  
 плотность и концентрация 157  
**Резорциновый желтый** 177  
**Родамин Б** 324  
**Родамин 6Ж** 198, 324  
**Родамин С** 324  
**Розоловая кислота** 170  
**Р-соль** 193
- Салицилаль-о-аминофенол** 326  
**Салицилальдоксим** 326  
**Салициловая кислота** 188, 326  
**Сафранин Т** 282  
**Серная кислота** 286  
 плотность и концентрация растворов 145, 157  
**Сероуглерод** 286  
**Ситовая шкала** 339  
**Скипидар** 286  
**Солевая поправка** 378  
 индикаторов 180  
**Соляная кислота**  
 плотность и концентрация растворов 147, 157  
 применение для экстракции 297  
**СПАДНС** 214  
**СС-кислота** 194  
**Стехиометрические множители** 64, 364

Стильбазо 326  
Стильбексон 326  
Стильбен-2, 2'-дисульфокислота-4  
4'-бис- (азо-1'')-3''-4''-диок-  
сibenзол, диаммонийная,  
соль 326  
Сульфарсазен 214, 328  
Сульфоназо 214, 328  
Сульфон-бис-4-оксифенил- (3-азо-  
2')-1'-оксип-8'-аминонафта-  
лин-3',6'-дисульфокисло-  
та 328  
Сульфосалицилат натрия 328  
Сульфосалициловая кислота 214

Таннин 328  
Таргразин 198  
Тетрааминодифенил 308  
Тетрабромфенолсульфоталеин  
164  
Тетрабромфлуоресцеин 188  
Тетраодфлуоресцеин 167, 189  
Тетралин 286  
1,2,5,8-Тетраоксипантрахинон 334  
3,5,7,2'-Тетраоксифлавонон 308  
Тетрафенилборат натрия 328  
Тетраэтилдиамино-*o*-карбоксите-  
нилксантенилхлорид 324  
Тиазо желтый 330  
Тимолбляу 161  
Тимоловый синий 161, 173  
константа ионизации 181  
солевая поправка 180  
Тимолфталеин 175  
солевая поправка 180  
Тимолфталексон 216  
Тиоацетамид 330  
Тиогликолевая кислота 330  
Тиокарбамид 330  
Тиомочевина 330  
Тионалид 330  
Тионин 280  
Тиооксин 318  
Тирон 216  
Титановый желтый 330  
Титр, установка 367  
Титрование  
амперометрическое 344  
вычисление результатов 107  
индикаторы 375  
комплексом III 114, 116  
Толуол 286  
8-(*n*-Толуолсульфамидо)-хино-  
лин 332  
Торин 332

Торон 332  
8-Тосиламинохинолин 332  
Трилон Б 114, 314  
1,3,5-Тринитробензол 178  
2,4,6-Тринитротолуол 177  
Тринитрофенол 158  
1,2,4-Триоксипантрахинон 324  
3,4,5-Триоксипензоилпараамино-  
бензойная кислота 316  
1,2,3-Триоксипензол 324  
2,6,7-Триоксип-9-(4''-диметил-  
аминофенил)-3-флуорон 310  
2,2',4'-Триоксип-5-хлор-(1-азо-1)-  
бензол-3-сульфокислота  
318  
2,4,5-Трифенилглиоксалин 195  
2,4,5-Трифенилимидазол 195  
Тропеолин 0 177  
Тропеолин 00 162, 198  
Тропеолин 000 173

Углерод четыреххлористый 286  
Уксусная кислота 286  
плотность и концентрация рас-  
творов 152, 157  
Умбеллиферон 191

Факторы пересчета для весового  
анализа 64, 364  
Феназо 332  
1,10-Фенантролин 278, 332  
*n*-Фенилантрахиноновая кислота  
278  
Фениларсоновая кислота 332  
9-Фенил-2,3,7-триоксифлуорон-6  
332  
Фенилфлуорон 332  
Феноловый красный 171  
константа ионизации 181  
солевая поправка 180  
Фенолфталеин 174  
солевая поправка 180  
Феносафранин 199, 282  
Ферроин 278  
Флоксин 187  
Флуорексон 202, 216  
Флуоресцеин 190, 199  
Флуоресцеинкомплексон 216  
Фосфорная кислота, плотность  
и концентрация растворов  
148  
Фотометрия пламени 354  
Фталейн пурпурный 216  
Фталейнкомплексон 206, 216

- Фтористоводородная кислота, плотность и концентрация растворов 157
- Фукусин 199
- $\alpha$ -Фурилдиоксим 334
- Фурфурол 286
- Хелатон 3 314
- Хинализарин 334
- Хинальдиновая кислота 334
- Хинальдиновый красный, константа ионизации 181
- Хингидронный электрод, нормальный потенциал 236, 238
- Хинин 190, 193
- Хинная кислота 190
- $\alpha$ -Хинолинкарбоновая кислота 334
- Хинолиновый синий 171
- Хлорбензол 286
- Хлорная кислота, плотность и концентрация растворов 150, 157
- Хлороформ 286
- Хлорфеноловый красный (хлорфенолрот) 168, 180
- константа ионизации 181
- Хризоидин 167
- Хризоин золотисто-желтый 177
- Хром черный специальный ЕТ 00 206
- Хромазуrol С 218
- Хроматометрия, вычисление результатов 109
- Хромоген черный специальный ЕТ 00 218
- Хромоксан зеленый ГГ 218
- Хромоксан чистоголубой БЛД 302
- Хромотроповая кислота 189, 334
- Цериметрия, вычисление результатов 109
- Циклогексан 286
- Циклогександиондиоксим-1,2 334
- Циклогексанол 286
- Циклогексанон 286
- Цинкон 218
- Цирконон 334
- Четыреххлористый углерод 286
- Чугаева реактив 310
- Шкала ситовая 339
- ЭДТА 114, 314
- Эквивалент 366
- Экстракция 288
- Электродные потенциалы, определение 231
- Электроды
- каломельный 237
- нормальный, водородный 232
- сравнения 234
- хингидронный 236, 238
- Электронные слои катионов 25
- Энергии меры 355
- Эозин 188, 199
- Эриохром красный В 220
- Эриохром сине-черный В 220
- Эриохром сине-черный Р 202
- Эриохром черный Т 206, 220
- Эриохромазуrol S 218
- Эриохромцианин Ф 220
- Эритрозин 189, 199
- Эскулин 187
- Этанол 286
- Этаноламин 286
- Этилацетат 286
- Этил-бис-(2,4-динитрофенил)-ацетат 172
- Этиленгликоль 286
- Этиленгликольмоно-*n*-бутиловый эфир 284
- Этиленгликольмонометиловый эфир 286
- Этилендиаминтетраацетат натрия 114, 314
- Этилендихлорид 284
- Этиловый эфир 286
- Этиловый эфир диэтиламино-*o*-карбоксифенилксантендл-хлорид 324
- 4-Этоксинакрдон 186
- n*-Этоксихризоидин 278
- Эухризин 3R 193

*Юлий Юльевич Лурье*

**СПРАВОЧНИК ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**  
издание третье, стереотипное

М. Издательство «Химия», 1967 г.

390 с.

УДК 543 (083)

Редакторы *П. К. Агасян, Л. Н. Одерберг*  
Техн. редактор *Е. Г. Шлак*

---

Т-00210. Подписано к печати 19/VI 1967 г.

Бумага  $84 \times 108^{1/32} = 6,125$  бум. л. — 20,58 печ. л.

Уч.-изд. л. 23,43. Тираж 20 000 экз.

БЗ-20-1966 — № 11. Бум. типогр. № 2.

Кн. торг. инд. 2-5-5.

Цена 1 р. 27 к. Зак. 762.

---

Ленинградская типография № 14  
«Красный Печатник»

Главполиграфпрома Комитета по печати  
при Совете Министров СССР.  
Московский пр., 91.