Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Воронежский государственный аграрный университет

имени императора Петра I»

Факультет технологии и товароведения

Кафедра химии

**ХИМИЯ**

**Методические указания к лабораторным работам**

**для студентов факультета технологии и товароведения,**

**обучающихся по направлению подготовки**

**38.08.07 – «Товароведение»**

**ВОРОНЕЖ**

**2016**

**Составители:** доценты: С. А. Соколова, О. В. Перегончая, О. В. Дьяконова, С. В. Ткаченко.

**Рецензент:**

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры химии.

Протокол

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании методического совета агроинженерного факультета.

Протокол

# ВВЕДЕНИЕ

Химия – естественнонаучная дисциплина, которая служит основой для дальнейшего изучения специальных предметов.

При освоении курса химии приобретается многосторонняя информация об основных химических понятиях и фундаментальных законах, объясняющих свойства и превращения химических элементов и их соединений в технологических процессах и живой природе.

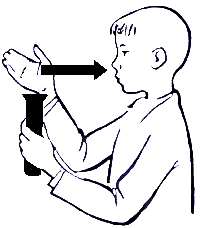
Данные методические указания являются необходимой составной частью учебно-методических комплексов по дисциплине «Химия» и разработаны в соответствии с содержанием рабочих программ для студентов факультета технологии и товароведения, обучающихся по направлению подготовки: 38.08.07 – «Товароведение».

Главной задачей методических указаний является ознакомление со свойствами основных классов неорганических соединений, с закономерностями протекания электролитической диссоциации, кислотно-основного равновесия, гидролиза, окислительно-восстанови­тельных реакций, способами получения и свойствами комплексных соединений.

Методические указания содержат необходимые сведения о технике безопасности при работе в химической лаборатории, описание 7 лабораторных работ, выполняемых с применением современного оборудования и реактивов.

Приведены задания и упражнения для самоконтроля, работа над которыми будет способствовать более глубокому пониманию сущности предмета. Широкая тематика и разнообразие заданий позволяет варьировать содержание методических указаний для студентов различных уровней подготовки.

# ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

1. Во время работы в химической лаборатории необходимо соблюдать чистоту, порядок, тишину. Поспешность или неряшливость часто приводит к несчастным случаям. Посторонние разговоры не допускаются, разговоры по ходу работы следует вести вполголоса.
2. Не разрешается работать в химической лаборатории в отсутствии лаборанта или преподавателя.
3. Перед выполнением каждого опыта необходимо проверить целостность химической посуды, пробирок, колб.
4. Нагревая вещество в пробирке, никогда не следует направлять ее отверстие на себя или на соседа, нельзя заглядывать в пробирку сверху во избежание попадания вещества в глаза.
5. Для перемешивания содержимого пробирки удобнее всего, держа пробирку в одной руке, осторожно ударять ею о ладонь другой руки. Ни в коем случае не следует встряхивать пробирку, закрыв ее пальцем. Необходимо избегать попадания на кожу, каких бы то ни было химических веществ.
6. Никакие вещества в лаборатории нельзя брать руками и пробовать на вкус.
7. Определяя запах вещества, нуж­но направлять струю воздуха в сто­рону носа легкими движениями руки над отверстием сосуда.
8. С веществами, дающими от­рав­ля­ю­щие или удушающие пары, необходимо ра­ботать в вытяжном шкафу.
9. Если в химической лаборатории возникает пожар, то следует немедленно убрать все горючие вещества подальше от огня, засыпать песком, или покрыть войлочным, шерстяным или асбестовым одеялом очаг пожара. Большое пламя тушат с помощью огнетушителя.
10. В химической лаборатории можно работать только в халатах, застегивающихся спереди, такой халат в случае воспламенения легко с себя сбросить.
11. Выбрасывать все твердые предметы и ненужную бумагу необходимо в большой бак или ящик для отходов. Нельзя бросать спички, фильтровальную бумагу и другие плохо растворимые вещества в раковину.
12. Перед тем, как набрать какое-либо химическое вещество, необходимо внимательно прочесть надпись на этикетке.
13. Неиспользованные химические вещества никогда нельзя возвращать обратно в ту склянку, из которой они были взяты.
14. Рабочее место и приборы на нем всегда должны содержаться в чистоте. Необходимо стараться ничего не разбрызгивать, не рассыпать. После окончания занятия следует сразу же поставить на место все реактивы и посуду, взятые для выполнения лабораторной работы. Нельзя загромождать рабочий стол портфелями и сумками.
15. В химической лаборатории не разрешено пить и принимать пищу.

# ДОВРАЧЕБНАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ОЖОГАХ, ОТРАВЛЕНИЯХ И ПОРЕЗАХ

Для оказания первой помощи при несчастных случаях на кафедре химии имеется аптечка, содержащая:

|  |  |
| --- | --- |
| * бинты, * вату, * 3–5 % спиртовой р-р I2, * 1% р-р CH3COOH, | * 3–5% р-р NaHCO3 (соды), * насыщенный р-р H3BO3, * раствор KMnO4, * раствор C2H5OH. |

1. ***Термические ожоги*** вызываются огнем или раскаленными предметами. Обожженное место надо обработать примочкой из раствора перманганата калия или этилового спирта. При сильных ожогах пострадавшего необходимо направить в поликлинику.
2. ***Химические ожоги*** образуются при попадании на кожу кислоты, щелочи, брома, фенола и др.

*При попадании на кожу кислот и щелочей* необходимо промыть пораженное место большим количеством воды. Затем, если на кожу попала кислота, обработать 3–5% раствором гидрокарбоната натрия (соды), а в случае попадания щелочи – 1% раствором уксусной кислоты. В том и другом случае пораженное место надо смазать вазелином и перевязать.

*При попадании кислоты в глаза* промыть их большим количеством воды, затем разбавленным раствором соды, далее – снова водой и направить пострадавшего в поликлинику.

*Если в глаза попала щелочь*, необходимо сразу же промыть их большим количеством воды, затем насыщенным раствором борной кислоты, после чего впустить каплю касторового масла. Пострадавшего необходимо также направить к врачу.

*При попадании кислот и щелочей на одежду* необходимо ткань сразу промыть большим количеством воды, после этого – 3–5% раствором соды (в случае попадания кислот) или 1% раствором уксусной кислоты (если попала щелочь).

Порезы рук стеклом промывают сильной струей воды, удаляют из раны осколки стекла, заливают рану спиртовым раствором йода и перевязывают стерильным бинтом. Если ранение сильное, пострадавшего также необходимо направить к врачу.

**ФОРМА ЗАПИСИ ОТЧЕТА  
О ПРОДЕЛАННОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ  
В РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ**

Лабораторная работа №\_\_

Дата: « »

Тема: « »

Опыт № \_\_. Название опыта.

*Описание последовательности добавления реактивов и ус­ло­вий опыта.*

*Наблюдения (изменение окраски, образование осадка, выделение пузырьков газа, разогревание и т.д.).*

*Уравнения протекающих реакций.*

Выводы.

Выполнение заданий.

Лабораторная работа №1

Общие свойства классов неорганических соединений

***Цель работы* –** ознакомление на опыте со способами получения и характерными химическими свойствами отдельных классов неорганических веществ.

**Реактивы и принадлежности**:

* азотная кислота, 1 н. р-р;
* ацетат натрия, кристаллич.;
* вольфрамат натрия, 1 н. р-р;
* гидроксид калия, 1 н. р-р;
* гидроксид натрия, 1 н. р-р;
* железный стержень;
* иодид калия, 1 н. р-р;
* карбонат калия, 1 н. р-р;
* метасиликат натрия, 1 н. р-р;
* метилоранж, 0,1% водн. р-р;
* нитрат свинца (II), 1 н. р-р;
* ортофосфат натрия, 1 н. р-р;
* серная кислота, 1 н. р-р;
* соляная кислота, 1 н. р-р;
* сульфат алюминия, 1 н. р-р;
* сульфат железа (II), 1 н. р-р;
* сульфат марганца (II), 1 н. р-р;
* сульфат меди (II), 1 н. р-р;
* сульфат никеля (II), 1 н. р-р;
* уксусная кислота, 1 н. р-р;
* фенолфталеин, 0,1% спирт. р-р;
* фторид натрия, 1 н. р-р;
* хлорид бария, 1 н. р-р;
* хлорид железа (III), 1 н. р-р;
* хлорид магния, 1 н. р-р;
* хлорид кобальта (II), 1 н. р-р;
* хлорид хрома (III), 1 н. р-р;
* хлорид цинка, 1 н. р-р;
* хромат калия, 1 н. р-р;
* штатив с маленькими пробирками.

***Опыт 1.* Получение и свойства оснований**

1. Получите малорастворимое основание в соответствии с номером своего варианта:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Основание | Mg(OH)2 | Ni(OH)2 | Fe(OH)2 | Co(OH)2 |

Для этого возьмите пробирку, поместите в нее 3–4 капли раствора необходимой соли, добавьте 5–6 капель раствора щелочи до образования осадка. Пробирку с осадком сохраните для следующего опыта.

**Задание:** Составьте молекулярное уравнение реакции. Запишите свои наблюдения. Приведите примеры других способов получения оснований.

2. В соответствии с номером своего варианта к полученному в предыдущем опыте основанию добавьте раствор кислоты до растворения осадка:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Кислота | H2SO4 | HNO3 | HCl | CH3COOH |

**Задание:** Составьте молекулярное уравнение реакции. Запишите свои наблюдения. Напишите уравнения реакций, характеризующие другие химические свойства оснований.

***Опыт 2.* Получение и свойства кислот**

1. Получите кислоту в соответствии с номером своего варианта:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Кислота | H2CO3 | H2WO4 | CH3COOH | H2SiO3 |

Возьмите пробирку, поместите в нее 5–6 капель раствора необходимой соли (для получения уксусной кислоты насыпьте в пробирку 2–3 микрошпателя кристаллического ацетата нат­рия) и добавьте несколько капель серной кислоты до появления внешних признаков реакции.

**Задание:** Составьте молекулярные уравнения реакций. Запишите свои наблюдения. Приведите уравнения реакций, характеризующие другие способы получения кислот.

2. Поместите в пробирку 3–4 капли раствора кислоты и добавьте 1 каплю индикатора в соответствии с номером своего варианта:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Кислота | HNO3 | CH3COOH | H2SO4 | HCl |
| Индикатор | метиловый оранжевый | метиловый оранжевый | фенол-фталеин | фенол-фталеин |

Добавляя по каплям щелочь, следите за изменением цвета индикатора.

**Задание:** Составьте молекулярное уравнение реакции. Запишите и объясните свои наблюдения. Приведите уравнения реакций, характеризующие химические свойства кислот.

***Опыт 3.* Получение амфотерных гидроксидов  
и их отношение к основаниям и кислотам**

Получите амфотерный гидроксид в соответствии с номером своего варианта:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Амфолит | Pb(OH)2 | Zn(OH)2 | Al(OH)3 | Cr(OH)3 |
| Кислота | CH3COOH | HCl | HNO3 | H2SO4 |

Для этого к 3–4 каплям раствора соли добавьте несколько капель щелочи до образования осадка. Повторите данный опыт в другой пробирке. В одну пробирку добавьте раствор кислоты (в соответствии со своим вариантом), в другую – раствор гидроксида калия до полного растворения осадков.

**Задание:** Составьте молекулярные уравнения реакций получения амфотерного гидроксида и его взаимодействия с кислотой и основанием. Запишите свои наблюдения.

***Опыт 4.* Получение и свойства солей**

1. Используя имеющиеся на штативе реактивы, получите малорастворимую соль в соответствии с номером варианта:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Соль | Co3(PO4)2 | PbI2 | BaCrO4 | (NiOH)2CO3 |

**Задание:** Составьте молекулярное уравнение реакции. Запишите свои наблюдения. Приведите уравнения реакций, характеризующие способы получения солей (2–3 примера).

2. Осуществите взаимодействие между солью и реагентом в соответствии с номером варианта:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Реактивы | CoCl2  K2CO3 | FeCl3  NaOH | Pb(NO3)2  H2SO4 | CuSO4  Fe |

**Задание:** Составьте молекулярное уравнение реакции. Запишите свои наблюдения. Приведите уравнения реакций, характеризующие химические свойства солей (2–3 примера).

***Опыт 5.* Цепочки превращений**

Последовательно добавляя реактивы в пробирку, осуществите превращения в соответствии с заданием своего варианта. Составьте молекулярные уравнения реакций.

***Вариант 1***

1. CuSO4 → Cu(OH)2 → Cu(NO3)2 → Cu3(PO4)2
2. CrCl3 → Cr(OH)3 → Cr2(SO4)3 → PbSO4

↓

Na3[Cr(OH)6]

***Вариант 2***

1. ZnSO4 → Zn(OH)2 → ZnCl2 → Zn3(PO4)2

↓

Na2[Zn(OH)4]

1. FeCl3 → Fe(OH)3 → Fe(NO3)3 → FePO4

***Вариант 3***

1. Al2(SO4)3 → Al(OH)3 → AlCl3 → AlPO4

↓

Na[Al(OH)4]

1. BaCl2 → BaCO3 → Ba(NO3)2 → BaSO4

***Вариант 4***

1. Pb(NO3)2 → Pb(OH)2 → Pb(CH3COO)2 → PbF2

↓

Na2[Pb(OH)4]

1. MnSO4 → Mn(OH)2 → Mn(NO3)2 → MnCO3

**УПРАЖНЕНИЯ**

1. Приведите примеры реакций получения и химических свойств веществ в соответствии со своим вариантом:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Вещества | Na2O  Mg(OH)2  HCl  Be(OH)2  FeCl3 | CO2  NaOH  H2SO3  Pb(OH)2  K2CO3 | MgO  Ca(OH)2  H2SO4  Zn(OH)2  CuSO4 | SO2  KOH  H2S  Al(OH)3  Pb(NO3)2 |

1. Напишите формулы следующих веществ: сульфат цинка; оксид хлора (VII); азотная кислота; гидроксид кобальта (III); хлорид гидроксожелеза (III); метасиликат алюминия; цианид кальция; хлорная кислота; дихромат лития; гидросульфит бария; нитрат меди (II); оксид натрия; дихромат натрия; перхлорат магния; нитрит свинца (II); ацетат железа (II); карбонат аммония. Укажите, к какому классу и типу относятся эти вещества.
2. Какие из перечисленных ниже веществ будут реагировать с водой: оксид натрия, оксид серы (IV), оксид кремния (IV), аммиак, оксид кальция, калий, оксид меди (II), серебро? Составьте уравнения возможных реакций.
3. С какими из перечисленных веществ будет реагировать соляная кислота: углекислый газ, оксид кальция, серная кислота, гидроксид бария, магний, карбонат калия, нитрат натрия, медь, хлорид гидроксоцинка? Составьте уравнения возможных реакций.
4. С какими из перечисленных веществ будет реагировать гидроксид натрия: оксид калия, оксид фосфора (V), азотная кислота, гидроксид кальция, гидрокарбонат натрия, нитрат калия, хлорид меди (II), гидроксид железа (III)? Составьте уравнения возможных реакций.
5. Осуществите следующие превращения:

Fe → FeCl3 → Fe(OH)3 → Fe(NO3)3 → Fe2O3 → Fe2(SO4)3

↓

(FeOH)(CH3COO)2

Лабораторная работа №2

Зависимость скорости химической реакции  
от концентрации реагирующих веществ

***Цель работы*** – путем эксперимента убедиться в справедливости закона действующих масс.

**Реактивы и принадлежности**:

* дистиллированная вода;
* серная кислота, 0,1 М р-р;
* тиосульфат натрия, 0,1 М р-р;
* бумага миллиметровая 15×15 см;
* бюретки 3 шт.;
* резиновые пробки;
* секундомер;
* штатив с большими пробирками.

**Теоретическая часть**

О скорости химической реакции можно судить по скорости изменения какого-либо свойства системы, связанного с ее химическим составом, например: окраски, электропроводности, давления, оптической плотности и т.д.

Рассмотрим влияние концентрации реагентов на скорость химической реакции на примере взаимодействия тиосульфата натрия и серной кислоты в водном растворе. В результате происходит образование малорастворимого продукта – свободной серы, что приводит к визуально наблюдаемому эффекту – критической опалесценции (усилению рассеяния света) и затем к постепенному выделению осадка

Na2S2O3 + H2SO4 → Na2SO4 + S↓ + SO2↑ + H2O (1)

В соответствии с законом действующих масс, при постоянной температуре скорость реакции должна быть прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, взятых в степенях соответствующих стехиометрических коэффициентов.

Средняя скоростьреакции за интервал времени  равна

, (2)

т.е. обратно пропорциональна величине этого интервала.

В данной работе измеряют интервал времени между началом взаимодействия веществ и появлением опалесценции, которая указывает на образование микроскопических частиц осадка. В момент начала реакции концентрация свободной серы равна нулю. Осадкообразование начинается при достижении критической концентрации серы, не зависящей от исходной концентрации реагирующих веществ, поэтому . Увеличение начальной концентрации реагентов приводит к ускорению реакции и соответствующему уменьшению .

Таким образом, при разных исходных концентрациях реагентов скорости будут определяться выражениями:

, , ..., . (2)

Введем понятие относительной скорости реакции:

, (3)

где минимальное время реакции **min соответствует максималь­ной скорости *v*max. Очевидно, что  при .

**Экспериментальная часть**

1. Заполните три бюретки: первую – дистиллированной водой, вторую – раствором тиосульфата натрия, третью – раствором серной кислоты.
2. Возьмите две большие пробирки. В одну из них отмерьте с помощью бюретки указанный в таблице (см. ниже) объем раствора серной кислоты. В другую – соответствующие объемы раствора тиосульфата натрия и дистиллированной воды, закройте пробкой и перемешайте содержимое пробирки.
3. Откройте вторую пробирку. Быстро прилейте один раствор к другому, с помощью секундомера отметьте время начала реакции и перемешайте содержимое пробирки.
4. Наблюдайте за изменением прозрачности раствора (*на­блю­дение должен производить один и тот же человек*). В момент, соответствующий началу помутнения, зафиксируйте время. Полученный результат занесите в таблицу.
5. Повторите опыт с другими концентрациями.

Таблица

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  опыта | Объем, мл | | | Концентрация Na2S2O3, моль/л | Время  (***τi***), с | Относительная скорость  (***v*отн**) |
| H2SO4 | Na2S2O3 | H2O |
| 1 | 6 | 6 | – | 0,100 |  |  |
| 2 | 6 | 4 | 2 | 0,067 |  |  |
| 3 | 6 | 3 | 3 | 0,050 |  |  |
| 4 | 6 | 2 | 4 | 0,033 |  |  |

**Оформление результатов**

1. По формуле (3) рассчитайте величину  для каждого опыта. Заполните таблицу.
2. Постройте график зависимости относительной скорости реакции от концентрации раствора тиосульфата натрия.
3. На основании полученных результатов сформулируйте закон действующих масс применимо к данной реакции и напишите его математическое выражение.

**УПРАЖНЕНИЯ**

1. Как изменится скорость реакции

NO(г) + O3(г) → NO2(г) + O2(г)

при увеличении общего давления в 2 раза?

1. Как изменится скорость реакции

SO2(г) + 2H2S(г) → 3S(тв) + 2H2O(г)

при уменьшении концентрации сероводорода в 3 раза?

1. Вычислите температурный коэффициент скорости реакции, если при повышении температуры на 40°С скорость возрастает в 16 раз.
2. При 120°С скорость реакции составляет 1 . Как нужно изменить температуру, чтобы скорость реакции достигла 4 , если температурный коэффициент скорос­ти равен 3?

Лабораторная работа №3

**Смещение химического равновесия при изменении  
концентрации реагирующих веществ**

***Цель работы*** – установить закономерность смещения равновесия в обратимой реакции при изменении концентраций про­дуктов и исходных веществ.

**Реактивы и принадлежности**:

* дистиллированная вода;
* тиоцианат калия, насыщ. р-р;
* хлорид железа (III), насыщ. р-р;
* хлорид калия, кристаллич.;
* резиновые пробки;
* штатив с большими пробирками;
* штатив с маленькими пробирками.

**Теоретическая часть**

Реакция между хлоридом железа (III) и тиоцианатом калия является обратимой

FeCl3 + 6KSCN →← K3[Fe(SCN)6] + 3KCl

Образующийся в результате реакции раствор комплексной соли окрашен в кроваво-красный цвет, интенсивность которого зависит от концентрации, поэтому смещение хи­мического равновесия можно наблюдать визуально по изменению ок­раски реакционной смеси.

**Экспериментальная часть**

1. Большую пробирку примерно на 3/4 заполните дистиллированной водой. Добавьте 2 капли насыщенного раствора хлорида железа (III), 2 капли насыщенного раствора тиоцианата калия, закройте пробирку пробкой и перемешайте растворы.
2. Полученный раствор разлейте поровну в четыре маленькие пробирки, затем:

* в первую пробирку добавьте 1 каплю насыщенного раствора хлорида железа (III);
* во вторую пробирку – 1 каплю насыщенного раствора тиоцианата калия;
* в третью пробирку с помощью шпателя добавьте немного кристаллического хлорида калия, взболтайте;
* четвертую пробирку оставьте для сравнения (контроль).

1. Обратите внимание на изменение интенсивности окраски реакционной смеси в пробирках 1–3 по сравнению с контроль­ной. Результаты наблюдений занесите в таблицу.

Таблица

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  пробирки | Какое  вещество  добавили | Как изменилась  интенсивность окраски | В каком направлении  сместилось равновесие |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |

**Оформление результатов**

1. По изменению интенсивности окраски в пробирках 1–3 оцените направление смещения химического равновесия и заполните последний столбец таблицы.
2. Для рассматриваемой реакции составьте математическое выражение константы равновесия.
3. Сделайте вывод о влиянии концентрации исходных веществ и продуктов на смещение химического равновесия. Соответствует ли ваш вывод принципу Ле Шателье?

**УПРАЖНЕНИЯ**

1. В каком направлении сместится равновесие реакции

2CH4 (г) + 3O2 (г) + 2NH3 (г) →← 2HCN (г) + 6H2O (г);

 кДж;

а) при понижении температуры;

б) при повышении давления?

Напишите математическое выражение для константы равновесия.

1. В каком направлении сместится химическое равновесие реакции

C (тв) + 2Н2O (г) →← CO2 (г) + 2H2 (г);  кДж;

а) при повышении температуры;

б) при понижении давления?

Напишите математическое выражение для константы равновесия.

1. В какую сторону сместится равновесие в системе

2NO2 (г) →← 2NO (г) + O2 (г);  кДж;

а) при уменьшении давления;

б) при охлаждении;

в) при увеличении концентрации оксида азота (II)?

Напишите математическое выражение для константы равновесия.

Лабораторная работа №4

Электролитическая диссоциация

***Цель работы* –** ознакомиться на практике с особенностями электролитической диссоциации кислот, оснований, амфолитов и солей, а также с основными условиями необратимости ионных реакций.

**Реактивы и принадлежности**:

* ацетат натрия, кристаллич.;
* вольфрамат натрия, 1 н. р-р;
* гексацианоферрат (II) калия,  
  1 н. р-р;
* гидроксид аммония, 1 н. р-р;
* гидроксид натрия, 1 н. р-р
* гидрофосфат натрия, 1 н. р-р;
* дихромат калия, 1 н. р-р;
* карбонат калия, 1 н. р-р;
* метасиликат натрия, 1 н. р-р;
* метилоранж, 0,1% водн. р-р;
* нитрат висмута (III), 1 н. р-р;
* нитрат свинца (II), 1 н. р-р;
* нитрат серебра, 1 н. р-р;
* нитрит натрия, 1 н. р-р;
* серная кислота, 1 н. р-р;
* соляная кислота, 1 н. р-р;
* сульфат железа (II), 1 н. р-р;
* сульфат калия, 1 н. р-р;
* сульфат марганца (II), 1 н. р-р;
* сульфат меди (II), 1 н. р-р;
* сульфат цинка, 1 н. р-р;
* тиоцианат калия, 1 н. р-р;
* уксусная кислота, 1 н. р-р;
* фенолфталеин, 0,1% спирт. р-р;
* хлорид бария, 1 н. р-р;
* хлорид кальция, 1 н. р-р;
* хлорид магния, 1 н. р-р;
* хромат калия, 1 н. р-р;
* цинк (гранулы);
* штатив с маленькими пробирками.

***Опыт 1.* Сравнение степени диссоциации кислот**

В две пробирки налейте по 6–8 капель растворов соляной и уксусной кислот одинаковой концентрации. В каждую из пробирок поместите по 1 грануле цинка. Через несколько минут после начала опыта сравните интенсивность выделения водорода в каждой пробирке.

**Задания:**

1. Объясните наблюдаемое различие в интенсивности выделения водорода.
2. Напишите уравнения наблюдаемых реакций в молекулярном и ионном виде.

***Опыт 2.* Сравнение степени диссоциации  
растворимых оснований**

В две пробирки налейте по 6–8 капель раствора хлорида магния. В одну добавьте 1 каплю раствора гидроксида натрия, а в другую – 1 каплю раствора аммиака (гидроксида аммония).

**Задания:**

1. Объясните причину неодинакового количества осадка в первой и во второй пробирках.
2. Напишите уравнения наблюдаемых реакций в молекулярном и ионном виде.

***Опыт 3.* Влияние концентрации одноименного иона  
на степень диссоциации слабого электролита**

*а) влияние концентрации ацетат-ионов на степень диссоциации уксусной кислоты*

В пробирку налейте 15 капель 0,1 М раствора уксусной кислоты и добавьте 1 каплю метилоранжа. Разделите содержимое на две пробирки. Одну оставьте для сравнения, а во вторую добавьте 1 шпатель кристаллического ацетата натрия и размешайте до полного растворения. Сравните окраску индикатора в обеих пробирках.

**Задания:**

1. Напишите уравнения диссоциации уксусной кислоты и ацетата натрия.
2. Как изменится степень диссоциации уксусной кислоты при увеличении концентрации ацетат-иона?

*б) влияние концентрации катионов аммония на степень диссоциации гидроксида аммония*

В пробирку налейте 15 капель 0,1 М раствора гидроксида аммония и добавьте 1 каплю фенолфталеина. Разделите содержимое на две пробирки. Одну оставьте для сравнения, а во вторую добавьте 1 шпатель кристаллического хлорида аммония и размешайте до полного растворения. Сравните интенсивность окраски индикатора в обеих пробирках.

**Задания:**

1. Напишите уравнения диссоциации гидроксида аммония и хлорида аммония.
2. Как и почему изменяется степень диссоциации гидроксида аммония в присутствии хлорида аммония?

***Опыт 4.* Влияние среды раствора на диссоциацию амфолита**

В двух пробирках получите гидроксид алюминия: к 2 каплям раствора сульфата алюминия осторожно по каплям добавьте раствор гидроксида натрия до появления осадка.

В первую пробирку добавьте избыток серной кислоты, а во вторую – избыток гидроксида натрия до полного растворения осадков.

**Задания:**

1. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций:

а) сульфата алюминия с гидроксидом натрия;

б) гидроксида алюминия с серной кислотой;

в) гидроксида алюминия с гидроксидом натрия.

1. Составьте схему диссоциации гидроксида алюминия в кислой и щелочной средах.

***Опыт 5.* Ионные реакции с образованием гидроксидов**

*а) получение малорастворимых оснований*

Приготовьте две пробирки: в первую поместите 6–8 капель раствора сульфата марганца (II),во вторую – 6–8 капель раствора сульфата железа (II).В обе пробирки добавьте по 5 капель раствора гидроксида натрия до образования осадков. Сразу отметьте цвет образовавшихся осадков (*они постепенно изменяются в результате окисления кислородом воздуха*).

**Задание:** составьте молекулярные и ионные уравнения реакций:

1. сульфата марганца (II) c гидроксидом натрия;
2. сульфата железа (II) c гидроксидом натрия.

*б) получение малорастворимых кислот*

В пробирку налейте 6–8 капель раствора вольфрамата натрия Na2WO4 и добавьте несколько капель раствора соляной кислоты до образования осадка.

Проведите такой же опыт с раствором силиката натрия Na2SiO3.

**Задание:** запишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций:

1. вольфрамата натрия с соляной кислотой;
2. силиката натрия с соляной кислотой.

*в) реакция с выделением газообразного продукта*

В пробирку налейте 6–8 капель раствора карбоната калия и добавьте 5 капель раствора серной кислоты. Что наблюдается?

**Задание:** составьте уравнение реакции карбоната калия с серной кислотой в молекулярной и ионной форме, учитывая, что угольная кислота разлагается в момент образования.

***Опыт 6.* Ионные реакции с образованием  
малорастворимых солей**

*а) средние соли*

* ***вольфрамат кобальта (II)*** – к 2–3 каплям р-ра соли кобальта (II) добавить 2–3 капли р-ра вольфрамата натрия (образуется розовато-фиолетовый аморф­ный осадок);
* ***вольфрамат меди (II)*** – к 2–3 каплям р-ра соли меди (II) добавить 2–3 капли р-ра вольфрамата натрия (образуется светло-бирюзовый мелкокристаллический осадок);
* ***тиоцианат меди (II)*** – к 2–3 каплям р-ра соли меди (II) добавить 1 каплю р-ра тиоцианата калия или аммония (выпадает черный мелкокристаллический осадок);

*б) кислая соль*

* ***гидрофосфат кальция***– к 2–3 каплям р-ра соли кальция добавить 2–3 капли р-ра гидрофосфата калия или натрия (выделяется белый кристаллический осадок);

*в) основная соль*

* ***хромат гидроксовисмута (III)*** – к 2–3 каплям р-ра соли вис­му­та (III) добавить 1–2 капли р-ра любого хромата или дихромата (выпадает оранжево-желтый мелкокристаллический осадок);

*г) оксосоль*

* ***карбонат оксовисмута (III)*** (BiO)2CO3 – к 2–3 каплям р-ра соли вис­му­та (III) добавить несколько капель р-ра карбоната калия до образования осадка (выделяются бесцветные чешуйчатые перламутровые кристаллы);

*д) двойная соль*

* ***ортофосфат аммония-магния*** NH4MgPO4 – к 2–3 каплям р-ра соли магния добавить 5–10 капель р-ра гидроксида аммония и 2–3 капли р-ра гидрофосфата калия или натрия (выделяется белый кристаллический осадок);

*е) комплексные соли*

* ***гексанитрокупрат (II) натрия*** Na4[Cu(NO2)6] – к 2–3 каплям р-ра соли меди (II) добавить 4–6 капель р-ра нитрита натрия (образуется ярко-зеленый раствор);
* ***гексацианоферрат железа*** Fe[Fe2(CN)6] – в большой пробирке к 1 капле р‑ра соли железа (III) добавить 5–10 мл дистиллированной воды и 1 каплю р-ра гексацианоферрата (II) калия K4[Fe(CN)6] (образуется темно-синий коллоидный раствор, называемый “берлинской лазурью”).

**Задание:** составьте уравнения всех проведенных реакций в молекулярной и ионной форме.

**УПРАЖНЕНИЯ**

1. Напишите уравнения электролитической диссоциации угольной кислоты по каждой ступени и математические выражения для констант диссоциации по каждой ступени.
2. Вычислите степень диссоциации (в %) азотистой кислоты в 0,01 М растворе.
3. Вычислите константу диссоциации муравьиной кислоты в 0,2 М растворе, если ее степень диссоциации равна 3,2%.
4. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций между веществами:

а) оксид магния и азотная кислота,

б) гидроксид алюминия и хлороводородная кислота,

в) гидроксид калия и оксид углерода (IV),

г) нитрат аммония и гидроксид натрия,

д) ацетат меди (II) и серная кислота,

е) хлорид цинка и гидроксид натрия,

ж) ортофосфат калия и нитрат кальция,

з) гидроксид бериллия и гидроксид калия,

и) сульфат аммония и хлорид бария.

Лабораторная работа №5

Водородный показатель. Гидролиз солей.

Буферные растворы

***Цель работы* –** ознакомиться с понятием “водородный показатель”, свойствами буферных растворов, приобрести навыки измерения *pH*и выявить некоторые закономерностей протекания гидролиза солей.

**Реактивы и принадлежности**:

* ацетат аммония, 1 н. р-р;
* ацетат натрия, 0,1 М р-р;
* ацетат натрия, 1 н. р-р;
* ацетат натрия, кристаллич;
* гидроксид аммония, 0,1 М р-р;
* гидроксид натрия, 0,1 М р-р;
* дистиллированная вода;
* карбонат аммония, 1 н. р-р;
* карбонат калия, 1 н. р-р;
* нитрат висмута (III), 1 н. р-р;
* нитрат свинца (II), 1 н. р-р;
* ортофосфат натрия, 1 н. р-р;
* соляная кислота, 0,1 М р-р;
* сульфат алюминия, 1 н. р-р;
* уксусная кислота, 0,1 М р-р;
* фенолфталеин, 0,1% спирт. р-р;
* хлорид аммония, 1 н. р-р;
* хлорид сурьмы (III), 1 н. р-р;
* держатель для пробирок;
* химические стаканы 4 шт.;
* *pH*-метр pH-150М;
* спиртовка или газовая горелка;
* стеклянная палочка;
* универсальная индикаторная бумага;
* штатив с маленькими пробирками.

***Опыт 1.* Определение *pH* с помощью универсальной  
индикаторной бумаги**

Определите *pH* растворов, указанных в таблице 1, для этого нанесите каплю раствора на индикаторную бумагу и сравните с цветной шкалой. Запишите полученные значения в таблицу 1.

***Опыт 2.* Определение значения водородного****показателя растворов с помощью *pH*-метра**[[1]](#footnote-1)

Соблюдая правила работы на приборе, измерьте *pH* растворов, указанных в таблице 1. Занесите данные в таблицу 1.

**Правила работы на *pH*-метре pH-150М**

1*. pH*-метр типа pH-150М предназначен для измерения величин *pH* растворов, окислительно-восстановительных потенциалов (*Е, мВ*) и температуры растворов *(t,*°C). В данном приборе для измерения *pH* используется комбинированный электрод, включающий в свою конструкцию индикаторный – стеклянный электрод и электрод сравнения – хлоридсеребряный. (***Электрод является очень хрупким и требует особо бережного обращения****!)* Необходимо следить за тем, чтобы комбинированный электрод находился в стакане с раствором так, чтобы уровень жидкости был выше капилляра хлоридсеребряного электрода.

2. Электродную пару промывают дистиллированной водой из промывалки и осторожно осушают фильтровальной бумагой, затем заполняют стакан исследуемым раствором и опускают в него электроды.

3. Включают прибор, нажав сенсорную кнопку **«ВКЛ/ВЫКЛ».**

4. Нажатием сенсорной кнопки «**РЕЖИМ**» выбирают режим измерений *pH* и считывают показания прибора с цифрового дисплея.

5. После окончания измерений промывают электрод дистиллированной водой из промывалки и опускают в стакан с дистиллированной водой.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Электролит | Концен­трация,  моль/л | *pH* (измеренный) | | *pH*  (рассчитаный) |
| Индикаторная  бумага | *pH-*метр |
| HCl | 0,1 |  |  |  |
| NaOH | 0,1 |  |  |  |
| CH3COOH | 0,1 |  |  |  |
| NH4OH | 0,1 |  |  |  |
| H2O (дист.) | – |  |  |  |

**Задания:**

1. Рассчитайте значения *pH* для указанных растворов по соответствующим формулам, запишите в таблицу 1 и сравните с измеренными значениями *pH*.
2. Сделайте вывод о точности измерений с помощью индикаторной бумаги и с помощью прибора.

***Опыт 3.* Определение характера гидролиза солей**

С помощью универсальной индикаторной бумаги определите *pH* растворов солей, указанных в таблице 2. Результаты определений запишите в таблицу.

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Формула соли | *pH* раствора | Характер  среды | Тип  гидролиза |
| K2CO3 |  |  |  |
| Na3PO4 |  |  |  |
| NH4Cl |  |  |  |
| Pb(NO3)2 |  |  |  |
| SbCl3 |  |  |  |
| CH3COONH4 |  |  |  |
| (NH4)2CO3 |  |  |  |

**Задание:** Составьте ионные и молекулярные уравнения гидролиза данных солей.

***Опыт 4.* Влияние температуры на гидролиз солей**

В пробирке с 1 мл дистиллированной воды растворите 1 микрошпатель кристаллического ацетата натрия и добавьте  
1–2 капли фенолфталеина. Нагрейте раствор, обратив внимание на изменение интенсивности окраски индикатора.

**Задание:** Напишите уравнения гидролиза ацетата натрия. Объясните причину изменения интенсивности окраски индикатора. Сделайте вывод о влиянии температуры на гидролиз солей.

***Опыт 5.* Влияние разбавления на гидролиз солей**

Налейте в пробирку 3–5 капель раствора нитрата висмута (III) и по каплям добавляйте воду до образования белого осадка основной соли – нитрата дигидроксовисмута (III).[[2]](#footnote-2)

**Задание:** Составьте уравнение реакции нитрата висмута (III) с водой. Сделайте вывод о влиянии разбавления на протекание процесса гидролиза.

***Опыт 6.* Обратимость гидролиза**

К раствору с осадком основной соли, полученной в предыдущем опыте, прилейте раствор азотной кислоты до растворения осадка. Затем вновь по каплям добавляйте воду до появления осадка (наблюдается помутнение) .

**Задание:** Напишите уравнение реакции нитрата дигидроксовисмута (III) с азотной кислотой, используя знак обратимости.

***Опыт 7.* Необратимый (полный) гидролиз**

К 3–4 каплям раствора сульфата алюминия прилейте 4–5 капель раствора карбоната калия. Наблюдайте выпадение белого осадка гидроксида алюминия и выделение пузырьков углекислого газа.

**Задания:**

1. Объясните, какие соли способны подвергаться полному гидролизу.

Напишите уравнение реакции, протекающей в результате смешивания растворов сульфата алюминия и карбоната калия.

***Опыт 8.* Приготовление буферных растворов**

*а) приготовление ацетатного буферного раствора*

С помощью мерного цилиндра отмерьте 20мл 0,1М раствора уксусной кислоты и 20мл 0,1М раствора ацетата натрия. Смешайте эти растворы в конической колбе.

*б) приготовление аммиачного буферного раствора*

С помощью мерного цилиндра отмерьте 20мл 0,1М раствора гидроксида аммония и 20мл 0,1М раствора хлорида аммония. Смешайте эти растворы в конической колбе.

**Задание:** Определите и рассчитайте значение *рН* данных буферных растворов.

***Опыт 9.* Буферное действие**

Таблица 2

|  |  |
| --- | --- |
| Буферный раствор | *рН* |
| Ацетатный буферный р-р |  |
| Ацетатный буферный р-р + 1капля HCl |  |
| Ацетатный буферный р-р + 1капля NaOH |  |
| Ацетатный буферный р-р, разбавленный в 10 раз |  |

*а) влияние добавления небольших количеств кислоты или*

*щелочи на значение рН буферных растворов*

В две пробирки налейте по 1мл ацетатного буферного раствора. В одну пробирку добавьте 1 каплю 0,1М раствора соляной кислоты, а в другую пробирку – 1 каплю 0,1М раствора гидроксида натрия. Каждый раствор перемешайте с помощью стеклянной палочки.

**Задание:** Определите значение *рН* в каждой пробирке, сравнив его с исходным. Запишите полученные значения в таблицу 2.

*б) влияние разбавления на рН буферных растворов*

В большую пробирку поместите 1мл ацетатного буферного раствора и разбавьте содержимое пробирки в 10 раз. Разбавленный раствор перемешайте с помощью стеклянной палочки.

**Задание:** Определите значение *рН* разбавленного буферного раствора, сравнив его с исходным. Запишите полученное значение в таблицу 2.

***Опыт 10.* Потеря буферного действия**

Налейте в пробирку 1мл аммиачного буферного раствора. Добавляйте по каплям 0,1М раствор соляной кислоты, определяя рН после каждой добавленной капли.

**Задание:**

1. Полученные значения запишите в таблицу 3:

Таблица 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Число  капель *HCl* | *V(HCl)*, мл | *рН* |
| 1 | 0,05 |  |
| 2 | 0,10 |  |
| 3 | 0,15 |  |
| 4 | 0,20 |  |
| 5 | 0,25 |  |
| 6 | 0,30 |  |
| 7 | 0,35 |  |
| 8 | 0,40 |  |
| 9 | 0,45 |  |
| 10 | 0,50 |  |

1. По полученным результатам постройте график зависимости *рН* аммиачного буферного раствора от объема добавленной соляной кислоты *V(HCl)*. При построении графика следует помнить, что зависимость должна быть выражена плавной кривой, а не ломаной линией.

**УПРАЖНЕНИЯ**

1. Вычислите *pH* водных растворов электролитов:

а) 0,001 М HBr; б) 0,5 М H2SO4; в) 0,01 М HCN;

г) 0,001 M HCOOH; д) 0,1 М KOH; е) 0,005 М Ba(OH)2;

ж) 0,01 М NH4OH; з) 0,001 М NH4OH.

1. Вычислите *рОН*, концентрацию катионов водорода и концентрацию гидроксид-анионов в растворе, *pH* которого равен 4.
2. Вычислите *pH* воды в реке Дон, концентрация гидроксид-анионов в которой составляет 1,58·10–6моль/л.
3. Вычислите *pH* раствора, в 250 мл которого содержится 0,25 ммоль катионов водорода.
4. Укажите, какие из приведенных солей подвергаются гидролизу: NaNO3, K2SO4, CuCl2, K2S, KBr, CrCl3. Для этих солей составьте ионные и молекулярные уравнения гидролиза, укажите реакцию среды.
5. Какая из солей железа (III) подвергается необратимому гидролизу: хлорид, нитрат, ацетат? Запишите уравнение данной реакции в молекулярной форме.

Лабораторная работа №6

Окислительно-восстановительные реакции

***Цель работы* –** наблюдать на опыте особенности протекания окислительно-восстановительных реакций в растворах, оз­на­комиться с некоторыми окислителями и восстановителями.

**Реактивы и принадлежности**:

* бромная вода;
* гидроксид калия, 1 н. р-р;
* гидроксид натрия, 1 н. р-р;
* дихромат калия, 1 н. р-р;
* железный стержень;
* иодид калия, 1 н. р-р;
* крахмал, 5% водный р-р  
  (свежеприготовленный);
* нитрит натрия, 1 н. р-р;
* перманганат калия, 1 н. р-р;
* пероксид водорода, 6% р-р;
* серная кислота, разбавл. (1:4);
* сульфат меди, 1 н. р-р;
* сульфит натрия, 1 н. р-р;
* хлорид хрома (III), 1 н. р-р;
* держатель для пробирок;
* спиртовка или газовая горелка;
* штатив с маленькими пробирками.

***Опыт 1.* Восстановление ионов Cu2+ металлическим  
железом**

В пробирку с 10–15 каплями раствора сульфата меди (II) поместите железный стержень. Через 10–15 минут опишите наблюдаемые изменения поверхности стержня и цвета раствора.

**Задание:** Составьте уравнение протекающей реакции методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

***Опыт 2.* Окислительные свойства перманганат-ионов**

*а) окисление сульфит-ионов перманганат-ионами  
в кислой среде*

К 3–4 каплям раствора перманганата калия добавьте 3–4 капли разбавленного раствора серной кислоты и несколько капель раствора сульфита натрия до исчезновения окраски перманганата. Реакция протекает по схеме

KMnO4 + Na2SO3 + H2SO4 → MnSO4 + Na2SO4 + K2SO4 + H2O

**Задание:** К данной схеме реакции подберите коэффициенты методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

*б) окисление сульфит-ионов перманганат-ионами  
в ней­т­раль­ной среде*

К 3–4 каплям раствора перманганата калия добавьте несколько капель раствора нитрита натрия до образования осадка оксида марганца (IV)

KMnO4 + Na2SO3 + H2O → MnO2↓ + Na2SO4 + KOH

**Задание:** Подберите коэффициенты к данной схеме реакции методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

*в) окисление сульфит-ионов перманганат-ионами  
в щелочной среде*

К 3–4 каплям раствора перманганата калия добавьте 6–8 капель раствора гидроксида калия и несколько капель раствора нитрита натрия до перехода фиолетовой окраски перманганат-ионов в зеленую окраску манганат-ионов

KMnO4 + Na2SO3 + KOH → K2MnO4 + Na2SO4 + H2O

Манганат-ионы в водном растворе неустойчивы и спустя некоторое время зеленый раствор манганата калия буреет. Протекает реакция диспропорционирования

K2MnO4 + H2O → KMnO4 + MnO2↓ + KOH

**Задание:** К данным схемам реакций подберите коэффициенты методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

***Опыт 3.* Окисление иодид-ионов перманганат-ионами  
в кислой среде**

К 5–6 каплям раствора иодида калия добавьте 5–6 капель разбавленного раствора серной кислоты и 2–3 капли раствора перманганата калия до исчезновения фиолетовой окраски перманганата и появления желтой окраски иода. Реакция протекает по схеме

KI + KMnO4 + H2SO4 → I2 + MnSO4 + K2SO4 + H2O

**Задание:** К данной схеме реакции подберите коэффициенты методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

***Опыт 4.* Окислительные свойства дихромат-ионов**

*а) окисление нитрит-ионов*

К 2–3 каплям раствора дихромата калия добавьте 3–4 капли разбавленного раствора серной кислоты и 4–5 капель раствора нитрита натрия. Смесь осторожно нагрейте до перехода оранжевой окраски дихромат-ионов в изумрудно-зеленую ок­раску ионов Cr3+:

K2Cr2O7 + NaNO2 + H2SO4 → Cr2(SO4)3 + NaNO3 + K2SO4 + H2O

**Задание:** Подберите коэффициенты к данной схеме реакции методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

*б) окисление сульфит-ионов*

К 2–3 каплям раствора дихромата калия добавьте 3–4 капли разбавленного раствора серной кислоты и несколько капель раствора сульфита натрия до перехода оранжевой окраски дихромат-ионов в изумрудно-зеленую окраску ионов Cr3+

K2Cr2O7 + Na2SO3 + H2SO4 → Na2SO4 + Cr2(SO4)3 + K2SO4 + H2O

**Задание:** Подберите коэффициенты к данной схеме реакции методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

***Опыт 5.* Окислительно-восстановительные свойства  
пероксида водорода**

*а) окисление ионов Mn2+ пероксидом водорода*

К 3–4 каплям раствора сульфата марганца (II) добавьте 3–4 капли раствора гидроксида натрия и 3–4 капли раствора пероксида водорода. В результате взаимодействия выделяется осадок оксида марганца (IV)

MnSO4 + H2O2 + NaOH → Na2SO4 + MnO2↓ + H2O

**Задание:** Подберите коэффициенты к данной схеме реакции методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

*б) восстановление перманганат-ионов пероксидом  
водорода*

К 3–4 каплям раствора перманганата калия добавьте 3–4 капли разбавленного раствора серной кислоты и несколько капель раствора пероксида водорода до исчезновения окраски перманганата. Реакция протекает по схеме

KMnO4 + H2O2 + H2SO4 → MnSO4 + K2SO4 + О2↑ + H2O

**Задание:** К данной схеме реакции подберите коэффициенты методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

**УПРАЖНЕНИЯ**

Подберите коэффициенты методом электронного баланса. Укажите процессы окисления и восстановления, восстановитель и окислитель. Вычислите молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя.

1. FeSO4 + H2O2 + KOH → Fe(OH)3 + K2SO4
2. Al + NaNO3 + NaOH→ Na3[Al(OH)6] + NH3
3. Mg + HNO3 → Mg(NO3)2 + NH4NO3
4. K2Cr2O7 + H2S + H2SO4 → Cr2(SO4)3 + S + K2SO4
5. MnSO4 + PbO2 + HNO3 → HMnO4 + PbSO4 + Pb(NO3)2
6. Cl2 + KOH → KCl + KClO3
7. ZnS + HNO3 → Zn(NO3)2 + H2SO4 + NO
8. Cu2S + HNO3 → Cu(NO3)2 + H2SO4 + NO
9. K4[Fe(CN)6] + KMnO4 + H2SO4 → K3[Fe(CN)6] + MnSO4 + K2SO4
10. SnCl2 + H[AuCl4] → SnCl4 + Au + HCl

Лабораторная работа №7

**КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**

**Реактивы и принадлежности**:

|  |  |
| --- | --- |
| * соляная кислота, 1н. р-р; * нитрат серебра (I), 1н. р-р; * сульфат меди (II), 1н. р-р; * хлорид железа (III), 1н. р-р; * тиоцианат калия, 1н. р-р; * нитрат висмута (III), 1н. р-р; * иодид калия, 1н. р-р; * хлорид кобальта (II), 1н. р-р; | * хлорид меди (II), 1н. р-р; * сульфат никеля (II), 1н. р-р; * гексацианоферрат (II) калия, 1н. р-р; * соляная кислота, конц. р-р; * гидроксид аммония, конц. р-р; * тиоцианат калия, кристаллич; * дистиллированная вода. * штатив с маленькими пробирками. |

**Опыт 1*. Соединения с комплексным катионом***

*а) образование комплексного катиона серебра (I)*

В пробирку поместите 3-4 капли раствора нитрата серебра (I) AgNO3 и 3-4 капли раствора соляной кислоты. К выпавшему белому осадку хлорида серебра (I) по каплям добавьте концентрированный раствор гидроксида аммония NH4OH, содержимое пробирку перемешайте. Образуется растворимая комплексная соль – хлорид диамминсеребра (I).

**Задание:** Напишите в молекулярном и ионном виде уравнения реакций образования:

1. хлорида серебра (I);
2. комплексной соли серебра (I).

*б) образование комплексного катиона меди (II)*

В пробирку поместите 3-4 капли раствора сульфата меди (II) CuSO4 и по каплям добавьте концентрированный раствор гидроксида аммония. Ярко-синий цвет полученного раствора указывает на образования комплексного катиона меди (II) – [Cu(NH3)4]2+.

**Задание:** Напишите в молекулярном и ионном виде уравнения реакции образования сульфата тетраамминмеди (II).

**Опыт 2*. Соединения с комплексным анионом***

*а) образование комплексного аниона железа (III)*

К 2-3 каплям раствора хлорида железа (III) FeCl3 добавьте 2-3 капли раствора тиоцианата калия KSCN. Интенсивное кроваво-красное окрашивание принадлежит тиоцианатным комплексам железа (III) – [Fe(SCN)6]3- .

**Задание:** Напишите в молекулярном и ионном виде уравнения реакции образования гексатиоцианатоферрата (III) калия.

*б) образование комплексного аниона висмута (III)*

К 3-4 каплям раствора нитрата висмута (III) Bi(NO3)3 добавьте 2-3 капли раствора иодида калия KI до выпадения черного осадка иодида висмута (III). Затем в эту пробирку добавьте избыток раствора иодида калия до полного растворения осадка. Обратите внимание на цвет полученного комплексного аниона висмута (III) – [BiI4]¯.

**Задание:** Напишите в молекулярном и ионном виде уравнения реакции образования тетраиодовисмутата (III) калия.

*в) образование комплексных анионов кобальта (II) и меди (II)*

В одну пробирку поместите 3-4 капли раствора хлорида кобальта (II), а в другую – 3-4 капли раствора хлорида меди (II). В каждую пробирку прилейте по каплям концентрированную соляную кислоту до изменения окраски. В первой пробирке наблюдается синее окрашивание комплексного аниона кобальта (II) – [CoCl4]2- , во второй пробирке – зеленое окрашивание комплексного аниона меди (II) – [CuCl4]2-.

**Задание:** Напишите в молекулярном и ионном виде уравнения реакций:

1. образования тетрахлорокобальтата (II) водорода;
2. образования тетрахлорокупрата (II) водорода.

**Опыт 3*. Соединение с комплексными катионом и анионом***

В пробирку с 2 каплями раствора сульфата никеля (II) NiSO4 добавьте 8 капель концентрированного раствора гидроксида аммония. Образуется комплексный катион никеля (II) – [Ni(NH3)6]2+*.*

Разбавьте полученный раствор равным объемом дистиллированной воды и добавьте 2 капли раствора гексацианофер- рата (II) калия K4[Fe(CN)6]*.* Содержимое пробирки перемешайте. Из раствора постепенно выделяются бледно-лиловые игольчатые кристаллы гексацианоферрата (II) гексаамминникеля (II).

**Задание:** Напишите в молекулярном и ионном виде уравнения реакций:

1. образования сульфата гексаамминникеля (II).
2. взаимодействия раствора сульфата гексаамминникеля (II) с раствором гексацианоферрата (II) калия.

**Опыт 4. *Устойчивость комплексных ионов***

*а) константа устойчивости комплексных ионов*

В пробирку поместите 3-4 капли раствора хлорида кобальта (II) и добавьте немного кристаллического тиоцианата калия до образования, окрашенного в синий цвет комплексного аниона кобальта (II) – [Co(SCN)4]2-.

К полученному раствору по каплям прилейте концентрированный раствор гидроксида аммония до появления грязно-желтой окраски комплексного катиона кобальта (II) – [Co(NH3)6]2+.

**Задание:**

1. Напишите в молекулярном и ионном виде уравнения реакций образования и разрушения тетратиоцианатокобальтата (II) калия;
2. Объясните результат опыта, сравнив значения констант устойчивости:

*Куст([Co(SCN)4]2-) =1∙103; Куст([Co(NH3)6]2+) =7,7∙104.*

*б) влияние концентрации на комплексообразование*

К 3-4 каплям раствора хлорида кобальта (II) добавьте немного кристаллического тиоцианата калия до образования, окрашенного в синий цвет комплексного аниона кобальта (II) – [Co(SCN)4]2-. Полученный раствор разбавьте водой до появления розовой окраски, характерной для аквакомплекса кобальта (II) – [Co(H2O)6]2+.

**Задание:** Напишите в молекулярном и ионном виде уравнения реакции образования аквакомплекса тиоцианата гексааквакобальтата (II).

**УПРАЖНЕНИЯ**

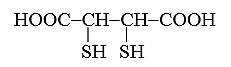
1. Укажите комплексообразователь, его степень окисления, лиганды, координационное число, внутреннюю и внешнюю сферы комплекса, напишите схему диссоциации следующих комплексных солей:

|  |  |
| --- | --- |
| а) гексахлороплатинат (IV) калия; | в) хлорид тетраамминцинка; |
| б) тетраиодомеркурат (II) кальция; | г) сульфат тетрааквамеди (II). |

1. Дайте название комплексному соединению и составьте выражения констант устойчивости:

|  |  |
| --- | --- |
| а) K4[Fe(CN)6]; | в) K[AuCl4]; |
| б) [Fe(H2O)6]SO4; | г) [Ni(NH3)6](NO3)2. |

1. Координационное число Pt4+ равно 6. Напишите формулы возможных комплексов, образованных этим ионом в качестве комплексообразователя, молекулами NH3 и ионами Cl¯ в качестве лигандов. Назовите эти соединения.
2. Для удаления токсичных элементов из организма человека используют препарат *сукцимер*:



Определите число донорных атомов в молекуле этого вещества.

1. Укажите тип гибридизации орбиталей комплексообразователя и геометрическую конфигурацию внутренней координационной сферы:

|  |
| --- |
| а) дицианоаргентата (I) калия; |
| б) тетрабромоплюмбата (II) натрия; |
| в) гексабромовисмутата (III) цезия;  г) фторид диамминмеди (I); |
| д) сульфата тетрааквацинка. |

1. К 200 мл 1М раствора иодида калия прибавили 200 мл 0,01М раствора иодида кадмия. Вычислите концентрацию комплексного аниона [CdI4]2- в полученном растворе.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глинка Н. Л. Общая химия: [учебное пособие для студентов нехимических специальностей вузов] / Н.Л. Глинка. – 30-е изд., переизд. – Москва: КноРус, 2009. – 746 с.
2. Гельфман М. И. Неорганическая химия [электронный ресурс]: учеб. пособие / М. И. Гельфман, В. П. Юстратов. – Изд. 2-е, стер. – Москва: Лань, 2009. – 528 с.

<URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_cid=25&pl1\_id=4032>

1. Хомченко Г. П., Цитович И. К. Неорганическая химия. – М.: Гранит, 2009.
2. Егоров В. В. Неорганическая химия (биогенные и абиогенные элементы) [Электронный ресурс]. – М.: Лань, 2009.

<URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_cid=25&pl1\_id=4025>.

1. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 2009.
2. Емельянов Д. Е., Ткаченко С. В. Конспект лекций по теме: «Строение атома. Периодический закон и периодическая система. Химическая связь». – Воронеж: ВГАУ, 2009.
3. Емельянов Д. Е., Ткаченко С. В. Конспект лекций по теме: «Энергетика химических реакций. Химическая кинетика». – Воронеж: ВГАУ, 2009.
4. Емельянов Д. Е., Ткаченко С. В. Конспект лекций по теме: «Растворы». – Воронеж: ВГАУ, 2010.
5. Емельянов Д. Е., Ткаченко С. В. Конспект лекций по теме: «Окислительно-восстановительные реакции. Электродные процессы. Коррозия металлов». – Воронеж: ВГАУ, 2012.

# ТЕСТЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Тест 1. Стехиометрические законы химии

1. Сколько структурных единиц содержится в 0,558 г железа?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 6,02∙1023; | в) 3,01∙1023; |
| б) 6,02∙1021; | г) 1023. |

2. Какой объем занимают 6,02∙1022 молекул кислорода при н.у.?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 22,4 л; | в) 11,2 л; |
| б) 44,8 л; | г) 2,24 л. |

3. Вычислите массу соли СаНРО4, образующейся из 46 г ортофосфорной кислоты при взаимодействии c гидроксидом кальция.

*Ответы*:

|  |  |
| --- | --- |
| а) 136,5 г; | в) 34 г; |
| б) 136 г; | г) 63,8 г. |

4. Сколько атомов натрия содержится в 45 г Na2CO3?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 5,11∙1023; | в) 1,08∙1023; |
| б) 6,02∙1023; | г) 3,01∙1023. |

5. Вычислите массу 0,5 моль газа, если его плотность по водороду равна 22.

*Ответы*:

|  |  |
| --- | --- |
| а) 44 г; | в) 11 г; |
| б) 22 г; | г) 12,2 г. |

6. Сколько моль гидроксида алюминия вступает в реакцию

с тремя моль ортофосфорной кислоты при образовании

гидроксофосфата алюминия?

*Ответы*:

|  |  |
| --- | --- |
| а) 2; | в) 1; |
| б) 3; | г) 6. |

7. Вычислите количество молей 85 г газа, если при н.у. его плотность по водороду равна 17.

*Ответы*:

|  |  |
| --- | --- |
| а) 2,5; | в) 5; |
| б) 17; | г) 22,4. |

8.Какой объем занимают 3 моль азота при давлении 101,3∙103Па и температуре 223K (R = 8,31 Дж∙моль-1∙К-1)?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 0,5488 м3; | в) 5,488 м3; |
| б) 0,05488 м3; | г) 54,88 м3. |

9. Сколько литров сероводорода (н.у.) можно получить из двух молей сульфида калия при его взаимодействии с серной кислотой?

*Ответы*:

|  |  |
| --- | --- |
| а) 22,4; | в) 67,2; |
| б) 2,24; | г) 44,8. |

10. Сколько молекул водорода содержится в 100 л этого газа при н.у.?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 6,02∙1025; | в) 3,01∙1023; |
| б) 26,87∙1023; | г) 9,06∙1023. |

11. Какой объем занимают 3,01∙1023молекул СО при н.у.?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 1,12 л; | в) 11,2 л; |
| б) 44,8 л; | г) 2,24 л. |

12. Какая масса кислорода, необходима для окисления 8 г алюминия до оксида?

*Ответы*:

|  |  |
| --- | --- |
| а) 9,67 г; | в) 7,11 г; |
| б) 3,25 г; | г) 6,82 г. |

13. Сколько моль углерода содержится в 180 г уксусной кислоты?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 2; | в) 10; |
| б) 12; | г) 6. |

14. Вычислите массу 5 моль газа, если его плотность по водороду равна 15.

*Ответы*:

|  |  |
| --- | --- |
| а) 120 г; | в) 88 г; |
| б) 150 г; | г) 75 г. |

15. Какая масса серной кислоты полностью нейтрализует 198,8 г гидроксида цинка до образования средней соли?

*Ответы*:

|  |  |
| --- | --- |
| а) 98 г; | в) 196,8 г; |
| б) 164 г; | г) 19,68 г. |

16. Какое давление в сосуде объемом 1 м3 создают 37,75 моль газа при температуре 323K (R = 8,31 Дж∙моль-1∙К-1)?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 10,13 кПа; | в) 105 кПа; |
| б) 101,3 кПа; | г) 202,6 кПа. |

17. Сколько молекул кислорода содержится в сосуде объемом 1 л при н.у.?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 0,269∙1023; | в) 6,02∙1023; |
| б) 3,5∙1022; | г) 1,12∙1021. |

18. Сколько литров водорода (н.у.) можно получить из пяти молей соляной кислоты при ее взаимодействии с цинком?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 56; | в) 67,2; |
| б) 2,24; | г) 2,5. |

19. Вычислите молярную массу газа, если при н.у. 80 г его занимают 88,7 л.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 80 г/моль; | в) 160 г/моль; |
| б) 96 г/моль; | г) 20,2 г/моль. |

20. Сколько атомов натрия содержится в 7,1 г сульфата натрия?

*Ответы*:

|  |  |
| --- | --- |
| а) 3,01∙1022; | в) 1,2∙1023; |
| б) 3,01∙1023; | г) 6,02∙1022. |

21. Какой объем аммиака (н.у.) можно получить из 4 моль азота при его взаимодействии с водородом?

*Ответы*:

|  |  |
| --- | --- |
| а) 22,4 л; | в) 67,2 л; |
| б) 179,2 л; | г) 44,8 л. |

22. Сколько атомов железа содержится в 116 г железной окалины (Fe3O4)?

*Ответы*:

|  |  |
| --- | --- |
| а) 6,02∙1023; | в) 9,05∙1023; |
| б) 3,01∙1023; | г) 18,06∙1023. |

23. Определите массу 8 л аммиака при н.у.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 56,67 г; | в) 6,43 г; |
| б) 136 г; | г) 179,2 г. |

24. Какой объем СО (н.у.) необходим для восстановления 55,8 г железа из оксида FeO?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 22,4 л; | в) 67,2 л; |
| б) 2,24 л; | г) 2,5 л. |

25. Какой объем занимают 16 г кислорода при н.у.?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 1,14 л; | в) 2,28 л; |
| б) 22,4 л; | г) 11,2 л. |

26. Сколько молекул углекислого газа содержится в сосуде объемом 0,75 л при н.у.?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 3,35∙1021; | в) 3,01∙1021; |
| б) 2,01∙1022; | г) 7,5∙1022. |

27. Какой объем при н.у. займет углекислый газ, полученный сжиганием 0,5 моль метана?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 22,4 л; | в) 67,2 л; |
| б) 5,60 л; | г) 11,2 л. |

28.Какое количество газа содержится в сосуде объемом 1 м3 при давлении 101,3∙103Па и температуре 323K?

(R = 8,31 Дж∙моль-1∙К-1)

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 30 моль; | в) 9 моль; |
| б) 37,7 моль; | г) 75,5 моль. |

29. Вычислить объем, который займет одна тонна аргона при н.у.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 6,7∙103л; | в) 1,4∙105л; |
| б) 5,6∙105л; | г) 7∙104л. |

30. Какой объем кислорода (н.у.) потребуется для сжигания 10 г водорода?

*Ответы*:

|  |  |
| --- | --- |
| а) 44,8 л; | в) 56 л; |
| б) 22,4 л; | г) 25,5 л. |

31. Сколько моль атомов кислорода содержится в 49 г серной кислоты?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 6; | в) 4; |
| б) 3; | г) 2. |

32. Определите массу газа, занимающего 22,4 л при н.у., если его плотность по водороду 14.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 22,4 г; | в) 28 г; |
| б) 14 г; | г) 7,5 г. |

33. Какой объем кислорода (н.у.) необходим для получения 50 г оксида из 30 г металла?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 22 л; | в) 7,2 л; |
| б) 14 л; | г) 25 л. |

34. Какой объем займут при н.у. 5,5 г газа, если его плотность по воздуху 1,52 ( Мвозд. = 29 г/моль)?

*Ответы*:

|  |  |
| --- | --- |
| а) 3 л; | в) 7 л; |
| б) 2,8 л; | г) 9 л. |

35. Сколько молекул I2 содержится в 50,8 г иода?

*Ответы*:

|  |  |
| --- | --- |
| а) 1,204∙1023; | в) 4,816 ∙1023; |
| б) 6,02∙1023; | г) 2,408∙1023. |

36. Какую массу фосфора надо сжечь для получения 7,1 г оксида P2O5?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 12,4 г; | в) 31 г; |
| б) 6,2 г; | г) 3,1 г. |

37. Определите массу 0,018 м3 хлора, находящегося под давлением 202,6∙103Па и при температуре 293K (R = 8,31 Дж∙моль‑1∙К-1; М(Cl2)=71 г/моль).

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 11,82 г; | в) 59,1 г; |
| б) 106,5 г; | г) 236 г. |

38. Сколько атомов фосфора содержится в тетрафосфоре Р4 массой 155 г?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 6,25∙1023; | в) 30,1∙1023; |
| б) 8,39∙1023; | г) 7,53∙1023. |

39. Какой объем водорода выделится при н.у., если 10,8 г алюминия полностью растворить в соляной кислоте?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 13,44 л; | в) 11,2 л; |
| б) 22,4 л; | г) 67,2 л. |

40. Сколько моль атомов бора содержится в тетраборате натрия Na2B4O7 массой 40,4 г?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 0,4; | в) 8; |
| б) 4; | г) 0,8. |

41. Какова масса азота, содержащегося в сосуде объемом 33,6 л при н.у.?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 28 г; | в) 42 г; |
| б) 14,3 г; | г) 48 г. |

42.Какие массы металлического натрия и молекулярного брома потребуются для получения 5,15 г бромида натрия?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 1,15 г Na и 4 г Br2; | в) 4 г Na и 1,15 г Br2; |
| б) 2 г Na и 3,15 г Br2; | г) 3 г Na и 2,15 г Br2. |

43. Какая масса серы содержится в 24 г пирита FeS2?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 8 г; | в) 6,4 г; |
| б) 5,6 г; | г) 12,8 г. |

44. Плотность иодоводорода по воздуху равна 4,41. Определите плотность этого газа по водороду (Мвозд=29 г/моль).

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 64; | в) 32; |
| б) 128; | г) 16. |

45. Какая масса сульфата бария образуется при взаимодействии 62,4 г хлорида бария с серной кислотой?

*Ответы:*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а) 208 г; | б) 70 г; | в) 57 г; | г) 233 г. |

Тест 2. Классы неорганических соединений

1. Какая соль образуется при взаимодействии двух молекул гидроксида натрия с одной молекулой ортофосфорной кислоты? Напишите уравнение реакции и структурную формулу соли.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) гидрофосфат натрия; | в) фосфат натрия; |
| б) дигидрофосфат натрия; | г) фосфат гидроксонатрия. |

2. Выведите формулу ангидрида хлорной кислоты (НСlО4)

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) Cl2O; | в) Cl2O7; |
| б) Cl2O5; | г) Cl2O3. |

3. С какими из перечисленных в ответах веществ реагирует двуокись углерода? Напишите уравнения реакций.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) гидроксид аммония; | в) вода; |
| б) соляная кислота; | г) аммиак. |

4. Определите степень окисления хрома в соединениях: Cr2O3, CrO3, K2Cr2O7, Cr(OH)3.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) +3, +2, +6, +3; | в) +2, +6, +7, +3; |
| б) +3, +7, +6, +2; | г) +2, +6, +6, +2. |

5. С какими из перечисленных в ответах веществ реагирует гидроксид натрия? Напишите уравнения реакций.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) серная кислота; | в) оксид кальция; |
| б) гидроксид цинка; | г) вода. |

6. Какая формула соответствует гидрофосфату кальция? Изобразите структурную формулу соли.

*Ответы:*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а) Ca3(PO4)2; | б) CaHPO4; | в) Ca(H2PO4)2; | г) (CaОH)3PO4. |

7. Какое вещество образуется при взаимодействии оксида алюминия с гидроксидом натрия? Напишите уравнение реакции.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) Al(OH)3; | в) NaAlO2; |
| б) Na3AlO3; | г) Al(OH)4. |

8. Что характеризует основную соль? Напишите формулу карбоната гидроксомагния.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) наличие незамещенных ионов водорода; | в) отсутствие незамещенных ионов водорода и гидроксила; |
| б) наличие незамещенных ионов гидроксила; | г) наличие незамещенных катионов металлов. |

9. Выведите формулу ангидрида азотной кислоты.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) N2O5; | в) NO2; |
| б) N2O3; | г) NO. |

10. Как называются соли сероводородной кислоты?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) сульфаты; | в) сульфиты; |
| б) сульфиды; | г) тиосульфаты. |

11. С какими из перечисленных в ответах веществ реагирует вода? Напишите уравнения реакций.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) оксид марганца (IV); | в) аммиак; |
| б) оксид фосфора (V); | г) оксид алюминия. |

12. К какому типу оксидов относится оксид алюминия? Напишите уравнения реакций, подтверждающие его свойства.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) основный; | в) амфотерный; |
| б) кислотный; | г) несолеобразующий. |

13. Какая соль образуется при взаимодействии одной молекулы гидроксида калия с одной молекулой ортофосфорной кислоты? Напишите уравнение реакции и структурную формулу соли.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) фосфат калия; | в) дигидрофосфат калия; |
| б) гидрофосфат калия; | г) карбонат калия. |

14. Определите степень окисления серы в соединениях: сульфид натрия, сульфит натрия, сульфат натрия.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) +4, +6, –2; | в) –2, +4, +6; |
| б) +6, +4, –2; | г) 0, +3, +6. |

15. С какими из перечисленных веществ реагирует гидроксид алюминия? Напишите уравнения реакций.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) вода; | в) гидроксид натрия; |
| б) соляная кислота; | г) аммиак. |

16. Составьте основную соль меди и угольной кислоты. Изобразите ее структурную формулу.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) Cu(HCO3)2; | в) CuCO3; |
| б) (CuOH)2CO3; | г) CuOHCO3. |

17. С какими из перечисленных в ответах веществ реагирует аммиак? Напишите уравнения реакций.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) серная кислота; | в) вода; |
| б) оксид кальция; | г) бром. |

18. Выведите формулу ангидрида метафосфорной кислоты. Чему равна степень окисления фосфора в этом соединении?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) +3; | в) +5; |
| б) –3; | г) +7. |

19.Какая соль образуется при взаимодействии двух молекул гидроксида кальция с одной молекулой серной кислоты?

Напишите уравнение реакции и структурную формулу соли.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) средняя; | в) основная; |
| б) кислая; | г) комплексная. |

20. С какими из перечисленных в ответах веществ реагирует железо? Напишите уравнения реакций.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) гидроксид натрия; | в) вода; |
| б) соляная кислота; | г) сульфат меди. |

21. Определите степень окисления селена в соединениях: H2Se, SeO2, Na2SeO4, SeO3.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) +2, +4, +6, +3; | в) –2; +6, +4, +6; |
| б) –2, +4, +4, +6; | г) –2, +4, +6, +6. |

22. Как называются соли сернистой кислоты? Приведите пример и напишите структурную формулу соли.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) сульфаты; | в) сульфиты; |
| б) сульфиды; | г) тиосульфаты. |

23. С какими из перечисленных в ответах веществ реагирует оксид цинка? Напишите уравнения реакций.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) серная кислота; | в) вода; |
| б) гидроксид кальция; | г) аммиак. |

24. Чему равна степень окисления азота в азотистой кислоте?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) +3; | в) +5; |
| б) +4; | г) +2. |

25. Какая формула соответствует ангидриду хлорноватистой кислоты? Напишите его структурную формулу.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) Cl2O7; б) Cl2O3; | в) Cl2O; г) Cl2O5. |

26. Какая соль образуется при взаимодействии одной молекулы гидроксида калия с одной молекулой угольной кислоты? Напишите уравнение реакции и структурную формулу соли.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) средняя; | в) основная; |
| б) кислая; | г) комплексная. |

27. Какая кислота образуется при взаимодействии двух молекул воды с одной молекулой оксида фосфора (V)? Напишите уравнение реакции и структурную формулу кислоты.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) метафосфорная; | в) ортофосфорная; |
| б) пирофосфорная; | г) ортоборная. |

28. К какому типу оксидов относится оксид цинка? Напишите уравнения реакций, подтверждающие его свойства.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) основный; | в) амфотерный; |
| б) кислотный; | г) несолеобразующий. |

29. Какая соль образуется при взаимодействии одной молекулы гидроксида лития с одной молекулой серной кислоты? Напишите уравнение реакции и структурную формулу соли.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) средняя ; | в) основная; |
| б) кислая; | г) комплексная. |

30. Выведите формулу ангидрида марганцевой кислоты и напишите структурную формулу кислоты.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) MnO2; б) MnO3; | в) Mn2O7; г) MnO. |

31. Сколько молекул серной кислоты необходимо для взаимодействия с двумя молекулами гидроксида меди при образовании основной соли? Напишите уравнение реакции и структурную формулу соли.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 1; | в) 3; |
| б) 2; | г) 4. |

32. С какими из перечисленных веществ вступает в реакцию оксид серы (IV)? Напишите уравнения реакций.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) углекислый газ; | в) азотная кислота; |
| б) вода; | г) кислород. |

33. Определите степень окисления хлора в соединениях: Cl2O, HClO4, HCl, Cl2O3.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) +1, +3, +5, +7; | в) –1, +7, +1, +3; |
| б) +1, +7, –1, +3; | г) –1, +7, +3, +5. |

34. Сколько молекул азотной кислоты необходимо для взаимодействия с одной молекулой гидроксида магния при образовании основной соли? Напишите уравнение реакции и структурную формулу соли.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 1; | в) 3; |
| б) 2; | г) 4. |

35. Выведите формулу ангидрида азотной кислоты. Напишите структурные формулы азотной кислоты и ее ангидрида.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) N2O; | в) NO; |
| б) N2O5; | г) N2O3. |

36. Какая соль образуется при взаимодействии двух молекул гидроксида магния с одной молекулой серной кислоты?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) средняя; | в) основная; |
| б) кислая; | г) комплексная. |

37. Какая соль образуется при взаимодействии одной молекулы гидроксида бария с двумя молекулами серной кислоты? Напишите уравнение реакции и структурную формулу соли.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) средняя; | в) основная; |
| б) кислая; | г) комплексная. |

38. Выведите формулу ангидрида сернистой кислоты. Чему равна степень окисления серы в этом соединении?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) +6; | в) +2; |
| б) +4; | г) –2. |

39. С какими из перечисленных в ответах веществ будет реагировать разбавленная серная кислота? Напишите уравнения реакций.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) медь; | в) цинк; |
| б) оксид алюминия; | г) кислород. |

40. Сколько молекул фосфорной кислоты необходимо для взаимодействия с двумя молекулами гидроксида алюминия при образовании гидрофосфата алюминия? Напишите уравнение реакции.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 1; | в) 3; |
| б) 2; | г) 4. |

41. С какими из перечисленных в ответах веществ будет реагировать оксид кальция? Напишите уравнения реакций.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) вода; | в) гидроксид натрия; |
| б) оксид кремния (IV); | г) оксид меди (II). |

42. Как называются соли серной кислоты? Приведите пример соли и ее структурную формулу.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) сульфиды; | в) сульфаты; |
| б) сульфиты; | г) тиосульфаты. |

43. Какая соль образуется при взаимодействии одной молекулы гидроксида калия с одной молекулой кремневой кислоты? Напишите уравнение реакции и структурную формулу соли.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) средняя; | в) основная; |
| б) кислая; | г) комплексная. |

44. Как называются соли азотистой кислоты? Приведите пример соли.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) нитраты; | в) нитриды; |
| б) нитриты; | г) карбонаты. |

45. С какими из перечисленных в ответах веществ будет реагировать гидроксид кальция? Напишите уравнения реакций.

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) вода; | в) железо; |
| б) оксид углерода (IV); | г) соляная кислота. |

# ТЕСТЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Какая химическая формула соответствует оксиду калия?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) HNO3; | в) K2O; |
| б) CaO; | г) KOH. |

2. Приведите название вещества, химическая формула которого, AlCl3:

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) карбонат натрия; | в) хлорид алюминия; |
| б) сульфат кальция; | г) оксид алюминия. |

3. Какое из приведенных веществ является щелочью?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) K2O; | в) CaSO4; |
| б) HNO3; | г) NaOH. |

4. Какая химическая формула соответствует серной кислоте?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) HNO3; | в) H2SO4; |
| б) H2SO3; | г) HCl. |

5. Какой из приведенных оксидов является основным?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) CO2; | в) Na2O; |
| б) SO3; | г) P2O5. |

6. Какое из приведенных веществ относится к простым?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) CO2; | в) HCl; |
| б) O2; | г) KNO3. |

7. Какое из приведенных веществ относится к сложным?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) N2; | в) Al; |
| б) O2; | г) KNO3. |

8. Назовите данное соединение SO3?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) оксид серы; | в) сера; |
| б) серная кислота; | г) гидроксид натрия. |

9. Какая кислота является нестойкой и легко разлагается с выделением углекислого газа?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) HCl; | в) H2CO3; |
| б) H2SO4; | г) HNO3. |

10. Какая формула соответствует оксиду кальция?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) K2O; | в) K2O3; |
| б) Ca2O; | г) CaO. |

11. Какие ионы образуются при диссоциации оксида алюминия?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) Al3+ и 3OH-; | в) H+ и Al3+; |
| б) 2Al3+ и 3O2–; | г) оксиды не диссоциируют. |

12. Какое соединение образуется при взаимодействии оксида серы (+6) с водой?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) HCl; | в) NaOH; |
| б) H2SO4; | г) Na2SO4. |

13. Какая формула соответствует углекислому газу?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) HCl; | в) NaOH; |
| б) K3PO4; | г) CO2. |

14. Какая соль образуется при взаимодействии оксида калия с углекислым газом (оксидом углерода (+4))?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) KCl; | в) K2SO4; |
| б) K2CO3; | г) K3PO4. |

15. Какие оксиды образуются при термическом разложении гидроксида магния?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) K2O и CO2; | в) CaO и SO3; |
| б) MgO и H2O; | г) MgO и CO2. |

16. Какие продукты образуются при взаимодействии оксида кальция и хлороводородной (соляной) кислоты?

Ответы:

|  |  |
| --- | --- |
| а) CaCO3↓; | в) K2SO4 иH2↑; |
| б) KClO4 и H2O; | г) CaCl2 и H2O. |

17. Какая из приведенных кислот относится к сильным электролитам?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) HCl; | в) CH3COOH; |
| б) H2CO3; | г) H2SiO3. |

18. Какие ионы образуется при диссоциации серной кислоты?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) H+ и SO42–; | в) Na+ и OH-; |
| б) 2H+ и SO42–; | г) H+ и NO3– |

19. Что такое диссоциация?

*Ответы:*

а) процесс взаимодействия кислоты с основанием;

б) процесс распада вещества на ионы;

в) процесс ускорения химической реакции;

г) процесс образования комплексного иона.

20. Какие вещества называются оксидами?

*Ответы:*

а) простые вещества неметаллы;

б) сложные вещества, состоящие из 2-х элементов, один из которых кислород;

в) сложные вещества, состоящие из катионов водорода и анионов кислотных остатков;

г) простые вещества металлы.

21. Как называется кислота HNO3?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) соляная; | в) азотистая; |
| б) азотная; | г) серная. |

22. Какие соли образует серная кислота?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) хлориды; | в) сульфаты; |
| б) сульфиды; | г) сульфиты. |

23. Какой из приведенных оксидов является амфотерным?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) CO2; | в) Na2O; |
| б) H2O; | г) ZnO. |

24. Какое из приведенных оснований является щелочью?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) Al(OH)3; | в) Zn(OH)2; |
| б) Mg(OH)2; | г) NaOH. |

25. Какое соединение образуется при взаимодействии оксида натрия с водой?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) HCl; | в) NaOH; |
| б) H2SO4; | г) Na(OH)2. |

26. Какие ионы образуются при диссоциации хлорида натрия?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) Na+ и OH−; | в) К+ и Cl−; |
| б) Na+ иCl−; | г) 2Na+ и SO42– . |

27. Какие продукты образуются при взаимодействии серной кислоты с оксидом натрия?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) Na2SO4 + H2O; | в) NaCl + H2O; |
| б) Na2CO3 + H2O; | г) Na[Al(OH)4]. |

28. Какую из приведенных солей относят к кислым?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) Na2SO4; | в) MgOHCl; |
| б) KHCO3; | г) Na[Al(OH)4]. |

29. Какую из приведенных солей относят к основным?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) Na2SO4; | в) MgOHCl; |
| б) KHCO3; | г) Na[Al(OH)4]. |

30. Какая формула соответствует гидроксиду кальция?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) K2O; | в) KOH; |
| б) Ca2O; | г) Ca(OH)2. |

31. Какая из немногих неорганических кислот является нерастворимой в воде?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) HCl; | в) H2SiO3; |
| б) H2SO4; | г) HNO3. |

32. Какое из приведенных оснований не относится к щелочам?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) NaOH; | в) Ba(OH)2; |
| б) Mg(OH)2; | г) KOH. |

33. При диссоциации какого соединения образуются катионы магния и сульфат-анионы?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) MnSO4; | в) Cu(NO3)2; |
| б) MgCl2; | г) MgSO4. |

34. Какие вещества вступают в реакцию нейтрализации?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) оксид и вода; | в) соль и щелочь; |
| б) оксид и кислота; | г) кислота и щелочь. |

35. Какая из приведенных солей не подвергается гидролизу?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) Cu(NO3)2; | в) K2SO4; |
| б) Na3PO4; | г) CH3COONH4. |

36. Какие ионы образуются при диссоциации гидроксида калия?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) H+ и OH−; | в) К+ и OH−; |
| б) Ca2+ и OH−; | г) H+ и SO42–. |

37. По какой формуле рассчитывается молярная концентрация растворов?

*Ответы:*

а) ; б) ;

в) .

38. Какой из приведенных оксидов является кислотным?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) CO2; | в) Na2O; |
| б) CaO; | г) Al2O3. |

39. Какие соли образует азотная кислота?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) хлориды; | в) сульфаты; |
| б) нитраты; | г) карбонаты. |

40. Какие соли образует соляная кислота?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) нитраты; | в) сульфаты; |
| б) хлориды; | г) фосфаты. |

41. Какую из приведенных солей относят к средним?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) Na2SO4; | в) MgOHCl; |
| б) KHCO3; | г) Na[Al(OH)4]. |

42. Какая из приведенных кислот образует соли – фосфаты?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) H3РO4; | в) HCl; |
| б) HNO3; | г) H2SO4. |

43. Что такое щелочи?

*Ответы:*

а) это нерастворимые основания;

б) это растворимые сильные основания;

в) это продукты взаимодействия простых веществ с кислородом;

г) это простые вещества.

44. Какие продукты образуются при взаимодействии соляной кислоты с гидроксидом бария?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) BaSO4 + H2O; | в) Ba(NO3)2 + H2O; |
| б) BaCl2 + H2O; | г) BaCl2 + H2↑. |

45. Какая из приведенных кислот образует соли – нитраты?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) HCl; | в) H2SiO3; |
| б) HNO3; | г) H2SO4. |

46. С каким металлом будет взаимодействовать разбавленная серная кислота?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) Mg; | в) Ag; |
| б) Cu; | г) Au. |

47. Какие соли образует сероводородная кислота?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) сульфаты; | в) сульфиды; |
| б) сульфиты; | г) хлориды. |

48. Что такое водородный показатель?

*Ответы:*

а) десятичный логарифм, взятый от концентрации катионов водорода в растворе;

б) отрицательный десятичный логарифм, взятый от концентрации катионов водорода в растворе;

в) отрицательный десятичный логарифм, взятый от концентрации гидроксид-анионов в растворе;

г) концентрация катионов водорода в растворе.

49. По какой формуле рассчитывается массовая доля растворенного вещества в растворе?

*Ответы:*

а) ; б) ;

в) .

50. Какое значение имеет водородный показатель в 0,1 н. растворе HCl?

Ответы:

|  |  |
| --- | --- |
| а) 0; | в) 7; |
| б) 1; | г) 11. |

51. Какое из приведенных веществ является сильным окислителем?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) H2O; | в) H2; |
| б) K2Cr2O7; | г) Mg. |

52. В какой среде индикатор метиловый оранжевый окрашивается в розово-красный цвет?

*Ответы:*

а) в кислой;

б) в нейтральной;

в) в щелочной.

53. Что такое гидролиз?

*Ответы:*

а) процесс взаимодействия кислоты с основанием;

б) процесс распада вещества на ионы;

в) процесс ускорения химической реакции;

г) процесс взаимодействия веществ с водой.

54. Какая среда в растворе, если *pH* =7?

*Ответы:*

а) кислая;

б) нейтральная;

в) щелочная.

55. Что такое буферные растворы?

*Ответы:*

а) это растворы, способные сохранять *pH* постоянным;

б) это растворы сильных электролитов;

в) это твердые растворы (сплавы металлов);

г) это растворы, резко меняющие *pH*.

56. Какие реакции называют окислительно-восстановитель-ными?

*Ответы:*

а) реакции, протекающие без изменения степени окисления;

б) реакции, протекающие с изменением степени окисления;

в) реакции, протекающие без изменения *pH*;

г) реакции, протекающие между кислотой и основанием.

57. Какое значение имеет водородный показатель в 0,1 н. растворе NaOH?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 0; | в) 11; |
| б) 1; | г) 13. |

58. Какая среда в растворе, если *pH* = 12?

*Ответы:*

а) кислая;

б) нейтральная;

в) щелочная.

59. В какой из приведенных солей протекает гидролиз по катиону (кислая среда *pH* < 7)?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) MgCl2; | в) KCl; |
| б) NaNO3; | г) Na2SO4. |

60. В какой среде индикатор фенолфталеин окрашивается в малиновый цвет?

*Ответы:*

а) в кислой;

б) в нейтральной;

в) в щелочной.

61. Как изменится *pH* ацетатного буферного раствора при разбавлении?

*Ответы:*

а) уменьшится;

б) увеличится;

в) не изменится.

62. Какая среда в растворе, если *pH* = 1?

*Ответы:*

а) кислая;

б) нейтральная;

в) щелочная.

63. Какое значение имеет водородный показатель в нейтральной среде?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 0; | в) 7; |
| б) 1; | г) 10. |

64. Какие ионы образуются при диссоциации нитрата магния?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) Mg2+ + SO42−; | в) Mg2+ + 2NO3¯; |
| б) Mg2+ + 2OH¯; | г) Mg2+ + 2NO2¯. |

65. Сколько электронов отдает восстановитель в реакции:

Cu + 4HNO3 (конц) → Сu(NO3)2 + 2NO2↑ + 2H2O?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 1ē; | в) 3ē; |
| б) 2ē; | г) 4ē. |

66. Какое из приведенных веществ относят к комплексным соединениям?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) H2O; | в) NaOH; |
| б) H2SO4; | г) K2[Zn(OH)4]. |

67. Сколько граммов хлорида калия надо взять, чтобы приготовить 100 г 3% раствора?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) 1 г; | в) 10 г; |
| б) 3 г; | г) 30 г. |

68. Какое из приведенных веществ является сильным восстановителем?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) Mg; | в) H2O; |
| б) H2SO4; | г) HNO3. |

69. Из каких веществ состоит ацетатная буферная смесь?

*Ответы:*

а) CH3COOH + CH3COONa;

б) HCl + KCl;

в) NH4OH + NH4Cl;

г) HNO3 + KNO3.

70. Какие вещества образуются при взаимодействии соляной кислоты с цинком?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) ZnCl2 и H2↑; | в) ZnCl2 и H2O; |
| б) ZnSO4 и H2O; | г) ZnSO4 и H2↑. |

71. Какие продукты образуются при взаимодействии азотной кислоты с гидроксидом натрия?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) Na2SO4 + H2O; | в) NaNO3 + H2O; |
| б) NaHCO3 + H2O; | г) Na[Al(OH)4] + H2↑. |

72. В какой из приведенных солей протекает гидролиз по аниону (щелочная среда *pH* > 7)?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) MgCl2; | в) KCl; |
| б) NaNO3; | г) Na2CO3. |

73. Как изменится *pH* ацетатного буферного раствора при добавлении небольшого количества соляной кислоты?

*Ответы:*

а) уменьшится;

б) увеличится;

в) не изменится.

74. Какие продукты образуются при взаимодействии серной кислоты с гидроксидом калия?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) K2SO4 + H2O; | в) KNO3 + H2O; |
| б) CaSO4 + H2O; | г) K2SO4 + H2↑. |

75. Какие соли образует угольная кислота?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) нитраты; | в) карбонаты; |
| б) хлориды; | г) фосфаты. |

76. Что такое окислители?

*Ответы:*

а) – это вещества, отдающие электроны;

б) – это вещества, принимающие электроны;

в) – это вещества, и отдающие и принимающие электроны;

г) – это вещества, взаимодействующие с кислотами.

77. Как изменится *pH* ацетатного буферного раствора при добавлении небольшого количества гидроксида натрия?

*Ответы:*

а) уменьшится;

б) увеличится;

в) не изменится.

78. Что такое восстановители?

*Ответы:*

а) – это вещества отдающие электроны;

б) – это вещества принимающие электроны;

в) – это вещества и отдающие и принимающие электроны.

79. Какие продукты образуются при взаимодействии азотной кислоты с гидроксидом кальция?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) CaSO4 + H2O; | в) Ca(NO3)2 + H2O; |
| б) CaCl2 + H2O; | г) Ca(NO3)2 + H2↑. |

80. Чему равно ионное произведение воды?

*Ответы:*

|  |  |
| --- | --- |
| а) KW = 10−1; | в) KW = 10−14; |
| б) KW = 10−10; | г) KW = 10−24. |

# 

# ПРИЛОЖЕНИЯ

**Таблица 1.** Названия кислот и их солей

| Формула  кислоты | Название кислоты | Кислотный  остаток | Название  соли |
| --- | --- | --- | --- |
| HF | фтороводородная  (плавиковая) | F− | фторид |
| HCl | хлороводородная  (соляная) | Cl− | хлорид |
| HBr | бромоводородная | Br− | бромид |
| HI | иодоводородная | I− | иодид |
| H2S | сероводородная | S2− | сульфид |
| HS− | гидросульфид |
| HCN | циановодородная  (синильная) | CN− | цианид |
| HSCN | тиоциановодородная  (родановая) | SCN− | тиоцианат  (роданид) |
| HNO3 | азотная | NO3− | нитрат |
| HNO2 | азотистая | NO2− | нитрит |
| H2SO4 | серная | SO42− | сульфат |
| НSO4− | гидросульфат |
| H2SO3 | сернистая | SO32− | сульфит |
| НSO3− | гидросульфит |
| H2S2O3 | тиосерная | S2O32− | тиосульфат |
| HPO3 | метафосфорная | PO3− | метафосфат |
| H3PO4 | ортофосфорная  (фосфорная) | PO43− | ортофосфат |
| НPO42− | гидроортофосфат |
| Н2PO4− | дигидроортофосфат |
| H4P2O7 | дифосфорная  (пирофосфорная) | P2O74− | дифосфат  (пирофосфат) |
| H2CO3 | угольная | СO32− | карбонат |
| НСO3− | гидрокарбонат |
| H2SiO3 | метакремниевая  (кремниевая) | SiO32− | метасиликат  (силикат) |
| НSiO3− | гидрометасиликат |
| H4SiO4 | ортокремниевая | SiO44− | ортосиликат |
| HBO2 | метаборная | BO2− | метаборат |
| H3BO3 | ортоборная  (борная) | BO33− | ортоборат  (борат) |
| HClO4 | хлорная | ClO4− | перхлорат |
| HClO3 | хлорноватая | ClO3− | хлорат |
| HClO2 | хлористая | ClO2− | хлорит |
| HClO | хлорноватистая | ClO− | гипохлорит |
| H2CrO4 | хромовая | CrO42− | хромат |
| H2Cr2O7 | дихромовая | Cr2O72− | дихромат  (бихромат) |
| HMnO4 | марганцовая | MnO4− | перманганат |
| H2MnO4 | марганцовистая | MnO42− | манганат |
| CH3COOH | этановая  (уксусная) | CH3COO− | ацетат |

**Таблица 2.** Растворимость кислот, оснований и солей в воде

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **OH−** | **Cl−** | **NO3–** | **SO42−** | **SO32−** | **CO32−** | **SiO32−** | **PO43−** | **S2−** | **CH3COO−** |
| **H+** | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Н | Р | Р | Р |
| **Li+** | Р | Р | Р | Р | Р | М | Р | М | Р | Р |
| **K+** | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р |
| **Na+** | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р |
| **NH4+** | Р | Р | Р | Р | Р | Р | ─ | Р | Р | Р |
| **Ba2+** | Р | Р | Р | Н | Н | Н | Н | Н | Р | Р |
| **Ca2+** | М | Р | Р | М | Н | Н | Н | Н | Р | Р |
| **Mg2+** | Н | Р | Р | Р | М | Н | Н | Н | Р | Р |
| **Al3+** | Н | Р | Р | Р | ─ | ─ | Н | Н | ─ | Р |
| **Cr3+** | Н | Р | Р | Р | ─ | ─ | ─ | Н | ─ | Р |
| **Fe2+** | Н | Р | Р | Р | Н | Н | Н | Н | Н | Р |
| **Fe3+** | Н | Р | Р | Р | ─ | ─ | Н | Н | ─ | Р |
| **Ni2+** | Н | Р | Р | Р | Н | Н | ─ | Н | Н | Р |
| **Co2+** | Н | Р | Р | Р | Н | Н | ─ | Н | Н | Р |
| **Mn2+** | Н | Р | Р | Р | Н | Н | Н | Н | Н | Р |
| **Zn2+** | Н | Р | Р | Р | Н | Н | Н | Н | Н | Р |
| **Ag+** | ─ | Н | Р | М | Н | Н | ─ | Н | Н | Р |
| **Hg+** | ─ | Н | Р | М | ─ | Н | ─ | Н | Н | Р |
| **Hg22+** | ─ | Р | Р | Р | ─ | ─ | ─ | Н | Н | Р |
| **Pb2+** | Н | М | Р | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Р |
| **Cu2+** | Н | Р | Р | Р | ─ | ─ | Н | Н | Н | Р |

**Таблица 3.** Ряд стандартных электродных потенциалов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Электрод, Red/Ox | Уравнение электродного процесса | Стандартный потенциал ϕ0 при 25°C, В |
| Li+/ Li | Li+ + *ē* →← Li | −3,045 |
| Rb+/ Rb | Rb+ + *ē* →← Rb | −2,925 |
| K+/ K | K+ + *ē* →← K | −2,924 |
| Cs+/ Cs | Cs+ + *ē* →← Cs | −2,923 |
| Ca2+/Ca | Ca2+ + 2*ē* →← Ca | −2,866 |
| Na+/ Na | Na+ + *ē* →← Na | −2,714 |
| Mg2+/ Mg | Mg2+ + 2*ē* →← Mg | −2,363 |
| Al3+/Al | Al3+ + 3*ē* →← Al | −1,662 |
| Ti2+/Ti | Ti2+ + 2*ē* →← Ti | −1,630 |
| Mn2+/Mn | Mn2+ + 2*ē* →← Mn | −1,179 |
| Cr2+/Cr | Cr2+ + 2*ē* →← Cr | −0,913 |
| Zn2+/Zn | Zn2+ + 2*ē* →← Zn | −0,763 |
| Cr3+/Cr | Cr3+ + 3*ē* →← Cr | −0,744 |
| Fe2+/Fe | Fe2+ + 2*ē* →← Fe | −0,440 |
| Cd2+/Cd | Cd2+ + 2*ē* →← Cd | −0,403 |
| Co2+/Co | Co2+ + 2*ē* →← Co | −0,277 |
| Ni2+/Ni | Ni2+ + 2*ē* →← Ni | −0,250 |
| Sn2+/Sn | Sn2+ + 2*ē* →← Sn | −0,136 |
| Pb2+/Pb | Pb2+ + 2*ē* →← Pb | −0,126 |
| Fe3+/Fe | Fe3+ + 3*ē* →← Fe | −0,037 |
| **2H+/H2** | **2H+ + 2*ē* →← H2(Pt)** | **0** |
| Bi3+/Bi | Bi3+ + 3*ē* →← Bi | 0,215 |
| Cu2+/Cu | Cu2+ + 2*ē* →← Cu | 0,337 |
| Ag+/Ag | Ag+ + *ē* →← Ag | 0,799 |
| Hg2+/Hg | Hg2+ + 2*ē* →← Hg | 0,854 |
| Pt2+/Pt | Pt2+ + 2*ē* →← Pt | 1,188 |
| Au+/Au | Au+ + *ē* →← Au | 1,692 |

**Таблица 4.** Относительные электроотрицательности  
элементов по Полингу

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | | | | |
| 1 | **H**  2,10 |  |  |  |  |  |  |  | | | | **He**  − |
| 2 | **Li**  0,97 | **Be**  1,47 | **B**  2,01 | **C**  2,50 | **N**  3,07 | **O**  3,50 | **F**  4,10 |  | | | | **Ne**  − |
| 3 | **Na**  1,01 | **Mg**  1,23 | **Al**  1,47 | **Si**  1,74 | **P**  2,10 | **S**  2,60 | **Cl**  2,83 |  | | | | **Ar**  − |
| 4 | **K**  0,91 | **Ca**  1,04 | **Sc**  1,20 | **Ti**  1,32 | **V**  1,45 | **Cr**  1,56 | **Mn**  1,60 | **Fe**  1,64 | **Co**  1,70 | **Ni**  1,75 | |  |
| **Cu**  1,75 | **Zn**  1,66 | **Ga**  1,82 | **Ge**  2,02 | **As**  2,20 | **Se**  2,48 | **Br**  2,74 |  | | | | **Kr**  − |
| 5 | **Rb**  0,89 | **Sr**  0,99 | **Y**  1,11 | **Zr**  1,22 | **Nb**  1,23 | **Mo**  1,30 | **Tc**  1,36 | **Ru**  1,42 | **Rh**  1,45 | | **Pd**  1,35 |  |
| **Ag**  1,42 | **Cd**  1,46 | **In**  1,49 | **Sn**  1,72 | **Sb**  1,82 | **Te**  2,01 | **I**  2,21 |  | | | | **Xe**  − |
| 6 | **Cs**  0,86 | **Ba**  0,97 | **La**  1,08 | **Hf**  1,23 | **Ta**  1,33 | **W**  1,40 | **Re**  1,46 | **Os**  1,52 | **Ir**  1,55 | | **Pt**  1,44 |  |
| **Au**  1,42 | **Hg**  1,44 | **Ti**  1,44 | **Pb**  1,55 | **Bi**  1,67 | **Po**  1,76 | **At**  1,90 |  | | | | **Rn**  − |

**Таблица 5.** Константы и степени диссоциации электролитов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Электролиты | *K*д  (при 25°C) | | *pK*д | *α*, %  (0,1 н. р-р  при 18°C) |
| **Кислоты** | | | | |
| HCl, HBr, HI, HNO3 | | – | – | 92,00 |
| H2SO4 | | – | – | 58,00 |
| H2SO3 | | *K*1=1,54·10−2  *K*2=1,02·10−7 | 1,81 | 34,00 |
| 6,99 |
| (СООН)2 | | *K*1=5,60·10−2  *K*2=5,40·10−5 | 1,25 | 31,00 |
| 4,27 |
| H3PO4 | | *K*1=7,10·10−3  *K*2=6,20·10−8  *K*3=5,00·10−13 | 2,15 | 27,00 |
| 7,21 |
| 12,30 |
| HF | | 6,61·10−4 | 3,18 | 8,50 |
| HCOOH | | 1,77·10−4 | 3,75 | 4,20 |
| CH3COOH | | 1,75·10−5 | 4,76 | 1,30 |
| H2CO3 | | *K*1=4,27·10−7  *K*2=4,68·10−11 | 6,37 | 0,17 |
| 10,33 |
| H2S | | *K*1=9,50·10−8  *K*2=1,20·10−14 | 7,02 | 0,07 |
| 13,92 |
| H3BO3 | | *K*1=5,80·10−10 | 9,24 | 0,01 |
| HCN | | 5,00·10−10 | 9,21 | 0,001 |
| **Основания** | | | | |
| NaOH, KOH | – | | – | 91,00 |
| Ca(OH)2 | – | | – | 75,00 |
| Ba(OH)2 | – | | – | 69,00 |
| NH4OH | 1,76·10−5 | | 4,75 | 1,30 |
| **Соли** | | | | |
| M+A− | – | | – | 80–90 |
| M+A2−, M2+A− | – | | – | 70–80 |
| M2+A2− | – | | – | 35–45 |
| H2O | 1,8·10−16 | | – | – |

# ОГЛАВЛЕНИЕ

[Введение 3](#_Toc460608739)

[Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории 4](#_Toc460608740)

[Доврачебная помощь при ожогах, отравлениях и порезах 5](#_Toc460608741)

[Форма записи отчета о проделанной лабораторной работе в рабочей тетради 7](#_Toc460608742)

[Лабораторная работа №1. Общие свойства классов неорганических соединений 8](#_Toc460608743)

[Лабораторная работа №2. Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагирующих веществ 13](#_Toc460608744)

[Лабораторная работа №3. Смещение химического равновесия при изменении концентрации реагирующих веществ 16](#_Toc460608745)

[Лабораторная работа №4. Электролитическая диссоциация 19](#_Toc460608746)

[Лабораторная работа №5. Водородный показатель. Гидролиз солей. Буферные растворы 25](#_Toc460608747)

[Лабораторная работа №6. Окислительно-восстановительные реакции 32](#_Toc460608748)

[Лабораторная работа №7. Комплексные соединения 36](#_Toc460608749)

[Список литературы 40](#_Toc460608750)

[Тесты текущего контроля знаний 41](#_Toc460608751)

[Тесты итогового контроля знаний 55](#_Toc460608752)

[ПРИЛОЖЕНИЯ 66](#_Toc460608753)

Учебное издание

*Соколова Светлана Анатольевна*

*Перегончая Ольга Владимировна*

*Дьяконова Ольга Вячеславовна*

*Ткаченко Сергей Владимирович*

**ХИМИЯ**

Методические указания к лабораторным работам

для студентов факультета технологии и товароведения,

обучающихся по направлению подготовки:

38.08.07 – «Товароведение»

**Учебное пособие**

VSAU-logo Петра I_2

Компьютерная верстка С. А. Соколова

Издается в авторской редакции

Подписано в печать . .201 г. Формат 6084 1/16

Бумага кн.-журн. П. л. 11,8. Гарнитура Таймс.

Тираж 500 экз. Заказ №0000

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»

Типография ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. 394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1

Информационная поддержка: **http://tipograf.vsau.ru**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Отпечатано с оригинал-макета заказчика. Ответственность за содержание

предоставленного оригинал-макета типография не несет.

Требования и пожелания излагайте авторам данного издания

1. Перед выполнением измерений прибор должен быть настроен по буферным растворам преподавателем или лаборантом. [↑](#footnote-ref-1)
2. В действительности образуется смесь продуктов более сложного состава, в частности, [Bi6O4(OH)4](NO3)6·4H2O и [Bi6O5(OH)3](NO3)5·3H2O. [↑](#footnote-ref-2)