

**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»

**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ С ЭЛЕМЕНТАМИ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

для обучающихся заочной формы обучения

Ф.И.О. студента _____

Факультет, курс _____ (полный / сокращенный)

(название специальности или направления подготовки)

(шифр для выбора варианта заданий)

(номера заданий, соответствующие шифру)

Составители: доц. Перегончая О.В., доц. Дьяконова О.В., доц. Звягин А.А., доц. Данилова Г.Н.

Рабочая тетрадь для самостоятельной работы по дисциплине «Химия» для обучающихся заочной формы обучения инженерных специальностей и направлений подготовки на факультетах:

- ФАИ: 35.03.06 «Агроинженерия», 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»;
- ФЗК: 20.03.02 «Природообустройство и водопользование».

Правила заполнения рабочей тетради

В процессе самостоятельного изучения дисциплины обучающийся выполняет задания, представленные в рабочей тетради, в соответствии с учебной программой курса. Перед выполнением заданий необходимо ознакомиться с теоретическим материалом и разобрать примеры, приведенные в данной методической разработке.

При оформлении рабочей тетради ответы на теоретические вопросы записываются кратко, ясно и по существу. При решении задач приводятся ход расчетов, математические преобразования и размерности величин. Рабочая тетрадь с полностью выполненными заданиями подписывается студентом и предоставляется на проверку в период экзаменационной сессии.

Вариант выполняемых заданий определяется по последним двум цифрам шифра (номера зачетной книжки) с помощью таблицы на странице 40. Например, шифру № 15 соответствует вариант № 15, задания: 6, 17, 28, 39, 50, 51, 62, 73, 84, 94.

При возникновении трудностей в ходе выполнения заданий следует обратиться на кафедру химии за консультацией, воспользовавшись контактной информацией:

Почтовый адрес: 394087, Воронеж, ул. Мичурина, д.1, ФГБОУ ВО ВГАУ, главный корпус, кафедра химии, 156 ауд.

Телефон: при наборе с городского / мобильного — 8(473) 253 87 97 (деканат ФТТ) добавочный кафедры химии 1155

e-mail: chem-vsau@mail.ru

При обращении с вопросом по электронной почте просьба предоставлять информацию о себе: направление подготовки, фамилию, имя и отчество, обратный адрес.

Сделайте расчеты и заполните для своего задания таблицу 1.

Пример. Произвести расчеты, если известно, что оксид азота (IV) занимает объем 1,12 л (н.у.).

Ответ:

1) Молярная масса:

$$M_r(\text{NO}_2) = A_r(\text{N}) + 2 \cdot A_r(\text{O}) = 14 + 2 \cdot 16 = 46 \text{ а.е.м.},$$

$$M(\text{NO}_2) = 46 \text{ г/моль}.$$

$$2) \text{ Количество вещества: } \nu = \frac{m}{M} = \frac{V}{V_m} = \frac{N}{N_A},$$

где m – масса вещества, M – молярная масса, N – число молекул, V – объем, занимаемый газом при н.у. (нормальные условия, т.е. температура 0°C и давление 1 атм (101,3 кПа)), N_A – число Авогадро, V_m – молярный объем газа при н.у..

$$\nu = \frac{V}{V_m} = \frac{1,12 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,05 \text{ моль}.$$

$$3) \text{ Масса вещества: } m = \nu \cdot M = 0,05 \text{ моль} \cdot 46 \text{ г/моль} = 2,3 \text{ г}.$$

$$4) \text{ Число молекул: } N = \nu \cdot N_A = 0,05 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,01 \cdot 10^{22}.$$

Таблица 1

№ задачи	Формула вещества	Молярная масса (M), моль/г	Масса вещества (m), г	Количество вещества (ν), моль	Число молекул или формульных единиц (N)	Объем газа при н.у. (V), л
1	SO ₂		6,4			
	NaNO ₃				6,02·10 ²¹	-
2	NH ₃					2,24
	CuSO ₄			0,2		-
3	H ₂ S		68			
	K ₂ CO ₃				3,01·10 ²³	-
4	O ₂					11,2
	KCl			0,3		-
5	CO ₂		11			
	NH ₄ Cl				3,01·10 ²²	-
6	H ₂		0,2			
	CaHPO ₄				6,02·10 ²²	-
7	N ₂					1,12
	MnSO ₄			1,5		-
8	CO					2,8
	KNO ₃		10,1			-
9	NO					5,6
	FeSO ₄			0,1		-
10	Cl ₂					1,4
	ZnSO ₄			0,5		-

Вычисления:

2. Номенклатура и химические свойства неорганических соединений

Контрольные задания № 11-20

Дайте определения следующих понятий: простые вещества, сложные вещества, оксиды, основания, кислоты, соли.

Для своего задания в соответствии с таблицей 2 составьте уравнения возможных химических реакций с: 1) водой, 2) кислотой, 3) щелочью, 4) солью, 5) основным оксидом, 6) кислотным оксидом, 7) амфотерным оксидом. Назовите исходные вещества и продукты реакций.

Пример. Исходные вещества: BeO и Mg(OH)₂. Составить уравнения возможных реакций.

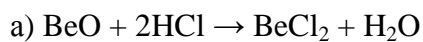
Ответ:

BeO – оксид бериллия, амфотерный оксид;

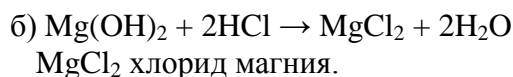
Mg(OH)₂ – гидроксид магния, труднорастворимое основание.

1) С водой амфотерные оксиды и основания не взаимодействуют.

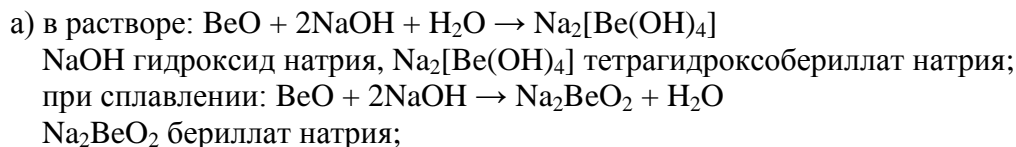
2) С кислотой:



HCl хлороводородная (соляная) кислота, BeCl₂ хлорид бериллия, H₂O вода;



3) Со щелочью:



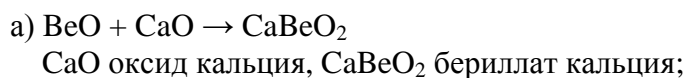
б) основания со щелочами не взаимодействуют.

4) С солью:

а) для оксидов реакции с солями не характерны;

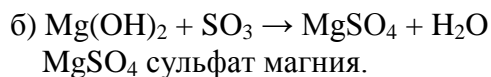
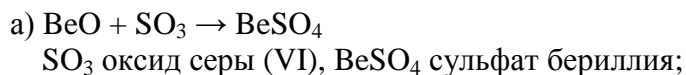
б) для труднорастворимых оснований реакции с солями не характерны.

5) С основным оксидом:



б) основания с основными оксидами не взаимодействуют.

6) С кислотным оксидом:



7) С амфотерным оксидом:

а) амфотерные оксиды с амфотерными оксидами не взаимодействуют;

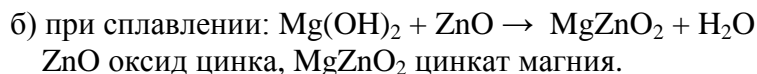


Таблица 2

№ задачи	Исходные вещества	№ задачи	Исходные вещества
11	CaO	16	P ₂ O ₅
	HCl		Ba(OH) ₂
12	CO ₂	17	CuO
	NaOH		HNO ₃
13	SO ₃	18	Al ₂ O ₃
	Ca(OH) ₂		K ₂ SiO ₃
14	MgO	19	ZnO
	H ₂ SO ₄		CuSO ₄
15	SO ₂	20	SiO ₂
	KOH		NH ₄ Cl

Произведите расчеты в соответствии с номером своего задания в таблице 3.

Пример. Дано: 100 мл 25%-ного раствора КОН, плотностью 1,23 г/мл.
Произвести расчеты и заполнить пропуски в таблице.

Ответ: Вычислим:

1) массу раствора:

$$m_{\text{р-ра}} = \rho \cdot V = 1,23 \text{ г/мл} \cdot 100 \text{ мл} = 123 \text{ г.}$$

2) массу растворенного вещества:

$$m_{\text{в}} = \frac{\omega_{\text{в}} \cdot m_{\text{р-ра}}}{100 \%} = \frac{25\% \cdot 123 \text{ г}}{100 \%} = 30,75 \text{ г}$$

3) массу растворителя:

$$L = m_{\text{р-ра}} - m_{\text{в}} = 123 \text{ г} - 30,75 \text{ г} = 92,25 \text{ г} = 0,09225 \text{ кг}$$

4) молярную концентрацию:

$$c_{\text{м}} = \frac{m_{\text{в}}}{M \cdot V} = \frac{30,75 \text{ г}}{56 \text{ г/моль} \cdot 0,1 \text{ л}} = 5,49 \text{ моль/л}$$

5) моляльную концентрацию:

$$c_{\text{м}} = \frac{m_{\text{в}}}{M \cdot L} = \frac{30,75 \text{ г}}{56 \text{ г/моль} \cdot 0,09225 \text{ кг}} = 5,95 \text{ моль/кг}$$

Таблица 3

№ задачи	Растворенное вещество	Масса растворенного вещества ($m_{\text{в}}$), г	Масса растворителя (L), г	Масса раствора ($m_{\text{р-ра}}$), г	Объем раствора (V), л	Плотность раствора (ρ), г/мл	Массовая доля (ω), %	Молярная концентрация ($c_{\text{м}}$), моль/л	Моляльная концентрация ($c_{\text{м}}$), моль/кг
21	H ₂ SO ₄			200		1,090	13		
22	HCl				0,1	1,095		5,5	
23	H ₃ PO ₄			400		1,204	32		
24	NaOH		250			1,060			2,0
25	HNO ₃		1000			1,093			2,5
26	CH ₃ COOH				3,0	1,017		2,0	
27	KOH		400			1,310			5,4
28	BaCl ₂			500		1,203	20		
29	Na ₂ CO ₃				0,3	1,103	10		
30	NaCl				0,25	1,150		3,6	

4. Коллигативные свойства растворов

Контрольные задания № 31-40

Какие свойства растворов называют коллигативными? Как меняются температура замерзания и температура кипения при образовании раствора относительно чистого растворителя? Сформулируйте физический смысл криоскопической и эбулиоскопической констант. Что такое «антифриз»?

В соответствии с номером своего задания, используя данные таблицы 4, решите задачу:

Сколько граммов вещества надо растворить в 1 кг воды, чтобы приготовить антифриз с заданной температурой замерзания (табл.4). Криоскопическая константа воды $K = 1,86$ град·кг/моль.

Таблица 4

№ задания	Вещество	Температура замерзания, °С	№ задания	Вещество	Температура замерзания, °С
31	C_2H_5OH	-5	36	$C_3H_5(OH)_3$	-25
32	$C_2H_4(OH)_2$	-14	37	C_2H_5OH	-10
33	$C_3H_5(OH)_3$	-18	38	$C_2H_4(OH)_2$	-30
34	C_2H_5OH	-12	39	$C_3H_5(OH)_3$	-16
35	$C_2H_4(OH)_2$	-8	40	$C_2H_4(OH)_2$	-32

Пример. Дано: вещество $C_2H_4(OH)_2$ – этиленгликоль, температура замерзания раствора -10 °С.

Ответ:

1) Понижение температуры замерзания раствора относительно растворителя воды можно вычислить по формуле:

$$\Delta t_{\text{зам}} = t_{\text{зам}}^{H_2O} - t_{\text{зам}}^{\text{р-ра}} = K \cdot c_m$$

Так как температура замерзания воды 0 °С, то $\Delta t_{\text{зам}} = 10$ °С.

2) Находим массу этиленгликоля:

$$c_m = \frac{m_B}{M \cdot L} = \frac{\Delta t_{\text{зам}}}{K}, \quad m_B = \frac{\Delta t_{\text{зам}} \cdot M \cdot L}{K} = \frac{10 \text{ град} \cdot 62 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ кг}}{1,86 \text{ град} \cdot \text{кг/моль}} = 333,3 \text{ г}$$

Вычисления:

A series of horizontal lines for writing, consisting of a solid top line, a dashed midline, and a solid bottom line, repeated down the page.

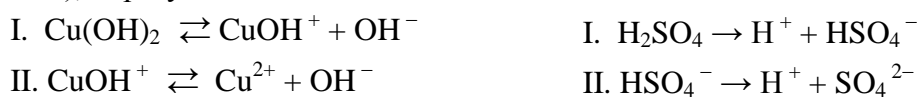
Для своего задания в соответствии с таблицей 5 составьте уравнения электролитической диссоциации кислоты и основания (назовите их), а также уравнения возможных реакций между ними, приводящих к образованию средних, кислых и основных солей (назовите их). Реакции запишите в молекулярной и ионно-молекулярной (полной и сокращенной) формах.

Пример. Исходные вещества: $\text{Cu}(\text{OH})_2$ и H_2SO_4 . Составить уравнения возможных реакций с образованием средних, кислых и основных солей.

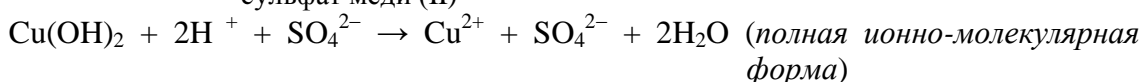
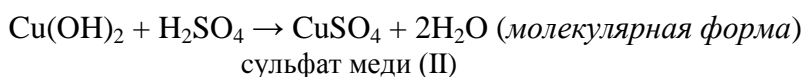
Ответ:

$\text{Cu}(\text{OH})_2$ – гидроксид меди (II), малорастворимое слабое *двухкислотное* основание, H_2SO_4 – серная кислота, сильная *двухосновная* кислота.

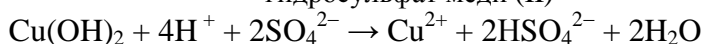
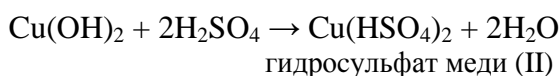
Следовательно, данная кислота и основание диссоциируют в две стадии (ступенчато), образуя по два вида основных и кислотных остатков:



1) Образование средней соли:



2) Образование кислой соли:



3) Образование основной соли:

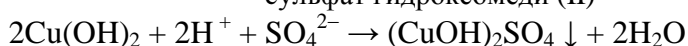
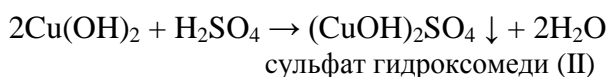


Таблица 5

№ задачи	Основание	Кислота
41	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	H_2SO_4
42	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	HNO_3
43	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	H_2CO_3
44	NaOH	H_2SO_4
45	LiOH	H_3PO_4
46	$\text{Co}(\text{OH})_2$	HI
47	NH_4OH	H_2S
48	$\text{Sr}(\text{OH})_2$	HClO_4
49	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	HCl
50	KOH	H_2SiO_3

Для своего задания в соответствии с таблицей 6 вычислите рН раствора.

Вычисление рН ведут по следующим формулам:

1) Для сильной одноосновной кислоты:

$$[\text{H}^+] = c_{\text{M}} \text{ (кислоты)}, \quad \text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg c_{\text{M}}.$$

2) Для сильного однокислотного основания:

$$[\text{OH}^-] = c_{\text{M}} \text{ (основания)}, \quad \text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-] = -\lg c_{\text{M}},$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}.$$

3) Для слабой одноосновной кислоты:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_{\text{кисл.}} \cdot c_{\text{M}}}, \quad \text{где } K_{\text{кисл.}} \text{ – константа диссоциации слабой кислоты } ^1).$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\frac{1}{2} (\lg K_{\text{кисл.}} + \lg c_{\text{M}})$$

4) Для слабого однокислотного основания:

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_{\text{осн.}} \cdot c_{\text{M}}}, \quad \text{где } K_{\text{осн.}} \text{ – константа диссоциации слабого основания } ^1).$$

$$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-] = -\frac{1}{2} (\lg K_{\text{осн.}} + \lg c_{\text{M}}),$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}.$$

Таблица 6

№ задачи	Кислота или основание	Молярная концентрация (c_{M}), моль/л
51	NaOH	$5 \cdot 10^{-4}$
52	HCl	$3 \cdot 10^{-2}$
53	NH ₄ OH	$8 \cdot 10^{-2}$
54	HNO ₃	$6 \cdot 10^{-3}$
55	KOH	$3 \cdot 10^{-3}$
56	HCN	$2 \cdot 10^{-4}$
57	HI	$7 \cdot 10^{-1}$
58	CH ₃ COOH	$4 \cdot 10^{-2}$
59	CsOH	$5 \cdot 10^{-3}$
60	HBr	$8 \cdot 10^{-2}$

¹⁾ Значения констант диссоциации слабых электролитов приведены в таблице 2, см. раздел «Справочные данные».

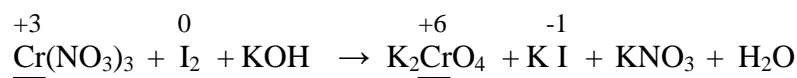
Для своего задания в соответствии с таблицей 7 подберите коэффициенты к окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса. Укажите процессы окисления и восстановления, окислитель и восстановитель.

Пример. Подберите коэффициенты к окислительно-восстановительной реакции, укажите процессы окисления и восстановления, окислитель и восстановитель:

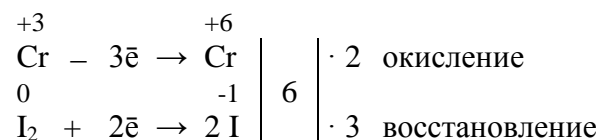


Ответ:

Определим степени окисления атомов элементов и отметим те, которые изменяются в ходе реакции:



Составим уравнения полуреакций окисления и восстановления и определим добавочные множители для уравнивания количества отданных и принятых электронов:



Расставим полученные коэффициенты-множители в уравнении реакции и уравниваем количество других атомов:



$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ – восстановитель, I_2 – окислитель.

Таблица 7

№ задания	Схема окислительно-восстановительной реакции
61	$\text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
62	$\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
63	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{C} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{P} + \text{CO}$
64	$\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{KOH}$
65	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
66	$\text{Na}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
67	$\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{O}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
68	$\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
69	$\text{KMnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
70	$\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Выполнение задания:

8. Электродный потенциал. Гальванический элемент

Контрольные задания № 71-80

Опишите механизм возникновения электродного потенциала металла, погруженного в водный раствор. Приведите выражение уравнения Нернста. От каких факторов зависит величина электродного потенциала? Что представляет собой ряд

В соответствии с номером своего задания (таблица 8): а) укажите стрелкой направление реакции замещения, ответ обоснуйте; б) составьте схему гальванического элемента²⁾, определите катод и анод, запишите электродные процессы и вычислите стандартное значение электродвижущей силы (ЭДС), если электродами служат указанные в задании металлы.

Таблица 8

№ задания	Схема реакции, электроды гальванического элемента
71	$3\text{CuCl}_2 + 2\text{Al} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{Cu}$ Zn и Mn, погруженные в растворы их солей с концентрацией 1 моль/л
72	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag} = 2\text{AgNO}_3 + \text{Zn}$ Cd и Cr, погруженные в растворы их солей с концентрацией 1 моль/л
73	$\text{FeCl}_2 + \text{Cu} = \text{CuCl}_2 + \text{Fe}$ Fe и Ni, погруженные в растворы их солей с концентрацией 1 моль/л
74	$\text{FeCl}_2 + \text{Sn} = \text{SnCl}_2 + \text{Fe}$ Co и Cu, погруженные в растворы их солей с концентрацией 1 моль/л
75	$\text{H}_2 + \text{ZnCl}_2 = 2\text{HCl} + \text{Zn}$ Sn и Cu, погруженные в растворы их солей с концентрацией 1 моль/л
76	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag} = 2\text{AgNO}_3 + \text{Cu}$ Cu и Hg, погруженные в растворы их солей с концентрацией 1 моль/л
77	$2\text{AgNO}_3 + \text{Pb} = \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ Fe и Sn, погруженные в растворы их солей с концентрацией 1 моль/л
78	$\text{CuSO}_4 + \text{Ni} = \text{NiSO}_4 + \text{Cu}$ Pb и Ag, погруженные в растворы их солей с концентрацией 1 моль/л
79	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{Zn} = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{Mg}$ Ag и Zn, погруженные в растворы их солей с концентрацией 1 моль/л
80	$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag} = 2\text{AgNO}_3 + \text{Hg}$ Fe и Mn, погруженные в растворы их солей с концентрацией 1 моль/л

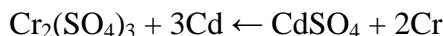
²⁾ При составлении схемы гальванического элемента контакт металла с раствором обозначают одной вертикальной чертой, а электролитический ключ, обеспечивающий контакт между растворами солей металлов, – двумя вертикальными чертами. Слева записывают отрицательно заряженный электрод, справа – положительно заряженный.

Пример. а) Дана схема реакции: $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Cd} = \text{CdSO}_4 + 2\text{Cr}$.

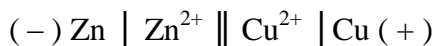
б) Гальванический элемент составлен из меди и цинка, погруженных в растворы их солей с концентрацией 1 моль/л.

Ответ:

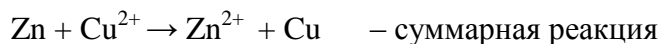
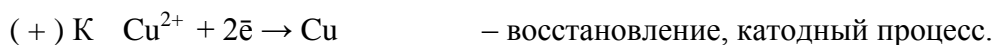
а) Используя данные таблицы 4 «Электрохимический ряд напряжений металлов» в разделе «Справочные данные», можно сделать следующий вывод. Хром расположен в таблице выше кадмия и имеет более отрицательное значение стандартного электродного потенциала (E°). Следовательно, восстановительная активность хрома больше, чем у кадмия, поэтому реакция должна самопроизвольно протекать в сторону образования металлического кадмия:



б) В ряду напряжений металлов цинк расположен выше меди, имеет более отрицательное значение E° и заряжен отрицательно «-», тогда у меди заряд «+». Таким образом, схема гальванического элемента выглядит так:



Замыкание внешней цепи вызовет направленное движение электронов от цинкового электрода к медному и протеканию электрохимических процессов:



Стандартная ЭДС (ΔE°) вычисляется как разница между потенциалами катода и анода, которые при выполнении условия задачи равны стандартным электродным потенциалам металлов (см. табл. 4 в разделе «Справочные данные»):

$$\Delta E^\circ = E^\circ(\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}) - E^\circ(\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}) = 0,34 \text{ В} - (-0,76 \text{ В}) = 1,1 \text{ В}$$

Выполнение задания:

В соответствии с данными таблицы 9 решите задачу.

Запишите электродные процессы и вычислите массу металла, восстановившегося на катоде, если электролизу подвергается водный раствор соли. Параметры электролиза указаны в задании.

Таблица 9

№ задания	Параметры электролиза
81	Нитрат железа (II), анод инертный. Сила тока 15 А, время электролиза 30 минут, выход железа по току 80%.
82	Хлорид железа (II), анод растворимый (железный). Сила тока 20 А, время электролиза 20 минут, выход железа по току 90%.
83	Сульфат никеля (II), анод инертный. Сила тока 6 А, время электролиза 1 час, выход никеля по току 95%.
84	Хлорид никеля (II), анод растворимый (никелевый). Сила тока 12 А, время электролиза 40 минут, выход никеля по току 88%.
85	Сульфат кадмия (II), анод растворимый (кадмиевый). Сила тока 8 А, время электролиза 35 минут, выход кадмия по току 92%.
86	Сульфат олова (II), анод инертный. Сила тока 12 А, время электролиза 30 минут, выход олова по току 78%.
87	Хлорид олова (II), анод растворимый (оловянный). Сила тока 5 А, время электролиза 2 часа, выход олова по току 85%.
88	Сульфат железа (II), анод инертный. Сила тока 20 А, время электролиза 40 минут, выход железа по току 87%.
89	Сульфат цинка, анод растворимый (цинковый). Сила тока 7 А, время электролиза 30 минут, выход цинка по току 92%.
90	Сульфат меди (II), анод растворимый (медный). Сила тока 20 А, время электролиза 30 минут, выход меди по току 100%.

Пример. Дано: нитрат хрома (III), анод растворимый (хромовый). Сила тока 14А, время электролиза 30 минут, выход хрома по току 95%.

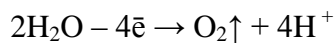
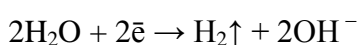
Ответ:

Уравнение диссоциации нитрата хрома (III): $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 3\text{NO}_3^-$

На электродах будут протекать процессы³⁾:

На катоде (-) :
восстановление Cr^{3+} , H_2O
 $\text{Cr}^{3+} + 3\bar{e} \rightarrow \text{Cr}$

На аноде (+) :
окисление материала анода (Cr), H_2O
 $\text{Cr} - 3\bar{e} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$



Течение анодных и катодных процессов подчиняется закону Фарадея:

$$m = \frac{M \cdot I \cdot \tau}{n \cdot F}$$

где m – масса вещества, выделившегося на электроде (г), M – молярная масса металла (г/моль), I – сила тока (А), τ – время электролиза (с), n – число электронов, участвующих в процессе, F – постоянная Фарадея 96 500 Кл/моль.

На практике масса металла, выделяющаяся на катоде, из-за побочных процессов, отличается от массы вычисленной теоретически. Выход по току (η) представляет собой долю массы металла, выделившуюся на катоде в реальности ($m_{\text{пр.}}$) от массы, вычисленной по закону Фарадея ($m_{\text{теор.}}$).

$$\eta = \frac{m_{\text{пр.}}}{m_{\text{теор.}}} \cdot 100\%$$

Используя закон Фарадея найдем $m_{\text{теор.}}$:

$$m_{\text{теор}} = \frac{52 \text{ г/моль} \cdot 14 \text{ А} \cdot (30 \cdot 60) \text{ с}}{3 \cdot 96500 \text{ Кл/моль}} = 4,53 \text{ г}$$

Зная выход по току найдем $m_{\text{пр.}}$:

$$m_{\text{пр}} = \frac{4,53 \text{ г} \cdot 95 \%}{100\%} = 4,30 \text{ г}$$

Выполнение задания:

³⁾ Электрохимическое поведение катионов металлов и анионов солей при электролизе приведено в табл. 4 и 5 в разделе «Справочные данные».

10. Органические соединения. Полимеры

Контрольные задания № 91-100

Углеводороды как представители органических соединений. Что такое гомологический ряд? Природные источники углеводородов. Какие углеводороды входят в состав моторного топлива, бензина, дизеля?

Что такое полимеры? В чем суть реакций полимеризации и поликонденсации?

A series of horizontal lines for writing, consisting of approximately 40 evenly spaced lines.

Для своего варианта выполните задание в соответствии с таблицей 10:
 а) рассчитайте октановое число для смеси углеводородов,
 б) напишите структурную формулу полимера, схему его получения (из мономеров), охарактеризуйте его свойства и области применения в народном хозяйстве.

Таблица 10

№ задания	Состав смеси углеводородов, полимер и его мономер
91	Изооктан 150 г + n-гептан 90 г
	Поливинилацетат (ПВА), мономером является $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{O}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ винилацетат
92	Изооктан 140 г + n-гептан 175 г
	Полиизопрен (природный каучук), мономером является $\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}}=\text{CH}_2$ 2-метилдивинил или изопрен
93	Изооктан 260 г + n-гептан 120 г
	Полиэтилен, мономером является этен (этилен) $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$
94	Изооктан 130 г + n-гептан 80 г
	Полипропилен, мономером является пропен (пропилен) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$
95	Изооктан 170 г + n-гептан 100 г
	Политетрафторэтилен (тефлон), мономером является тетрафторэтилен $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$
96	Изооктан 250 г + n-гептан 150 г
	Поливинилхлорид (ПВХ), мономером является $\text{CH}_2=\underset{\text{Cl}}{\underset{ }{\text{CH}}}$ хлорэтен или винилхлорид
97	Изооктан 140 г + n-гептан 170 г
	Полиакрилонитрил (ПАН), мономером является винилцианид или акрилонитрил $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C} \equiv \text{N}$
98	Изооктан 160 г + n-гептан 175 г
	Полиметилметакрилат (оргстекло), мономером является метилметакрилат $\text{CH}_2=\underset{\text{H}_3\text{C}}{\underset{ }{\text{C}}}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{O}-\text{CH}_3$
99	Изооктан 240 г + n-гептан 100 г
	Капрон (полиамидное волокно), мономером является капролактан – циклическая форма аминокaproновой кислоты $\text{H}_2\text{N} - (\text{CH}_2)_5 - \text{COOH}$
100	Изооктан 120 г + n-гептан 100 г
	Полистирол, мономером является стирол $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5$

Lined writing area consisting of multiple horizontal lines for text entry.

Варианты контрольных заданий

Шифр	Номера заданий									
00	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
01	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92
02	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93
03	4	14	24	34	44	54	64	74	84	94
04	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
05	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96
06	7	17	27	37	47	57	67	77	87	97
07	8	18	28	38	48	58	68	78	88	98
08	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99
09	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
10	1	12	23	34	45	56	67	78	89	99
11	2	13	24	35	46	57	68	79	90	98
12	3	14	25	36	47	58	69	80	81	97
13	4	15	26	37	48	59	70	71	82	96
14	5	16	27	38	49	60	61	72	83	95
15	6	17	28	39	50	51	62	73	84	94
16	7	18	29	40	41	52	63	74	85	93
17	8	19	30	31	42	53	64	75	86	92
18	9	20	21	32	43	54	65	76	87	91
19	10	11	22	33	44	55	66	77	88	99
20	1	13	25	35	46	57	68	79	90	100
21	2	14	26	36	47	58	69	80	89	91
22	3	15	27	37	48	59	70	71	88	92
23	4	16	28	38	49	60	67	72	87	93
24	5	17	29	39	50	56	66	73	86	94
25	6	18	30	40	49	55	65	74	85	95
26	7	19	24	31	48	54	64	75	84	96
27	8	20	23	32	47	53	63	76	83	97
28	9	11	22	33	46	52	62	77	82	98
29	10	12	21	34	45	51	61	78	81	99
30	1	14	27	36	45	53	67	71	90	98
31	2	15	28	37	46	51	63	74	89	100
32	3	16	29	38	47	55	64	72	88	91

Шифр	Номера заданий									
33	4	17	30	39	48	56	65	73	82	97
34	5	18	26	40	49	57	62	75	81	99
35	6	19	25	35	50	58	61	76	83	92
36	7	20	21	34	44	59	68	78	87	93
37	8	11	22	33	43	60	66	77	84	95
38	9	12	23	32	41	54	69	80	85	96
39	10	13	24	31	42	55	70	79	86	94
40	1	18	24	36	45	54	63	72	81	100
41	2	20	25	40	44	53	62	71	90	99
42	3	11	26	39	43	52	61	73	89	98
43	4	12	27	38	42	51	64	74	88	97
44	5	13	28	37	41	60	65	76	87	96
45	6	14	29	31	46	59	66	75	86	95
46	7	15	30	35	47	58	67	78	85	94
47	8	16	21	34	48	57	68	77	84	93
48	9	17	22	33	49	56	70	79	83	92
49	10	18	23	32	50	55	69	80	82	91
50	1	19	28	37	48	59	68	79	84	93
51	2	18	27	37	47	58	69	80	83	92
52	3	17	26	35	46	57	70	78	84	93
53	4	16	25	34	45	56	67	77	85	94
54	5	14	24	33	44	55	66	76	86	95
55	6	15	23	32	43	54	65	74	87	96
56	7	13	22	31	42	53	64	75	88	97
57	8	12	21	38	50	52	63	71	89	98
58	10	11	30	39	41	51	62	72	90	99
59	9	19	29	40	49	60	61	73	81	100
60	1	20	23	35	47	52	66	74	88	95
61	1	20	25	34	47	52	63	78	89	91
62	9	19	24	35	48	53	62	79	88	92
63	8	18	23	36	49	54	61	80	87	93
64	7	17	22	37	50	55	70	77	86	94
65	6	16	21	38	46	51	65	76	85	95
66	5	15	26	39	44	56	67	74	84	96
67	4	14	27	40	45	57	66	75	83	97

Шифр	Номера заданий									
68	3	13	28	31	43	58	69	71	82	98
69	2	12	30	32	41	59	68	72	81	99
70	1	11	29	33	42	60	64	73	90	100
71	5	11	26	33	42	51	69	77	86	95
72	6	12	27	34	49	52	70	78	87	96
73	7	13	28	35	48	53	61	79	88	97
74	8	14	29	36	41	54	62	80	89	98
75	9	15	30	37	42	55	63	71	90	99
76	10	16	35	38	43	56	64	72	81	100
77	4	17	24	39	44	57	65	73	82	91
78	3	18	23	40	45	58	66	74	83	92
79	2	19	22	31	46	59	67	75	84	93
80	1	20	21	32	47	60	68	76	85	94
81	7	14	30	39	48	57	68	79	81	99
82	8	15	29	31	49	58	69	80	82	100
83	9	16	28	32	50	59	70	78	83	91
84	10	17	21	33	41	60	61	77	84	92
85	1	18	22	34	42	51	62	76	85	93
86	2	19	23	35	43	52	63	71	86	94
87	3	20	24	36	44	53	64	72	87	95
88	4	11	25	37	45	54	65	73	88	96
89	5	12	26	38	46	55	66	74	89	97
90	6	13	27	40	47	56	67	75	90	98
91	8	14	29	31	49	60	61	74	82	93
92	9	15	28	32	41	58	62	75	83	94
93	10	16	21	33	42	57	63	76	84	95
94	1	17	22	34	43	51	64	77	85	96
95	2	18	23	35	44	52	65	78	86	97
96	3	19	24	36	45	53	66	79	87	98
97	4	20	25	37	46	54	67	80	88	99
98	5	13	26	38	47	55	69	71	89	100
99	6	12	27	39	48	56	70	73	90	92

Справочные данные

Таблица 1

Порядковые номера, атомные массы и названия элементов Периодической системы (без лантаноидов и актиноидов)

Порядковый номер	Символ элемента	Русское и латинское (приведено в скобках) название элемента	Атомная масса, Да	Порядковый номер	Символ элемента	Русское и латинское (приведено в скобках) название элемента	Атомная масса, Да
1	H	Водород (водород)	1,008	18	Ar	Аргон	39,95
2	He	Гелий	4,003	19	K	Калий	39,10
3	Li	Литий	6,941	20	Ca	Кальций	40,08
4	Be	Бериллий	9,012	21	Sc	Скандий	44,96
5	B	Бор	10,81	22	Ti	Титан	47,87
6	C	Углерод (углерод)	12,01	23	V	Ванадий	50,94
7	N	Азот (азот)	14,01	24	Cr	Хром	52,00
8	O	Кислород (кислород)	16,00	25	Mn	Марганец	54,94
9	F	Фтор	19,00	26	Fe	Железо (феррум)	55,84
10	Ne	Неон	20,18	27	Co	Кобальт	58,93
11	Na	Натрий	22,99	28	Ni	Никель	58,69
12	Mg	Магний	24,30	29	Cu	Медь (купрум)	63,55
13	Al	Алюминий	26,98	30	Zn	Цинк	65,41
14	Si	Кремний (силиций)	28,08	31	Ga	Галлий	69,72
15	P	Фосфор (фосфор)	30,97	32	Ge	Германий	72,64
16	S	Сера (сульфур)	32,06	33	As	Мышьяк (арсеникум)	74,92
17	Cl	Хлор	35,45	34	Se	Селен	78,96

Порядковый номер	Символ элемента	Русское и латинское (приведено в скобках) название элемента	Атомная масса, Да
35	Br	Бром	79,90
36	Kr	Криптон	83,80
37	Rb	Рубидий	85,47
38	Sr	Стронций	87,62
39	Y	Иттрий	88,90
40	Zr	Цирконий	91,22
41	Nb	Ниобий	92,91
42	Mo	Молибден	95,94
43	Tc	Технеций	[98]
44	Ru	Рутений	101,1
45	Rh	Родий	102,9
46	Pd	Палладий	106,4
47	Ag	Серебро (аргентум)	107,9
48	Cd	Кадмий	112,4
49	In	Индий	114,8
50	Sn	Олово (станум)	118,7
51	Sb	Сурьма (стибиум)	121,8
52	Te	Теллур	127,6
53	I	Иод	126,9
54	Xe	Ксенон	131,3

Порядковый номер	Символ элемента	Русское и латинское (приведено в скобках) название элемента	Атомная масса, Да
55	Cs	Цезий	132,9
56	Ba	Барий	137,3
57	La	Лантан	138,9
<i>58-71 - лантаноиды</i>			
72	Hf	Гафний	178,5
73	Ta	Тантал	180,9
74	W	Вольфрам	183,8
75	Re	Рений	186,2
76	Os	Осмий	190,2
77	Ir	Иридий	192,2
78	Pt	Платина	195,1
79	Au	Золото (аурум)	197,0
80	Hg	Ртуть (гидраргирум)	200,6
81	Tl	Таллий	204,4
82	Pb	Свинец (плюмбум)	207,2
83	Bi	Висмут	209,0
84	Po	Полоний	[209]
85	At	Астат	[210]
86	Rn	Радон	[222]
87	Fr	Франций	[223]

Порядковый номер	Символ элемента	Русское и латинское (приведено в скобках) название элемента	Атомная масса, Да	Порядковый номер	Символ элемента	Русское и латинское (приведено в скобках) название элемента	Атомная масса, Да
88	Ra	Радий	[226]	106	Sg	Сиборгий	[266]
89	Ac	Актиний	[227]	107	Bh	Борий	[264]
90-103 - актиноиды				108	Hs	Хассий	[277]
104	Rf	Резерфордий	[261]	109	Mt	Мейтнерий	[268]
105	Db	Дубний	[262]	110	Ds	Дармштадтий	[271]

Таблица 2

**Константы диссоциации (K_d) слабых электролитов при 25°C
(в скобках указана степень диссоциации).**

Электролит	Формула	K_d
Азотистая кислота	HNO_2	$4,3 \cdot 10^{-4}$
Борная кислота	H_3BO_3	$5,8 \cdot 10^{-10}$ (I)
Гидроксид аммония	NH_4OH	$1,8 \cdot 10^{-5}$
Кремневая кислота	H_2SiO_3	$2,2 \cdot 10^{-10}$ (I) $1,6 \cdot 10^{-12}$ (II)
Муравьиная кислота	HCOOH	$1,8 \cdot 10^{-4}$
Сернистая кислота	H_2SO_3	$1,5 \cdot 10^{-2}$ (I) $1,0 \cdot 10^{-7}$ (II)
Сероводородная кислота	H_2S	$9,5 \cdot 10^{-8}$ (I) $1,0 \cdot 10^{-14}$ (II)
Угольная кислота	H_2CO_3	$4,3 \cdot 10^{-7}$ (I) $4,7 \cdot 10^{-11}$ (II)
Уксусная кислота	CH_3COOH	$1,7 \cdot 10^{-5}$
Фосфорная кислота	H_3PO_4	$7,1 \cdot 10^{-3}$ (I) $6,2 \cdot 10^{-8}$ (II) $5,0 \cdot 10^{-10}$ (III)
Фтороводородная кислота	HF	$6,6 \cdot 10^{-4}$
Хлорноватистая кислота	HOCl	$3,9 \cdot 10^{-8}$
Циановодородная кислота	HCN	$5,0 \cdot 10^{-10}$

Таблица 3. Растворимость кислот, оснований и солей в воде при 20°C

	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺	
OH ⁻		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H
F ⁻	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	P	P	P	-	H	P	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	M	P	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	H	H	M	-
S ²⁻	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HS ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	-	-	-	-	H	-	-	-	-	-	-	-	-
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	M	H	-	-	H	-	H	H	-	M	H	H	H	H	-	-
HSO ₃ ⁻	P	-	P	P	P	P	P	P	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	M	M	H	P	P	P	P	P	P	P	P	M	M	-	H	P	P
HSO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H	-	-
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	-	-	-	P	M	-	-	-	M	-	-	-	-
PO ₄ ³⁻	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO ₄ ²⁻	P	-	P	P	P	H	H	M	H	-	-	H	-	-	-	H	-	-	-	-	M	H	-
H ₂ PO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	-	P	-	-	-	P	P	P	P	-	-	-	-
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	H	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	-	H	-	H
HCO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	P	-	-
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	-	P	-	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
SiO ₃ ²⁻	H	H	P	P	-	H	H	H	H	-	-	H	-	-	-	H	H	H	-	-	H	-	-

P – растворяется (более 1г в 100г воды), **M** – мало растворяется (от 0,1 до 1г в 100г воды),
H – не растворяется (менее 1г в 100г воды), (-) – разлагается в воде или не существует

Таблица 4.

Электрохимический ряд напряжений металлов

Поведение Me^{n+} при электролизе	Электрод Ох / Red	Электродная реакция Ох + $n\bar{e} \rightarrow$ Red	E° , В
Me^{n+} не восстанавливаются на катоде $2H_2O + 2\bar{e} \rightarrow H_2\uparrow + OH^-$ (рН = 7) $2H^+ + 2\bar{e} \rightarrow H_2\uparrow$ (рН < 7)	Li^+ / Li	$Li^+ + \bar{e} \rightarrow Li$	-3,04
	Cs^+ / Cs	$Cs^+ + \bar{e} \rightarrow Cs$	-3,03
	Rb^+ / Rb	$Rb^+ + \bar{e} \rightarrow Rb$	-2,98
	K^+ / K	$K^+ + \bar{e} \rightarrow K$	-2,92
	Ba^{2+} / Ba	$Ba^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Ba$	-2,90
	Fr^+ / Fr	$Fr^+ + \bar{e} \rightarrow Fr$	-2,92
	Sr^{2+} / Sr	$Sr^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Sr$	-2,90
	Ca^{2+} / Ca	$Ca^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Ca$	-2,87
	Na^+ / Na	$Na^+ + \bar{e} \rightarrow Na$	-2,71
	Mg^{2+} / Mg	$Mg^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Mg$	-2,36
	Be^{2+} / Be	$Be^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Be$	-1,85
	Al^{3+} / Al	$Al^{3+} + 3\bar{e} \rightarrow Al$	-1,66
Ti^{2+} / Ti	$Ti^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Ti$	-1,63	
$Me^{n+} + n\bar{e} \rightarrow Me$ $2H_2O + 2\bar{e} \rightarrow H_2\uparrow + OH^-$ (рН=7) $2H^+ + 2\bar{e} \rightarrow H_2\uparrow$ (рН < 7)	Mn^{2+} / Mn	$Mn^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Mn$	-1,18
	Cr^{2+} / Cr	$Cr^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Cr$	-0,85
	Zn^{2+} / Zn	$Zn^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Zn$	-0,76
	Cr^{3+} / Cr	$Cr^{3+} + 3\bar{e} \rightarrow Cr$	-0,74
	Fe^{2+} / Fe	$Fe^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Fe$	-0,44
	Cd^{2+} / Cd	$Cd^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Cd$	-0,40
	Co^{2+} / Co	$Co^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Co$	-0,28
	Ni^{2+} / Ni	$Ni^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Ni$	-0,25
	Sn^{2+} / Sn	$Sn^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Sn$	-0,14
	Pb^{2+} / Pb	$Pb^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Pb$	-0,13
	Fe^{3+} / Fe	$Fe^{3+} + 3\bar{e} \rightarrow Fe$	-0,04
	$2H^+ / H_2$	$2H^+ + 2\bar{e} \rightarrow H_2$	0,00
$Me^{n+} + n\bar{e} \rightarrow Me$	Cu^{2+} / Cu	$Cu^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Cu$	0,34
	Cu^+ / Cu	$Cu^+ + \bar{e} \rightarrow Cu$	0,52
	Ag^+ / Ag	$Ag^+ + \bar{e} \rightarrow Ag$	0,80
	Hg^{2+} / Hg	$Hg^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Hg$	0,85
	Pt^{2+} / Pt	$Pt^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Pt$	1,28
	Au^+ / Au	$Au^+ + \bar{e} \rightarrow Au$	1,50

↑
Увеличение восстановительной активности металла

Поведение анионов солей при электролизе водных растворов

Вид аниона	Электродный процесс
Анионы бескислородных кислот S^{2-} , Cl^- , Br^- , I^- (исключение F^-)	Окисление аниона до простого вещества: Анион – $n\bar{e}$ → Неметалл
Анионы кислородсодержащих кислот NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , а также F^-	Не окисляются, происходит окисление молекул воды: $2H_2O - 4\bar{e} \rightarrow O_2\uparrow + 4H^+$

Рекомендуемая литература

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. Хомченко Г. П. Неорганическая химия: учебник для студентов сельскохозяйственных вузов / Г. П. Хомченко, И. К. Цитович . – СПб.: Гранит, 2009. – 464 с.

3. Павлов Н.Н. Общая и неорганическая химия [электронный ресурс]: учебник для технологических и химико-технологических направлений подготовки бакалавров и магистров / Н.Н. Павлов .— Изд. 3-е, испр. и доп. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2011 .— 495 с.

4. Перегончая, О. В. Общая химия [электронный ресурс]: учебное пособие / [О. В. Перегончая] ; Воронежский государственный аграрный университет .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2013 .— 162 с.

5. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия [электронный ресурс] : 2018-07-12 / Ахметов Н. С., .— 9-е изд., стер. — : Лань, 2018 .— 744 с.

6. Базы данных и интернет-источники информации
<http://www.xumuk.ru/encyklopedia>, <http://ru.wikipedia.org/wiki>, <http://chemistry.vsau.ru>

Содержание

1. Основные понятия и законы химии	3
2. Номенклатура и химические свойства неорганических соединений.....	6
3. Способы выражения состава растворов.....	10
4. Коллигативные свойства растворов	13
5. Электролитическая диссоциация.....	15
6. Ионное произведение воды. Водородный показатель.....	19
7. Окислительно-восстановительные реакции	21
8. Электродный потенциал. Гальванический элемент.....	23
9. Электролиз.....	27
10. Органические соединения. Полимеры	30
Варианты контрольных заданий.....	35
Справочные данные	38
Рекомендуемая литература.....	43