

04100
1-36



Министерства России

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯБИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АВИАЦИОННАЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ П. А. СОЛОВЬЕВА»

В. К. Левина
А. А. Судакова

ОБЩАЯ ХИМИЯ

Сборник задач

Общая химия: Сборник задач / Сост. В. К. Левина, А. А. Сулакова.
Рыбинск: РГАТА имени П. А. Соловьева, 2011. – 80 с.

Пособие содержит достаточный набор задач и упражнений для индивидуальных заданий, полностью соответствующих основным разделам читаемого курса химии с учетом специализации вуза.

Значительная часть заданий составлена авторами. Помимо традиционных по форме задач, многие разделы содержат вопросы комплексного характера, требующие знания разных тем курса химии. Расчетные задания сопровождаются ответами.

Пособие предназначено для студентов первого курса всех специальностей для самостоятельной работы в аудитории, а также для выполнения домашних заданий. Оно может быть использовано преподавателями для составления контрольных вопросов.

РЕЦЕНЗЕНТЫ: кафедра органической и неорганической химии ГОУ ВПО «Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского»;
доктор технических наук, профессор ГОУ ВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет» А. П. Ильин.

БИБЛИОТЕКА РГАТА

ISBN 978-5-88435-402-9

© В. К. Левина, А. А. Сулакова, 2011
© РГАТА имени П. А. Соловьева, 2011

Предисловие	4
1. Основные понятия и стехиометрические законы химии	5
2. Классы неорганических соединений.....	9
3. Строение атома	11
4. Периодический закон и периодическая система элементов Д. И. Менделеева	13
5. Химическая связь и строение молекул	16
6. Строение и свойства твердого вещества	19
7. Реакции окисления-восстановления.....	22
8. Комплексные соединения	25
9. Энергетика химических процессов. Элементы химической термодинамики	27
10. Химическая кинетика и равновесие	29
11. Концентрация растворов.....	34
12. Свойства растворов электролитов.....	38
13. Реакции в растворах электролитов	40
14. Действие кислот и щелочей на металлы.....	42
15. Гальванические элементы	44
16. Электролиз	48
17. Коррозия металлов. Методы защиты от коррозии.....	51
18. Химические свойства элементов, используемых в производстве радиоактивных материалов	57
19. Химические свойства d-металлов	64
20. Химические свойства p-элементов	69
21. Химическая идентификация веществ.....	73
Библиографический список.....	77

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сборник составлен в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта по специальности. Последовательность изложения материала в данном сборнике соответствует последовательности его изложения в лекционном курсе, установившейся в течение ряда лет на кафедре химии РГАТД имени П. А. Соловьева.

Задачи и упражнения различны по форме и степени сложности, что позволяет преподавателю подобрать индивидуальные задания для текущего контроля знаний в семестре.

Рекомендации по выполнению домашнего задания

Перед выполнением домашнего задания следует проработать соответствующий теоретический материал по конспекту лекций и учебнику, затем ознакомиться с решением типовых задач, которые рассматриваются на лекциях, практических занятиях или в сборнике задач и упражнений по химии (см. библиографический список).

Домашнее задание должно быть выполнено аккуратно и оформлено в соответствии со следующими разделами.

1. Условие задачи.
2. Решение в общем виде с использованием соответствующих формул и упражнений.
3. Расчет с подстановкой численных значений в формулы.
4. Анализ результатов и обобщение.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И СТЕХИОМЕТРИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ ХИМИИ

1. Какой объем будут занимать приведенные ниже газы при нормальных условиях (н. у.)? Сколько молей и молекул содержится в указанных массах газов?

Вариант	Газ	Масса газа
1	N_2	112 г
2	NH_3	34 г
3	CO_2	1 кг
4	Ar	200 г
5	Cl_2	71 г
6	O_2	128 г
7	PH_3	68 г
8	HCl	73 кг
9	H_2	8 г
10	SO_2	32 г
11	O_2	32 кг
12	H_2S	17 г
13	CH_4	8 кг
14	F_2	380 г
15	C_2H_6	600 г
16	NO	30 кг
17	NO_2	23 г
18	Ne	40 г
19	C_3H_8	44 кг
20	C_4H_{10}	560 г
21	Cl_2	710 кг
22	H_2	0,2 г
23	HI	64 г
24	HBr	162 кг

2. Определите молярные массы эквивалентов кислот и оснований в следующих реакциях.

Вариант	Реакция
1	$H_2SO_4 + KOH = KHSO_4 + H_2O$ $H_2SO_4 + 2KOH = K_2SO_4 + 2H_2O$
2	$Cu(OH)_2 + HCl = CuOHCl + H_2O$ $Cu(OH)_2 + 2HCl = CuCl_2 + 2H_2O$
3	$H_2SO_4 + Ca(OH)_2 = CaSO_4 + 2H_2O$ $H_2SO_4 + 2Ca(OH)_2 = Ca(OH)_2SO_4 + 2H_2O$
4	$Cu(OH)_2 + HNO_3 = CuOHNO_3 + H_2O$ $Cu(OH)_2 + 2HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2H_2O$
5	$H_2SO_4 + NaOH = NaHSO_4 + H_2O$ $H_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2H_2O$
6	$Cu(OH)_2 + HI = CuOHl + H_2O$ $Cu(OH)_2 + 2HI = CuI_2 + 2H_2O$
7	$3H_2SO_4 + 2Al(OH)_3 = Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O$ $3H_2SO_4 + Al(OH)_3 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$
8	$H_2SO_4 + Mn(OH)_2 = MnSO_4 + 2H_2O$ $H_2SO_4 + 2Mn(OH)_2 = (MnOH)_2SO_4$
9	$H_2SO_4 + Al(OH)_3 = AlOHHSO_4 + 2H_2O$ $3H_2SO_4 + 2Al(OH)_3 = Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O$
10	$Cu(OH)_2 + 2HBr = CuBr_2 + 2H_2O$ $Cu(OH)_2 + HBr = CuOHBr + H_2O$
11	$Ca(OH)_2 + H_3PO_4 = CaHPO_4 + 2H_2O$ $Ca(OH)_2 + HCl = CaOHCl + H_2O$
12	$H_3PO_4 + NaOH = NaHPO_4 + H_2O$ $H_3PO_4 + 3NaOH = Na_3PO_4 + 3H_2O$
13	$Fe(OH)_3 + HNO_3 = Fe(OH)_2NO_3 + H_2O$ $Fe(OH)_3 + 3HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + H_2O$

3. Мышьяк образует два оксида. Массовая доля кислорода в них соответственно равна 34,8 и 24,3%. Рассчитайте молярную массу эквивалента мышьяка в этих оксидах и составьте формулы оксидов.

Ответ: 15,32 и 24,92 г/моль.

4. Один оксид марганца содержит 22,56% кислорода, а другой — 50,5%. Вычислите молярные массы эквивалентов марганца в этих оксидах и составьте их формулы.

Ответ: 27,46 и 7,84 г/моль.

5. Молярная масса эквивалента трехвалентного металла равна 9 г. Вычислите атомную массу металла, молярную массу эквивалента его оксида и массовую долю кислорода в оксиде. Составьте формулу оксида.

Ответ: 27 г/моль, 17 г/моль, 47%.

6. Одна и та же масса металла соединяется с 1,591 г галогена и с 70,2 см³ кислорода, измеренного при н. у. Вычислите молярную массу эквивалента галогена.

Ответ: 126,9 г/моль.

7. Определите молярную массу двухвалентного металла, если 14,2 г оксида его образуют 30,2 г сульфата металла.

Ответ: 55 г/моль.

8. Рассчитайте молярную массу эквивалента кислоты, если на нейтрализацию 18 г её израсходовано 16 г гидроксида натрия.

Ответ: 45 г/моль.

9. При взаимодействии 3,24 г трехвалентного металла с кислотой выделяется 4,03 л водорода, измеренного при н. у. Определите молярную массу эквивалента и атомную массу металла.

Ответ: 9 и 27 г/моль.

10. 7 г железа вытесняют из кислоты 2,8 л водорода, измеренного при н. у. Определите молярную массу эквивалента металла и его валентность.

Ответ: 28 г/моль, 2.

11. Сульфид металла (II) содержит 35,23% серы. Определите молярную массу эквивалента металла, если молярная масса эквивалента серы равна 16 г/моль.

Ответ: 29,4 г/моль.

12. Из 0,4635 г оксида металла получено 0,4315 г металла. Определите молярную массу эквивалента металла и составьте формулу оксида, если валентность металла равна 1.

Ответ: 107,88 г/моль.

13. 0,291 г меди растворили в азотной кислоте, полученную соль разложили, в результате получили 0,364 г оксида меди. Определите молярную массу эквивалента меди и её валентность.

Ответ: 31,89 г/моль, 2.

14. Молярная масса эквивалента некоторого элемента ринна 25 г/моль. Вычислите: а) массовую долю (%) кислорода в оксиде этого элемента; б) объём водорода, который потребуется для восстановления 0,5 г оксида.

Ответ: а) 24,24 %; б) 0,17 л.

15. При восстановлении 0,295 г оксида олова водородом получено 0,07 г воды. Определите молярную массу эквивалента олова и составьте формулу оксида.

Ответ: 29,93 г/моль.

16. Определите молярную массу эквивалента металла, если 0,92 г его вытесняет из кислоты 114 см³ водорода, измеренного при н. у.

Ответ: 90,39 г/моль.

17. При пропускании сероводорода через раствор, содержащий 2,98 г хлорида некоторого одновалентного металла, образуется 2,2 г сульфида. Вычислите молярную массу эквивалента металла.

Ответ: 45,15 г/моль.

18. Определите молярную массу эквивалента двухвалентного металла, если из 96,3 г его оксида можно получить 177,3 г его нитрата.

Ответ: 56,2 г/моль.

19. При восстановлении 5,1 г оксида металла (З) образовалось 2,7 г воды. Определите молярную массу эквивалента и атомную массу металла.

Ответ: 17 и 51 г/моль.

20. На нейтрализацию 0,471 г фосфористой кислоты израсходовано 0,644 г КОН. Вычислите молярную массу эквивалента кислоты.

Ответ: 29,25 г/моль.

21. При восстановлении 0,91 г оксида ванадия образовалось 0,45 г воды. Определите молярную массу эквивалента ванадия и составьте формулу его оксида.

Ответ: 18,2 г/моль.

2. КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

22. Осуществите цепочку превращений. Напишите уравнения реакций в молекулярной форме.

Вариант	Цепочка превращений
1	$PbO \rightarrow Pb(NO_3)_2 \rightarrow Pb(OH)_2 \rightarrow Na_2[Pb(OH)_4] \rightarrow PbSO_4$
2	$Sn \rightarrow SnCl_2 \rightarrow Sn(OH)_2 \rightarrow K_2[Sn(OH)_4] \rightarrow Sn(NO_3)_2$
3	$Al \rightarrow Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow Na_3[Al(OH)_6] \rightarrow AlCl_3$
4	$Fe \rightarrow FeCl_2 \rightarrow Fe(OH)_2 \rightarrow Fe(OH)NO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_2$
5	$Cu \rightarrow CuSO_4 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow (CuOH)_2SO_4 \rightarrow Fe(NO_3)_2$
6	$Ni \rightarrow NiSO_4 \rightarrow Ni(OH)_2 \rightarrow NiOHCl \rightarrow NiCl_2$
7	$CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow CaCl_2$
8	$Cr_2(SO_4)_3 \rightarrow Cr(OH)_3 \rightarrow Na_3[Cr(OH)_6] \rightarrow CrCl_3 \rightarrow Cr(NO_3)_3$
9	$BeO \rightarrow BeCl_2 \rightarrow Be(OH)_2 \rightarrow K_2[Be(OH)_4] \rightarrow BeSO_4$
10	$CaO \rightarrow CaCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CaCl_2$
11	$H_2PO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 \rightarrow CaHPO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow Ca(NO_3)_2$
12	$PbO \rightarrow Na_2[Pb(OH)_4] \rightarrow Pb(NO_3)_2 \rightarrow Pb(OH)_2 \rightarrow PbOHCl$
13	$CrCl_3 \rightarrow Cr(OH)_3 \rightarrow CrOHNO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 \rightarrow Cr(OH)_3$
14	$ZnO \rightarrow Zn(NO_3)_2 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4]$
15	$Si \rightarrow Na_2SiO_3 \rightarrow H_2SiO_3 \rightarrow SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$
16	$FeCl_3 \rightarrow Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow FePO_4$
17	$Al_2O_3 \rightarrow AlCl_3 \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow K_3[Al(OH)_6] \rightarrow Al_2(SO_4)_3$
18	$Pb(NO_3)_2 \rightarrow PbS \rightarrow Pb(NO_3)_2 \rightarrow Pb(OH)_2 \rightarrow Na_2PbO_2$
19	$Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow AlON(NO_3)_2 \rightarrow Al(NO_3)_3 \rightarrow K_3[Al(OH)_6]$

23. Напишите молекулярные уравнения получения ниже приведенных солей из соответствующих кислот и оснований. Определите заряды основного и кислотного остатков для каждой из солей.

Вариант	2	Соли	3	4
1	$KHSO_4$	$Ca(NO_3)_2$	$FeOHNO_4$	
2	$Ca(HSO_4)_2$	K_2CO_3	$Bi(OH)_2NO_3$	
3	$(CuOH)_2SO_3$	$NaHSO_4$	$Cr(NO_3)_3$	
4	KH_2PO_4	Al_2S_2	$(CaOH)_2SO_4$	

1	2	3	4
5	BiOHCl_2	$\text{Al}(\text{HSO}_3)_3$	$\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$
6	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{AlOH}(\text{NO}_3)_2$	CuSO_4
7	Na_2S	$\text{Be}(\text{NO}_3)_2$	$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$
8	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	KHCO_3	$(\text{FeOH})_2\text{SO}_4$
9	PbOHNO_3	$\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$
10	$\text{K}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$	NH_4NO_3	$\text{AlOH}(\text{NO}_3)_2$
11	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	K_2BeO_2	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
12	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	$(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$	$\text{Al}(\text{HSO}_3)_3$
13	TiOH_2SO_4	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	$\text{Zn}(\text{HS})_2$
14	$\text{Al}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	$(\text{MgOH})_2\text{CO}_3$
15	TiCl_4	K_2CO_3	FeOHCl_2
16	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	BaOHNO_3	SrCl_2
17	$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$	$\text{Zn}(\text{HSO}_4)_2$	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3$
18	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	Mn_2S_3	$\text{Al}_2(\text{HPO}_4)_3$
19	ZnS	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	$(\text{BaOH})_2\text{SO}_4$
20	$\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6]$	AlOH_2SO_4	$\text{Bi}(\text{HCO}_3)_3$
21	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	CuOHCl	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
22	$\text{Ti}(\text{OH})_3\text{Cl}$	NH_4NO_3	NaNHCO_3
23	BaCl_2	$\text{Mn}(\text{OH})_3\text{NO}_3$	$\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$
24	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Sn}(\text{OH})_5\text{Cl}$	KHCO_3

1	2
9	$\text{Al}(\text{OH})_3 + ? = \text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + ?$
10	$\text{Fe}(\text{HSO}_4)_3 + ? = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + ?$
11	$\text{Ti}(\text{OH})_4 + ? = \text{Na}_2\text{TiO}_3 + ?$
12	$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + ? = \text{CuCO}_3 + ?$
13	$\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + 7 = \text{ZnSO}_4 + ?$
14	$\text{Bi}(\text{OH})_3 + ? = \text{BiOH}_2\text{SO}_4 + ?$
15	$\text{KHCO}_3 + ? = \text{K}_2\text{CO}_3 + ?$
16	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + ? = \text{PbS} + ?$
17	$(\text{ZnOH})_2\text{CO}_3 + ? = \text{ZnCO}_3 + ?$
18	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 + ? = \text{BaSO}_4 + ?$
19	$\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2 + ? = \text{MgSO}_3 + ?$
20	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 + ? = \text{Na}_3\text{PO}_4 + ?$
21	$\text{Cd}(\text{OH})_2 + ? = \text{Cd}(\text{HSO}_4)_2 + ?$
22	$(\text{BaOH})_2\text{CO}_3 + ? = \text{BaCO}_3 + ?$
23	$\text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4] + ? = \text{PbCl}_2 + ?$
24	$\text{KH}_2\text{PO}_4 + ? = \text{K}_3\text{PO}_4 + ?$

24. Закончите уравнения приведенных реакций.

Вариант	Уравнения реакций
1	2
1	$\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2 + ? = \text{BaCO}_3 + ?$
2	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + ? = \text{CaCO}_3 + ?$
3	$(\text{MgOH})_2\text{SO}_4 + ? = \text{MgSO}_4 + ?$
4	$\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + ? = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + ?$
5	$\text{K}_2[\text{Be}(\text{OH})_4] + ? = \text{BeCl}_2 + ?$
6	$\text{NaOH} + ? = \text{NaNH}_2 + ?$
7	$\text{Cu}(\text{OH})_2 + ? = \text{CuOHNO}_3 + ?$
8	$\text{Zn}(\text{OH})_2 + ? = \text{ZnOHCl} + ?$

3. СТРОЕНИЕ АТОМА

25. Составьте электронные формулы атомов с порядковыми номерами (см. варианты) и определите:

- а) электронное семейство;
 б) химический характер элемента;
 в) валентность в стабильном состоянии и максимальную.

Приведите формулы оксидов и гидроксидов, соответствующих валентным состояниям, и укажите их кислотно-основные свойства.

Варианты:

- 1) 20 и 43; 2) 19 и 47; 3) 33 и 24; 4) 17 и 40;
 5) 31 и 23; 6) 13 и 30; 7) 32 и 42; 8) 35 и 41;
 9) 34 и 39; 10) 15 и 43; 11) 49 и 26; 12) 37 и 25;
 13) 53 и 25; 14) 7 и 47; 15) 14 и 48; 16) 38 и 24;

- 17) 51 и 29; 18) 50 и 22; 19) 52 и 21; 20) 35 и 22;
21) 16 и 42; 22) 12 и 57; 23) 55 и 21.

26. Внешний и часть предвнешнего уровня атома записывается формулой $\dots 4d^5 5s^1$. К какому электронному семейству относится элемент? Укажите валентные электроны, возможные валентные состояния, химический характер элемента, его оксидов и гидроксидов.

27. Внешний и часть предвнешнего уровня атома записывается формулой $\dots 4d^3 5s^2$. К какому электронному семейству относится элемент? Где располагаются валентные электроны? Укажите валентность в стационарном и возбужденном состояниях, химический характер элемента и образуемых им оксидов.

28. Внешний и часть предвнешнего уровня атома записывается формулой $\dots 3d^3 4s^2$. К какому электронному семейству относится элемент? Где располагаются валентные электроны? Укажите валентность в стационарном и возбужденном состояниях, химический характер элемента и образуемых им оксидов.

29. Внешний и часть предвнешнего уровня атома записывается формулой $\dots 4d^1 5s^2$. К какому электронному семейству относится элемент? Где располагаются валентные электроны? Укажите валентность в стационарном и возбужденном состояниях, химический характер элемента, его оксидов и гидроксидов.

30. Внешний и часть предвнешнего уровня атома записывается формулой $\dots 3d^1 4s^2$. Определите: 1) какой это элемент; 2) электронное семейство; 3) валентность в невозбужденном и возбужденном состояниях; 4) химический характер элемента, его оксидов и гидроксидов.

31. В чём сущность принципа наименьшей энергии? Какие орбитали атома заполняются электронами раньше: 4s или 3d; 5s или 4p; 4d или 4p? Почему?
Составьте электронную формулу атома с порядковым номером 49, укажите его валентные электроны. Определите химический характер образуемых им оксидов и гидроксидов.

32. В чем заключается принцип несовместимости Паули? Может ли быть на каком-нибудь подуровне атома p^7 или d^{12} электронов? Почему?

Составьте электронную формулу атома элемента с порядковым номером 23, укажите его валентные электроны. Определите химический характер образуемых им оксидов и гидроксидов.

33. Что такое сродство к электрону? В каких единицах оно выражается? Мерой каких свойств оно является? Как изменяется в периоде и в группе в периодической системе с увеличением порядкового номера элемента? У какого элемента сильнее выражены неметаллические и окислительные свойства и почему: а) азота или мышьяка; азота или фтора; б) серы или теллура; серы или хлора; в) хлора или йода; хлора или фосфора?

34. Что такое энергия ионизации? В каких единицах она выражается? Мерой каких свойств она является? У какого элемента сильнее выражены металлические и восстановительные свойства? Почему? Варианты: а) кальция и цинка; кальция и железа; б) калия или рубидия; калия или меди; в) стронция или магния; стронция или кадмия?

35. Что такое электроотрицательность? Какие свойства атомов элементов она характеризует? Как изменяется электроотрицательность р-элементов в периоде, в группе периодической системы с увеличением порядкового номера? Приведите примеры элементов, имеющих наибольшее значение электроотрицательности? Какими окислительно-восстановительными свойствами они обладают?

4. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

36. Почему элемент А проявляет неметаллические свойства, а В – металлические? Ответ мотивируйте строением атомов этих элементов. Напишите формулы оксидов и гидроксидов элементов А и В и укажите их химический характер.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	Cl	P	S	As	Si	Br	Se	As	Se	Br
B	Mn	V	Cr	Nb	Ti	Tc	Mo	V	Cr	Mn

37. У какого элемента сильнее выражены металлические свойства? Какие из этих элементов образуют газообразное соединение с водородом? Ответ мотивируйте строением атомов элементов.

Варианты: а) хрома или селена; б) ванадия или мышьяка; в) титана или германия; г) кадмия или цинка; д) ниобия или сурьмы; е) рубидия или серебра; ж) молибдена или теллура?

38. У какого из *d*-элементов периодической системы сильнее выражены неметаллические свойства? Какое из водородных соединений данных элементов более сильный восстановитель? Ответ мотивируйте строением атомов элементов.

Варианты: а) фосфора или сурьмы; б) серы или селена; в) фтора или брома; г) кремния или германия?

39. Составьте формулы оксидов и гидроксидов элементов третьего периода периодической системы, отвечающих их высшей степени окисления. Как и почему изменяется химический характер этих соединений при переходе от натрия к хлору?

40. Составьте формулы оксидов и гидроксидов элементов четвертого периода главных подгрупп периодической системы, отвечающих их высшей степени окисления. Как изменяются их кислотно-основные свойства при переходе от калия к бромю? Почему?

41. Как влияет повышение степени окисления элемента на свойства образуемых им оксидов и гидроксидов? Исходя из этой закономерности, определите, какой из двух гидроксидов является более сильным основанием?

Варианты:

- | | |
|--|---|
| 1) CuOH или $\text{Cu}(\text{OH})_2$; | 6) TlOH или $\text{Tl}(\text{OH})_3$; |
| 2) $\text{Sn}(\text{OH})_2$ или $\text{Sn}(\text{OH})_4$; | 7) ScOH или $\text{Sc}(\text{OH})_3$; |
| 3) $\text{Cr}(\text{OH})_2$ или $\text{Cr}(\text{OH})_3$; | 8) $\text{Rb}(\text{OH})_2$ или $\text{Rb}(\text{OH})_4$; |
| 4) $\text{Fe}(\text{OH})_2$ или $\text{Fe}(\text{OH})_3$; | 9) $\text{Co}(\text{OH})_2$ или $\text{Co}(\text{OH})_3$; |
| 5) $\text{Mn}(\text{OH})_2$ или $\text{Mn}(\text{OH})_4$; | 10) $\text{Ni}(\text{OH})_2$ или $\text{Ni}(\text{OH})_3$. |

42. Как влияет длина связи на ее прочность? Исходя из положения элемента в периодической системе, дайте мотивированный ответ, какой из гидроксидов более сильное основание.

Варианты:

- 1) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ или $\text{Sr}(\text{OH})_2$; $\text{Zn}(\text{OH})_2$ или $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

- | | |
|--|---|
| 2) $\text{Sr}(\text{OH})_2$ или $\text{Ba}(\text{OH})_2$; | $\text{Sr}(\text{OH})_2$ или $\text{Cd}(\text{OH})_2$. |
| 3) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ или $\text{Mg}(\text{OH})_2$; | KOH или CuOH . |
| 4) KOH или $\text{Ca}(\text{OH})_2$; | $\text{Ca}(\text{OH})_2$ или $\text{Zn}(\text{OH})_2$. |
| 5) KOH или RbOH ; | RbOH или AgOH . |
| 6) $\text{Fe}(\text{OH})_2$ или $\text{Ca}(\text{OH})_2$; | $\text{Ca}(\text{OH})_2$ или $\text{Zn}(\text{OH})_2$. |

43. Исходя из положения германия, молибдена и рения в периодической системе, составьте формулы следующих соединений: водородного соединения германия, рениевой кислоты и оксида молибдена, отвечающего его высшей степени окисления. Изобразите графически формулы этих соединений.

44. Исходя из положения мышьяка, вольфрама и технеция в периодической системе, составьте формулы следующих соединений: водородного соединения мышьяка, вольфрамовой кислоты и оксида технеция, отвечающего его высшей степени окисления. Изобразите графически формулы этих соединений.

45. Равноценны ли понятия валентность и степень окисления элемента? Определите валентность и степень окисления элемента в его соединениях (см. вариант).

Как влияет изменение степени окисления на окислительно-восстановительные свойства элемента? Где располагаются наиболее сильные окислители и восстановители в периодической системе и почему?

Варианты:

- | | |
|---|---|
| 1) HCN , CF_4 , HCOOH ; | 2) HNO_3 , NH_2OH , N_2H_4 ; |
| 3) H_2S , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, CS_2 ; | 4) HCN , SOCl_2 , CO_2 . |

46. Какую низшую степень окисления проявляет водород, фтор, фосфор и селен? Почему? Составьте формулы соединений кадмия с этими элементами с этой их степенью окисления. Как называются соответствующие соединения?

47. Какую низшую степень окисления проявляет хлор, сера, азот и углерод? Почему? Составьте формулы соединений водорода, алюминия с этими элементами с этой их степенью окисления. Как называются соответствующие соединения?

48. Какую низшую и высшую степень окисления проявляет кремний, мышьяк, сера и бром? Почему? Составьте формулы соединений разных элементов, отвечающих этим степеням окисления.

49. Составьте электронные формулы следующих частиц. Определите их окислительно-восстановительные свойства, исходя из электронного строения.

Варианты:

- | | |
|--|---|
| 1) Cl^{1-} , Cr^{6+} , S^{4+} ; | 6) As^{3-} , Zn^0 , Tc^{7+} ; |
| 2) N^{3-} , N^{5+} , Na^0 ; | 7) H^{1-} , Se^{4+} , C^{2+} ; |
| 3) S^{6+} , Mg^{2+} , Mn^{4+} ; | 8) N^{3+} , Cu^{2+} , Si^{4+} ; |
| 4) Mn^0 , Mn^{7+} , Cl^{5+} ; | 9) Ge^{4-} , V^{5+} , Mn^{6+} ; |
| 5) S^0 , S^{2-} , V^{7+} ; | 10) Cl^{7+} , Cr^{3+} , P^{3-} . |

5. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛ

50. Какую химическую связь называют ковалентной? Что является причиной направленности ковалентной связи? Как метод ВС (валентной связи) объясняет строение молекул (показать на соответствующих схемах перекрытия атомных орбиталей).

Варианты:

- | | |
|---|--|
| 1) H_2S и BeCl_2 ; | 2) PF_3 и SiH_4 ; |
| 3) F_2O и BCl_3 ; | 4) NH_3 и SiCl_4 ; |
| 5) SCl_2 и CF_4 ; | 6) AsH_3 и GeF_4 ; |
| 7) NCl_3 и H_2Te ; | 8) BeF_2 и PH_3 ; |
| 9) Cl_2O и H_3B ; | 10) AsCl_3 и SiF_4 . |

51. Какова пространственная структура четырехатомных молекул типа AB_3 ? Рассмотрите на примерах (показать на схемах перекрытия атомных орбиталей). Определите дипольный момент молекул (больше или равен нулю).

Варианты:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1) AsCl_3 , AlF_3 ; | 2) PH_3 , BCl_3 ; |
| 3) NF_3 , GaI_3 ; | 4) SbBr_3 , H_3B ; |
| 5) PCl_3 , AlBr_3 . | |

52. Какая ковалентная связь называется неполярной и какая полярной? Что служит количественной мерой полярности ковалентной связи? Составьте электронные схемы молекул (показать перекрытие атомных орбиталей, участвующих в образовании связей). Какие из них являются дипольными?

Варианты:

- | | |
|---|--|
| 1) N_2 , H_2O , BeF_2 ; | 2) O_2 , HBr , H_3B ; |
| 3) Cl_2 , H_2Se , CCl_4 ; | 4) F_2 , HI , SiF_4 ; |
| 5) H_2S , CO_2 , HgCl_2 ; | 6) GeF_4 , CO , SF_6 ; |
| 7) NCl_3 , Br_2O , BF_3 ; | 8) SbCl_3 , Cl_2O , CF_4 ; |
| 9) CH_4 , SeCl_2 , I_2 ; | 10) AsH_3 , SO_2 , BeI_2 . |

53. Что такое дипольный момент связи? Как определяется дипольный момент молекулы? Как влияет строение молекулы на величину дипольного момента? Определите дипольный момент (больше или равен нулю) молекул.

Варианты:

- | | |
|---|--|
| 1) PCl_3 и H_3B ; | 2) AsF_3 и GaI_3 ; |
| 3) H_2Se и BeF_2 ; | 3) Cl_2O и ZnCl_2 . |

54. Что понимают под кратностью ковалентной связи? Что такое σ - и π -связь? Рассмотрите на примере молекул кислорода и азота. Как влияет кратность на прочность связи? Какая из приведенных молекул прочнее?

55. Какой способ образования ковалентной связи называется донорно-акцепторным? Покажите на соответствующих схемах механизм образования связей в ионах NH_4^+ и BF_4^- . Укажите донор и акцептор.

56. Какая химическая связь называется ионной? Каков механизм её образования? Каковы свойства ионной связи и чем она отличается от ковалентной? Приведите два примера типичных ионных соединений. Составьте уравнения превращения соответствующих ионов в нейтральные атомы.

57. Какая химическая связь называется металлической? Каков механизм её образования? Какими свойствами она характеризуется? Почему? Сравните свойства металлической связи со свойствами ионной и ковалентной связей.

58. Определите тип химической связи в указанных веществах. Для ковалентных молекул определите их полярность и геометрическую форму, показав на соответствующих схемах перекрытие атомных орбиталей, участвующих в образовании связей.

Варианты:

- 1) I_2 , RbF, Mn, Vr_2O , CH_4 ;
- 2) BeH_2 , Fe, VBr_3 , O_2 , H_2S ;
- 3) Cl_2 , P₃, VeF_2 , KCl, Sr;
- 4) VF_3 , H_2 , SbH_3 , Na, CaI_2 ;
- 5) $AsCl_3$, Ga, $AlBr_3$, CF_4 , Br_2 ;
- 6) CsF , H_2Te , $SiCl_4$, HI, Cd;
- 7) Cu, NF_3 , CaI_2 , VCl_3 , N_2 .

59. Распределите электроны атома азота и фосфора по квантовым ячейкам (орбиталям). Объясните, почему с точки зрения метода ВС для азота пятивалентное состояние невозможно, а для фосфора – возможно.

60. Какая химическая связь называется донорно-акцепторной или координационной? Рассмотрите образование следующих комплексных ионов на основе метода ВС, укажите донор и акцептор.

Варианты:

- 1) $HgI_2 + 2I^- = [HgI_4]^{2-}$;
- 2) $Ni^{2+} + 6H_2O = [Ni(H_2O)_6]^{2+}$;
- 3) $Cu^{2+} + 4NH_3 = [Cu(NH_3)_4]^{2+}$;
- 4) $AuCl_3 + Cl^- = [AuCl_4]^-$;
- 5) $SiF_4 + 2F^- = [SiF_6]^{2-}$;
- 6) $Zn(OH)_2 + 2OH^- = [Zn(OH)_4]^{2-}$;
- 7) $Ag^+ + 2NH_3 = [Ag(NH_3)_2]^+$.

61. Какие типы химической связи имеются в следующих соединениях? Каков механизм образования этих связей?

Варианты:

- 1) NH_4Cl ;
- 2) $K[BF_4]$;
- 3) $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$;
- 4) $[Ag(NH_3)_2]Cl$;
- 5) $H[AuCl_4]$;
- 6) $K_3[Al(OH)_6]$;
- 7) $H_2[SiF_6]$.

6. СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ТВЕРДОГО ВЕЩЕСТВА

62. Какие силы межмолекулярного взаимодействия называются ориентационными, индукционными и дисперсионными? Какова природа сил взаимодействия между молекулами в смеси, состоящей из следующих газообразных веществ (см. вариант). Дать объяснение.

Вариант	Газообразные вещества	Вариант	Газообразные вещества
1	CO_2 , N_2 , O_2	11	HBr , NO , N_2
2	HCl , H_2 , Cl_2	12	SO_2 , N_2O , H_2
3	NH_3 , N_2 , H_2	13	CO , NH_3 , He
4	N_2 , O_2 , NO	14	AsH_3 , H_2 , H_2O
5	H_2S , N_2 , H_2	15	SiF_4 , Ar , N_2
6	CH_4 , Ne , HCl	16	NO , O_2 , NO_2
7	HF , H_2O , O_2	17	H_3V , H_2 , He
8	CO , CO_2 , Ne	18	HBr , Br_2 , H_2
9	PH_3 , H_2O , NO	19	I_2 , H_2O , O_2
10	HCl , O_2 , N_2	20	F_2 , HF , O_2

63. Какие виды связи имеются в кристаллах простых веществ, образованных элементами с порядковыми номерами (см. вариант)? Укажите тип решетки и охарактеризуйте физические свойства этих веществ в кристаллическом состоянии.

Вариант	Номер элемента	Вариант	Номер элемента
1	12, 35, 40, 54	7	17, 20, 25, 54
2	3, 14, 32, 44	8	4, 40, 53, 76
3	9, 22, 37, 50	9	1, 5, 48, 86
4	6, 17, 24, 35	10	14, 35, 38, 53
5	7, 20, 27, 36	11	24, 17, 50, 20
6	8, 30, 53, 72	12	40, 1, 38, 54

64. Какие виды связи имеются в кристаллах веществ? Определите тип решетки и характерные физические свойства этих веществ в кристаллическом состоянии.

Вариант	Вещества	Вариант	Вещества
1	H ₂ O, Ni, Si, KCl	13	RbF, Mo, F ₂ , NO
2	Ne, Mg, LiF, алмаз	14	Ag, P ₂ O ₅ , NaBr, Cl ₂ O
3	NH ₃ , Fe, Ge, CaBr ₂	15	SrO, Nb, CH ₄ , Xe
4	MgI ₂ , BCl ₃ , Co, B	16	Cu, SCl ₂ , Cs ₂ O, SiC
5	I ₂ , Cd, CsF, CO ₂	17	St, KBr, BH ₃ , F ₂
6	BeCl ₂ , CCl ₄ , Ti, Br ₂	18	Au, F ₂ O, AlCl ₃ , Ge
7	C, HBr, Zn, RbCl	19	Sn, LiI, SeO ₂ , N ₂
8	O ₂ , SnI ₂ , Na, Si	20	S ₂ , Pb, BaS, P ₂ O ₅
9	SiC, MgO, Al, SO ₂	21	C ₆ H ₆ , Pt, NaF, N ₂ O
10	CaCl ₂ , SiCl ₄ , N ₂ , Mn	22	CsI, SO ₃ , Zr, Cl ₂
11	Cr, PCl ₃ , MgCl ₂ , Ge	23	Sc, Na ₂ O, AsCl ₃ , He
12	N ₂ O ₅ , Ni, ZnCl ₂ , Si	24	Fe, H ₂ S, BaS, Ar

65. У какого из приведенных ниже веществ должна быть наибольшая температура плавления, у какого наиболее низкая? Ответ поясните, исходя из свойств соответствующих кристаллов.

Вариант	Вещества	Вариант	Вещества
1	H ₂ O, CCl ₄ , KCl	6	MgCl ₂ , N ₂ , HCl
2	Kr, CO ₂ , Fe	7	Si, CO, O ₂
3	CuO, I ₂ , HI	8	KBr, Kr, HBr
4	CO ₂ , SO ₂ , NaI	9	HF, Ni, NaCl
5	Ne, C, Hg	10	Ne, CH ₄ , SiC

66. Чем отличается структура кристаллов SiF₄ от структуры кристаллов Si и F₂? Какие физические свойства характерны для этих веществ в кристаллическом состоянии? Назовите виды связей в этих кристаллах.

67. Чем отличается структура кристаллов NaCl от структуры кристаллов Na и Cl₂? Какие физические свойства характерны для этих веществ в кристаллическом состоянии? Назовите виды связей в этих кристаллах.

68. Какие из перечисленных веществ при переходе из газообразного состояния в конденсированное сохраняют молекулярную структуру? Ка-

кие изменения претерпевают при этом остальные вещества? Охарактеризуйте физические свойства указанных веществ в твердом состоянии.

Варианты:

- 1) O₂, Na₂, NaCl, PCl₅;
- 2) KI, K₂, CCl₄, Li₂;
- 3) H₂O, F₂, KBr, K₂;
- 4) C₂, NaF, N₂O₅, Ca₂;
- 5) NH₃, Be₂, Si₂, Rb;
- 6) Mg₂, B₂, SO₂, KCl.

69. Исходя из температур плавления ряда веществ, определите какие из них имеют молекулярную решетку. Какие типы решеток имеют остальные вещества? Охарактеризуйте их свойства.

Вариант	Вещество	T _{пл} , К
1	Ne	24
	SiO ₂	2000
2	NaCl	1073
	Si	1700
3	PdCl ₂	1200
	HI	222,3
4	CH ₄	89
	NaF	1268
5	Fe	1812
	HF	181
6	Ge	1210
	Li ₂ O	1843
7	B	2573
	H ₂ O	273
8	MgF ₂	1536
	Na ₂ O	1193
9	P ₄	317
	Cr	2099

70. С учетом каких факторов можно объяснить закономерности в изменении температур плавления в ряду простых веществ, образующих элементами второго периода, простых веществ в ряду галогенов?

7. РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ-ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Окончание табл.

71. Определите окислительно-восстановительные свойства элементов в следующих его соединениях. Как влияет изменение степени окисления на окислительно-восстановительные свойства элемента? Почему?

Варианты:

- | | |
|---|--|
| 1) SO_2 , Na_2S , H_2S , H_2SO_4 ; | 9) K_2SO_3 , H_2S , MgSO_4 ; |
| 2) CrO , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$; | 10) N_2H_4 , HNO_2 , KNO_3 ; |
| 3) KMnO_4 , MnS , $\text{Mn}(\text{OH})_2$; | 11) Na_2CrO_4 , CrSO_4 , KCrO_2 ; |
| 4) HNO_3 , NH_2OH , NH_3 ; | 12) Mn_2O_7 , K_2MnO_3 , MnSO_4 ; |
| 5) Na_2Se , K_2SeO_3 , H_2SeO_4 ; | 13) NaNNO_2 , N_2O_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; |
| 6) KClO_3 , HCl , NaClO_4 ; | 14) PbCl_2 , K_3PO_4 , Mg_3P_2 ; |
| 7) PH_3 , H_3PO_3 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$; | 15) H_3AsO_4 , AsH_3 , NaAsO_2 . |
| 8) HClO , Cl_2O_7 , NaCl ; | |

72. Определите, какой из приведенных процессов является процессом окисления или восстановления? Почему?

Вариант	2	3
1	$(\text{Cr}_2\text{O}_7)^{2-} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$	$(\text{NO}_2)^- \rightarrow (\text{NO}_3)^-$
2	$\text{P}^0 \rightarrow (\text{PO}_3)^{3-}$	$(\text{ClO})^- \rightarrow \text{Cl}^-$
3	$\text{MnO}_2 \rightarrow (\text{MnO}_4)^-$	$\text{S} \rightarrow (\text{SO}_3)^{2-}$
4	$(\text{MnO}_4)^- \rightarrow (\text{MnO}_4)^{2-}$	$\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2$
5	$(\text{NO}_3)^- \rightarrow \text{NO}$	$\text{P} \rightarrow (\text{PO}_4)^{3-}$
6	$(\text{ClO}_3)^- \rightarrow (\text{ClO}_4)^-$	$(\text{SO}_4)^{2-} \rightarrow \text{SO}_2$
7	$\text{Cl}_2 \rightarrow (\text{ClO})^-$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeO}$
8	$(\text{MnO}_4)^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$	$\text{Zn} \rightarrow (\text{ZnO}_2)^{2-}$
9	$(\text{NO}_3)^- \rightarrow \text{NO}_2$	$\text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn}^{2+}$
10	$(\text{SO}_4)^{2-} \rightarrow \text{S}^{2-}$	$\text{Br}_2 \rightarrow (\text{BrO})^-$
11	$\text{Cl}^- \rightarrow (\text{ClO}_4)^-$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow (\text{FeO}_4)^{2-}$
12	$(\text{NO}_3)^- \rightarrow \text{NH}_3$	$\text{Cr}^{3+} \rightarrow (\text{Cr}_2\text{O}_7)^{2-}$
13	$\text{TiO}_2 \rightarrow \text{Ti}$	$\text{Co}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_3$
14	$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow (\text{OH})^-$	$\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$
15	$\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag}$	$(\text{S}_2\text{O}_3)^{2-} \rightarrow (\text{SO}_4)^{2-}$
16	$\text{TiCl}_2 \rightarrow \text{TiCl}_4$	$(\text{CrO}_2)^- \rightarrow (\text{CrO}_4)^{2-}$

1	2	3
17	$\text{PbO}_2 \rightarrow (\text{PbO}_2)^{2-}$	$(\text{SO}_3)^{2-} \rightarrow (\text{SO}_4)^{2-}$
18	$(\text{AsO}_3)^{3-} \rightarrow (\text{AsO}_4)^{3-}$	$\text{FeS} \rightarrow \text{S}$
19	$(\text{NO}_3)^- \rightarrow \text{N}_2\text{O}$	$\text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
20	$\text{CrO}_3 \rightarrow \text{CrCl}_3$	$\text{I}_2 \rightarrow (\text{IO})^-$
21	$(\text{ClO}_3)^- \rightarrow \text{Cl}^-$	$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$
22	$\text{I}_2 \rightarrow (\text{IO}_3)^-$	$\text{As}^{3+} \rightarrow (\text{AsO}_4)^{3-}$
23	$(\text{NO}_2)^- \rightarrow \text{NO}$	$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
24	$(\text{NO}_3)^- \rightarrow (\text{NH}_4)^+$	$\text{Se}^{2-} \rightarrow (\text{SeO}_4)^{2-}$

73. Для реакции окисления-восстановления укажите, какое вещество является окислителем, а какое восстановителем. Подберите коэффициенты методом электронного баланса.

Вариант	Уравнения реакций
1	1
1	$\text{KMnO}_4 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HClO}_4 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$
2	$\text{H}_2\text{S} + \text{HClO} \rightarrow \text{S} + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{KOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
3	$\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$ $\text{PbS} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
4	$\text{CaH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$ $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + \text{NaOH} + \text{PbO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$
5	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$
6	$\text{As}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$ $\text{TiO}_2 + \text{C} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{TiCl}_4 + \text{CO}$
7	$\text{NaBrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaBr} \rightarrow \text{Br}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CuI}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{I}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
8	$\text{I}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaI} + \text{NaIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Bi}_2\text{O}_3 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KBiO}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
9	$\text{I}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HIO}_3 + \text{HCl}$ $\text{P} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PH}_3 + \text{KH}_2\text{PO}_4$

1	2
10	$KIO_3 + KI + H_2SO_4 \rightarrow I_2 + K_2SO_4 + H_2O$ $KMnO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + O_2 + H_2O$
11	$S + NaOH \rightarrow Na_2SO_3 + Na_2S + H_2O$ $Na_3[Cr(OH)_6] + Na_2O_2 \rightarrow Na_2CrO_4 + NaOH + H_2O$
12	$NaClO + KI + H_2SO_4 \rightarrow NaCl + I_2 + K_2SO_4 + H_2O$ $KMnO_4 + H_2S + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + S + H_2O$
13	$Cr_2O_3 + KNO_3 + KOH \rightarrow K_2CrO_4 + KNO_2 + H_2O$ $Cl_2 + KOH \rightarrow$ (холодный) $KCl + KClO + H_2O$ раствор)
14	$H_2S + HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + NO + H_2O$ $KI + H_2SO_{4(конц)} \rightarrow K_2SO_4 + H_2S + I_2 + H_2O$
15	$NaHSO_3 + Cl_2 + H_2O \rightarrow NaHSO_4 + HCl$ $FeSO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$
16	$(NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow Cr_2O_3 + N_2 + H_2O$ $AgNO_3 \rightarrow Ag + NO_2 + O_2$
17	$Cr(NO_3)_3 \rightarrow Cr_2O_3 + NO_2 + O_2$ $Fe_2O_3 + KNO_3 + KOH \rightarrow K_2FeO_4 + KNO_2 + H_2O$
18	$Br_2 + SO_2 + H_2O \rightarrow HBr + H_2SO_4$ $PbO_2 + HNO_3 + H_2O_2 \rightarrow Pb(NO_3)_2 + O_2 + H_2O$
19	$FeSO_4 + HNO_{3(конц)} \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO_2 + H_2SO_4 + H_2O$ $H_2O_2 + KOH + MnSO_4 \rightarrow H_2O + MnO_2 + K_2SO_4$
20	$I_2 + Cl_2 + H_2O \rightarrow HIO_3 + HCl$ $CuS + HNO_{3(конц)} \rightarrow CuSO_4 + NO_2 + H_2O$
21	$K_2MnO_4 + H_2O \rightarrow MnO_2 + KOH + KMnO_4$ $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 + K_2SO_3 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$
22	$KI + Cl_2 \rightarrow I_2 + KCl$ $P + HNO_{3(конц)} \rightarrow H_3PO_4 + NO_2 + H_2O$
23	$H_2S + HNO_{3(конц)} \rightarrow S + NO_2 + H_2O$ $NaCrO_2 + Br_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + NaBr + H_2O$
24	$PH_3 + HNO_3 \rightarrow H_3PO_4 + NO + H_2O$ $KCrO_2 + H_2O_2 + KOH \rightarrow K_2CrO_4 + H_2O$

8. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

74. Составьте в молекулярной и ионной форме уравнения реакций получения следующих комплексных соединений.

Вариант	Комплексные соединения
1	2 $K_2[PtCl_4]$, $Na_2[Sn(OH)_4]$, $H_2[PtCl_6]$
2	$[Ag(NH_3)_2]NO_3$, $[Cu(NH_3)_4]SO_4$, $H[AuCl_4]$
3	$[Cr(H_2O)_6]Cl_2$, $K_3[Co(NO_2)_6]$, $Na[Al(OH)_4]$
4	$[Ag(CN)_2]$, $[Ni(NH_3)_6](OH)_2$, $Na[Al(OH)_4]$
5	$[Cd(NH_3)_4]SO_4$, $K_2[Ni(CN)_4]$, $[Ag(NH_3)_2]NO_2$
6	$[Ag(SCN)_2]$, $K_2[Zn(CN)_4]$, $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$
7	$K_4[TiCl_6]$, $[Co(NH_3)_6](NO_2)_3$, $K_2[PtCl_6]$
8	$Na[Sb(SO_4)_2]$, $[Pt(H_2O)_2(OH)_4]$, $[Cu(NH_3)_4]Cl_2$
9	$K[SbCl_6]$, $Na[Cr(H_2O)_2Br_4]$, $H_2[PtF_6]$
10	$Rb[SbBr_6]$, $H[AuCl_4]$, $Na_2[Cd(CN)_4]$
11	$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$, $Na_3[Cu(S_2O_3)_2]$, $Na[Ag(NO_2)_2]$
12	$K_2[Cd(CN)_4]$, $[Cd(NH_3)_4]SO_4$, $K_3[Fe(CN)_6]$
13	$K[BFe_4]$, $[Zn(NH_3)_4]SO_4$, $Na[Al(OH)_4(H_2O)_2]$
14	$K_4[Fe(CN)_6]$, $K[PtCl_5(NH_3)]$, $Na_2[Co(OH)_4]$
15	$Cs[BiCl_4]$, $Na_3[Al(OH)_6]$, $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$
16	$K_2[SnI_6]$, $H_2[PtF_6]$, $[Co(NH_3)_6]Cl_2$
17	$K_2[PtCl_6]$, $[Co(NH_3)_6]Cl_3$, $K_3[ZrF_7]$
18	$K[Co(NO_2)_4(NH_3)_2]$, $Na_3[Cu(CN)_4]$, $Na_2[Zn(OH)_4]$
19	$[CoF_3(H_2O)_3]^0$, $K[Au(SCN)_4]$, $[Co(H_2O)_6]SO_4$
20	$[Cu(NH_3)_4](OH)_2$, $[Pt(NH_3)_6]Cl_4$, $Na_2[Ni(CN)_4]$
21	$K[AlCl_4]$, $K[Al(OH)_4(H_2O)_2]$, $[CrCl_2(H_2O)_4]Cl$
22	$K_3[Ag(S_2O_3)_2]$, $Va[Cr(SCN)_4(NH_3)_2]$, $H[AuCl_4]$
23	$Na_2[Zn(OH)_4]$, $K_2[PtCl_6]$, $[Co(NH_3)_4(H_2O)_2]Br_2$
24	$H[BF_4]$, $Na_3[Co(CN)_6]$, $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$

75. Укажите: координационное число (к. ч.), величину и знак заряда комплексообразователя, заряд комплексного иона, лиганды в следующих комплексных соединениях.

Вариант	Комплексные соединения
1	$K_2[HgI_4]$, $[Co(NH_3)_5H_2O]Cl_3$, $K_4[Fe(CN)_6]$
2	$K_2[PtCl_6]$, $[Cr(H_2O)_4Cl_2]NO_3$, $K_3[Co(NO_2)_6]$
3	$K[AuCl_4]$, $Na_3[Fe(CN)_6]$, $K_2[Hg(SCN)_4]$
4	$Na_3[Ag(S_2O_3)_2]$, $[Ag(NH_3)_2]SO_4$, $[Cu(NH_3)_4]SO_4$
5	$[Cr(H_2O)_6]Cl_3$, $[Zn(NH_3)_4]SO_4$, $Na_3[AlF_6]$
6	$H[BFe_4]$, $[Ni(NH_3)_6]SO_4$, $[Fe(CO)_5]^{10}$
7	$[Ag(NH_3)_2]OH$, $H[AgCl_4]$, $[Pt(NH_3)_2Cl_2]^{10}$
8	$[Ni(NH_3)_6](OH)_2$, $[Cr(H_2O)_3Cl_3]NO_3$, $Na_3[ZrF_7]$
9	$[Co(H_2O)_6]SO_4$, $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$, $K[Cr(H_2O)_2Cl_4]$
10	$[Pt(NH_3)_6]Cl$, $[Co(NH_3)_4(NO_2)_2]NO_3$, $[Cr(H_2O)_4Cl_2]NO_3$
11	$K[Ag(CN)_2]$, $H_4[Fe(CN)_6]$, $[Cr(H_2O)_5Cl]SO_4$
12	$K[Cd(CN)_4]$, $H_3[Fe(CN)_6]$, $Na[HgI_4]$
13	$Na_2[Ag(S_2O_3)_2]$, H_2SiF_6 , $K_2[Zn(OH)_4]$
14	$K_2[Cu(OH)_4]$, $Na_3[AsS_4]$, $[Zn(H_2O)_4]Cl_2$
15	$K_3[Co(NO_2)_6]$, $[Ni(CO)_4]^{10}$, $[Pt(NH_3)_6]Cl_4$
16	$Na[Al(OH)_4]$, $[Co(NH_3)_6]Cl$, $K_3[Co(NO_2)_6]$
17	$[PtCl(NH_3)_3]Cl$, $[Co(NH_3)_4(H_2O)_2]Br_2$, $K[Au(CN)_2Br_2]$
18	$Va[Cr(SCN)_4(NH_3)_2]$, $(NH_4)_2[PtCl_4(OH)_2]$, $[PtCl(NH_3)_5]Cl_5$
19	$[PtCl_3(NH_3)_3]Br$, $[CoBr(NH_3)_5]NO_3$, $H[AuF_4]$
20	$K_3[Cu(CN)_4]$, $[CoSO_4(NH_3)_5]NO_3$, $[CoCN(NH_3)_4H_2O]Br_2$
21	$K[Co(NO_2)_4(NH_3)_2]$, $K_2[Pt_6]$, $[PdCl(H_2O)(NH_3)_2]Cl$
22	$Na_2[Pd_4]$, $K_3[Cu(CN)_4]$, $K[Au(CN)_4]$
23	$(NH_4)_5[RhCl_6]$, $K_3[Cu(CN)_4]$, $K[Au(CN)_4]$
24	$[Co(H_2O)_5F_3]^{10}$, $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$, $K_4[Fe(SCN)_6]$

76. Напишите в молекулярной и ионной формах уравнения обменных реакций, происходящих между приведенными ниже соединениями, имея в виду, что образующиеся комплексные соли нерастворимы в воде.

Вариант	Соединения
1	2
1	$K_4[Fe(CN)_6]$ и $CuSO_4$
2	$Na_3[Co(CN)_6]$ и $FeSO_4$
3	$K_4[Fe(CN)_6]$ и $AgNO_3$

1	2
4	$Na_4[Co(CN)_6]$ и $FeSO_4$
5	$K_3[Fe(CN)_6]$ и $AgNO_3$
6	$Na_2[PtCl_6]$ и $AgNO_3$
7	$K[Ag(CN)_2]$ и $CuSO_4$
8	$K_4[Fe(CN)_6]$ и $ZnSO_4$
9	$K_3[Fe(CN)_6]$ и $FeSO_4$
10	$K_3[Cu(CN)_4]$ и $Hg(NO_3)_2$
11	$K_2[HgI_4]$ и $NiCl_2$
12	$K_3[Co(CN)_6]$ и $ZnSO_4$
13	$Na_2[HgI_4]$ и $CaBr_2$
14	$K_4[Fe(CN)_6]$ и $FeCl_3$
15	$K_3[Fe(CN)_6]$ и $FeCl_2$

Окончание табл.

9. ЭНЕРГЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. ЭЛЕМЕНТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ

77. Рассчитайте изменения стандартной энтальпии, энтропии и энергии Гиббса (по уравнению Гиббса-Гельмгольца) для приведенных реакций, пользуясь справочными термодинамическими константами. Укажите, будут ли данные реакции протекать самопроизвольно в закрытой системе.

Вариант	Уравнения реакций	Ответ ΔG^{298} , кДж
1	2	3
1	$C_{(граф)} + 4HNO_{3(ж)} = CO_{2(г)} + 4NO_{2(г)} + 2H_2O_{(ж)}$	-304,34
2	$AgNO_{3(ж)} = Ag_{(ж)} + NO_{2(г)} + \frac{1}{2} O_{2(г)}$	85,94
3	$NH_4Cl_{(ж)} = NH_3_{(г)} + HCl_{(г)}$	91,45
4	$Zn_{(ж)} + CO_{(г)} = Zn_{(ж)} + CO_{2(г)}$	60,89
5	$CaCO_{3(ж)} = CaO_{(ж)} + CO_{2(г)}$	130,54
6	$2CO_{2(г)} = 2CO_{(г)} + O_{2(г)}$	514,46
7	$SO_{3(ж)} + H_2O_{(ж)} = H_2SO_{4(ж)}$	-81,73

1	2	3
8	$\text{CaC}_2(\text{к}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{к}) + \text{C}_2\text{H}_2(\text{г})$	-150,09
9	$4\text{NH}_3(\text{г}) + 5\text{O}_2(\text{г}) = 4\text{NO}(\text{г}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{г})$	-959,17
10	$\text{MgCO}_3(\text{к}) + \text{MgO}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{г})$	49,34
11	$2\text{ZnS}(\text{к}) + 3\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{ZnO}(\text{к}) + 2\text{SO}_2(\text{г})$	-692,55
12	$\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{к}) + 2\text{HCl}(\text{г}) = 2\text{NaCl}(\text{к}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) + \text{CO}_2(\text{г})$	-159,81
13	$\text{CS}_2(\text{ж}) + 3\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{SO}_2(\text{г}) + \text{CO}_2(\text{г})$	-1058,34
14	$2\text{PbS}(\text{к}) + 3\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{PbO}(\text{к}) + 2\text{SO}_2(\text{г})$	-791,34
15	$2\text{KNO}_3(\text{к}) = \text{K}_2\text{O}(\text{к}) + 2\text{NO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г})$	601,02
16	$4\text{NH}_3(\text{г}) + 3\text{O}_2(\text{г}) = 6\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 2\text{N}_2(\text{г})$	-1284,52
17	$4\text{HCl}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г})$	-9,63
18	$\text{H}_2\text{S}(\text{г}) + 6\text{HNO}_3(\text{ж}) = \text{SO}_2(\text{г}) + 6\text{NO}_2(\text{г}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$	-369,39
19	$2\text{ZnS}(\text{к}) + 3\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{ZnO}(\text{к}) + 2\text{SO}_2(\text{г})$	-846,1
20	$\text{CH}_4(\text{г}) + 2\text{O}_2(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{г})$	-800,81
21	$\text{Al}_2\text{O}_3(\text{к}) + 3\text{SO}_3(\text{г}) = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{к})$	-400,43
22	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{г}) + 3\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{CO}_2(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$	-1392,43
23	$2\text{H}_2\text{S}(\text{г}) + \text{CO}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + \text{CS}_2(\text{г})$	66,68
24	$\text{P}_2\text{O}_5(\text{к}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = 2\text{HPO}_3(\text{ж})$	-198,86

78. Термохимическое уравнение реакции горения фосфора:



Сколько теплоты выделится при сгорании 31 г фосфора?

79. Термохимическое уравнение реакции оксида меди (II) с соляной кислотой: $\text{CuO} + 2\text{HCl} = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + 63,8 \text{ кДж.}$

Сколько теплоты выделится при растворении 200 г оксида меди в соляной кислоте?

80. При сжигании 6,5 г цинка выделилась теплота, равная 34,8 кДж.

Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

81. При соединении 18 г алюминия с кислородом выделяется 547 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

82. Путем сжигания серы получено 32 г оксида серы (IV), причем выделилось 146,3 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

83. Вычислите тепловой эффект реакции восстановления оксида железа (2) водородом, исходя из следующих термических уравнений:



84. Рассчитайте тепловой эффект реакции:



если известны тепловые эффекты реакций:



10. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И РАВНОВЕСИЕ

85. Во сколько раз следует увеличить концентрацию оксида углерода (2) в системе $2\text{CO} = \text{CO}_2 + \text{C}(\text{к})$, чтобы скорость реакции увеличилась в четыре раза?

86. Во сколько раз следует увеличить концентрацию водорода в системе $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$, чтобы скорость реакции возросла в 100 раз?

87. Как изменится скорость приведенных реакций при увеличении давления в 2 раза? Подтвердите расчетом.

- $\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O};$
- $2\text{NO} + \text{Cl}_2 = 2\text{NOCl};$
- $2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2;$
- $\text{FeO}(\text{к}) + \text{CO} = \text{Fe}(\text{к}) + \text{CO}_2;$
- $2\text{CO} = \text{CO}_2 + \text{C};$
- $2\text{NH}_3 = 2\text{H}_2 + \text{N}_2;$
- $\text{CaO}(\text{к}) + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3(\text{к});$
- $\text{N}_2\text{O}_4 = 2\text{NO}_2;$
- $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3;$
- $2\text{Cl}_2 + \text{O}_2 = 2\text{Cl}_2\text{O};$
- $2\text{NO}_2 = \text{N}_2\text{O}_4;$
- $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3.$

88. Во сколько раз следует увеличить давление, чтобы скорость образования NO_2 по реакции $2\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2$ возросла в 1000 раз?

89. Напишите уравнение скорости реакции $\text{C}_{(г)} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ и определите, во сколько раз возрастает скорость реакции при увеличении концентрации кислорода в три раза.

90. Во сколько раз увеличится константа скорости химической реакции при повышении температуры на 40°C , если $\gamma = 3,22$?

91. На сколько градусов следует повысить температуру системы, чтобы скорость протекающей в ней реакции возросла в 30 раз ($\gamma = 2,5$)?

92. При повышении температуры на 50°C скорость реакции втрое да в 1200 раз. Вычислите γ .

93. Вычислите γ реакции, если константа скорости ее при 120°C составляет $5,88 \cdot 10^{-4}$, а при 170°C равна $6,7 \cdot 10^{-2}$.

94. При повышении температуры на $8,5^\circ\text{C}$ время прохождения реакции уменьшилось с 16,5 до 7,3 мин. Вычислите температурный коэффициент скорости.

95. Для приведенных ниже равновесных систем определите, как изменится скорость прямой реакции:

а) при изменении давления в n раз;
б) при изменении температуры на $m^\circ\text{C}$, если дан температурный коэффициент γ . Приведите расчеты.

Вариант	Система	γ	n раз			$m, ^\circ\text{C}$
			увелич.	уменьш.	повыш.	
1	2	3	4	5	6	7
1	$2\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2$	$\Delta H > 0$	2	2		20
2	$\text{N}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}$	$\Delta H > 0$	2	3		50
3	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3$	$\Delta H > 0$	3		2	30
4	$2\text{CO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2$	$\Delta H > 0$	3		4	40
5	$4\text{HCl} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$	$\Delta H > 0$	2		2	20

1	2	3	4	5	6	7
6	$\text{C}_{(г)} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO} + \text{H}_2$	$\Delta H > 0$	2	2		40
7	$\text{FeO} + \text{CO} \leftrightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$	$\Delta H > 0$	3	2		20
8	$\text{N}_2\text{O}_4 \leftrightarrow 2\text{NO}_2$	$\Delta H > 0$	2	5		20
9	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$	$\Delta H > 0$	3	4		30
10	$\text{H}_2 + \text{I}_2 \leftrightarrow 2\text{HI}$	$\Delta H > 0$	2		6	50
11	$4\text{HN}_3 + 5\text{O}_2 \leftrightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}_{(г)}$	$\Delta H > 0$	3		3	50
12	$\text{CO}_2 + \text{C}_{(г)} \leftrightarrow 2\text{CO}$	$\Delta H < 0$	3	2		40
13	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	$\Delta H > 0$	2		2	20
14	$\text{PCl}_5 \leftrightarrow \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$	$\Delta H < 0$	2	5		30
15	$\text{CO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow \text{COCl}_2$	$\Delta H < 0$	3		6	50
16	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$	$\Delta H < 0$	2	6		30

96. При некоторой температуре равновесные концентрации в системе $2\text{SO}_2_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \leftrightarrow 2\text{SO}_3_{(г)}$ составили (моль/л): $[\text{SO}_2] = 0,10$; $[\text{O}_2] = 0,16$; $[\text{SO}_3] = 0,08$. Вычислите константу равновесия и исходные концентрации оксида серы (IV) и кислорода.

Ответ: 4; 0,18; 0,20.

97. При некоторой температуре в системе $2\text{NO} + \text{O}_{2(г)} \leftrightarrow 2\text{NO}_2_{(г)}$ равновесные концентрации составили $[\text{NO}] = [\text{O}_2] = [\text{NO}_2] = 0,5$ моль/л. Вычислите константу равновесия и исходные концентрации оксида азота (II) и кислорода.

Ответ: 2; 1; 0,75.

98. При некоторой температуре равновесные концентрации в системе $2\text{N}_2_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \leftrightarrow 2\text{N}_2\text{O}_{(г)}$ составили (моль/л): $[\text{N}_2] = 2$; $[\text{O}_2] = 1,5$; $[\text{N}_2\text{O}] = 3$. Вычислите константу равновесия и исходные концентрации азота и кислорода.

Ответ: 1,5; 5; 3.

99. При некоторой температуре константа равновесия в системе $\text{PCl}_5_{(г)} + \text{Cl}_{2(г)} \leftrightarrow \text{PCl}_3_{(г)}$ равна 2, а исходные концентрации PCl_5 , Cl_2 , PCl_3 равны соответственно (моль/л): 1; 2; 0. Вычислите равновесную концентрацию $\text{PCl}_5_{(г)}$, $\text{PCl}_3_{(г)}$ и $\text{Cl}_2_{(г)}$.

Ответ: 0,63; 0,37 и 1,37.

100. Рассчитайте равновесные концентрации веществ в приведенных ниже системах $aA + bB \leftrightarrow dD + eE$, если заданы исходные концентрации А и В и константы равновесия K_c при постоянной температуре.

Вариант	Уравнения реакции	Исходные концентрации, моль/л		Константа равновесия K_c	Ответ	
		А	В		[А] _р	[В] _р
1	$CoCl_{2(r)} \leftrightarrow Co_{(r)} + Cl_{2(r)}$	4	—	0,4	2,92	
2	$PCl_{5(r)} \leftrightarrow PCl_{3(r)} + Cl_{2(r)}$	6	—	4	2,71	
3	$NOCl_{2(r)} \leftrightarrow NO_{(r)} + Cl_{2(r)}$	12	—	3	9,73	
4	$2HI_{(r)} \leftrightarrow H_{2(r)} + I_{2(r)}$	1,5	—	1	0,50	
5	$2HI_{(r)} \leftrightarrow H_{2(r)} + I_{2(r)}$	2	—	2,5	0,48	
6	$2NO_{(r)} \leftrightarrow N_{2(r)} + O_{2(r)}$	0,5	—	2	0,13	
7	$C_2H_6(r) \leftrightarrow C_2H_4(r) + H_2(r)$	2	—	0,5	1,22	
8	$2HBr_{(r)} \leftrightarrow H_{2(r)} + Br_{2(r)}$	0,8	—	0,2	0,42	
9	$2NO_{(r)} \leftrightarrow N_{2(r)} + O_{2(r)}$	3	—	1,5	0,87	
10	$2NO_{(r)} \leftrightarrow N_{2(r)} + O_{2(r)}$	1	—	6	0,17	
11	$C_{(k)} + 2H_2(r) \leftrightarrow CH_{4(r)}$	—	4	1	—	1,34
12	$CO_{(r)} + FeO_{(k)} \leftrightarrow Fe_{(k)} + CO_{2(r)}$	0,6	—	3	0,15	
13	$H_2(r) + CO_{2(r)} \leftrightarrow H_2O_{(r)} + CO_{(r)}$	2	2	2	1,46	1,46
14	$N_2(r) + O_2(r) \leftrightarrow 2NO_{(r)}$	1,8	1	4	0,975	0,175
15	$C_{(k)} + 2O_2(r) \leftrightarrow CO_{(r)}$	—	4	0,5	—	3,35
16	$CO_{(r)} + Cl_{2(r)} \leftrightarrow CoCl_{2(r)}$	0,5	2,5	1	0,16	2,16
17	$CO_{2(r)} + C_{(k)} \leftrightarrow 2CO_{(r)}$	8	—	1,6	6,4	
18	$SO_2(r) + Cl_2(r) \leftrightarrow SO_2Cl_{2(r)}$	2	1	1	1,33	0,33
19	$A_2(r) + B_2(r) \leftrightarrow 2AB_{(r)}$	2	2	3	1,07	1,07
20	$CO_{(r)} + H_2O_{(r)} \leftrightarrow CO_2(r) + H_2(r)$	1	1	2	0,415	0,415

101. На основании принципа Ле Шателье определите, в каком направлении сместится равновесие в следующих системах при повышении температуры ($P = const$):

- а) $2NO_{(r)} + O_{2(r)} \leftrightarrow 2NO_2(r)$ $\Delta H^\circ < 0$
 б) $2SO_3(r) \leftrightarrow 2SO_2(r) + O_2(r)$ $\Delta H^\circ > 0$
 в) $C_{(k)} + CO_2(r) \leftrightarrow 2CO_{(r)}$ $\Delta H^\circ > 0$
 г) $2NH_3(r) \leftrightarrow N_2 + 3H_2(r)$ $\Delta H^\circ > 0$

- д) $C_{(k)} + Cl_{2(r)} \leftrightarrow CCl_{4(r)}$ $\Delta H^\circ < 0$
 е) $C_{(k)} + 2NO_2(r) \leftrightarrow CO_2(r) + 2N_2(r)$ $\Delta H^\circ < 0$

102. На основании принципа Ле Шателье установите, в каком направлении сместится равновесие в следующих системах при повышении давления ($T = const$):

- а) $2Fe_{(k)} + 2H_2O_{(r)} \leftrightarrow Fe_2O_3(k) + 3H_2(r)$
 б) $C_3H_8(r) + 5O_2(r) \leftrightarrow 3CO_2(r) + 4H_2O_{(r)}$
 в) $CO_2(r) + 2N_2(r) \leftrightarrow C_{(k)} + 2N_2O_{(r)}$
 г) $CO_{(r)} + Cl_2(r) \leftrightarrow COCl_{2(r)}$
 д) $CH_4(r) + 4S_{(k)} \leftrightarrow CS_2(r) + 2H_2S_{(r)}$
 е) $N_2H_4(r) + O_2(r) \leftrightarrow N_2(r) + 2H_2O_{(r)}$

103. На основании принципа Ле Шателье определите, увеличится ли выход продуктов при одновременном понижении температуры и давления в системах:

- а) $C_{(k)} + O_2(r) \leftrightarrow CO_2(r)$ $\Delta H^\circ < 0$
 б) $H_2(r) + I_2(r) \leftrightarrow 2HI_{(r)}$ $\Delta H^\circ > 0$
 в) $6HF_{(r)} + N_2(r) \leftrightarrow 2NF_3(r) + 3H_2(r)$ $\Delta H^\circ > 0$
 г) $2O_3(r) \leftrightarrow 3O_2(r)$ $\Delta H^\circ < 0$
 д) $2CO_{(r)} \leftrightarrow 2C_{(k)} + O_2(r)$ $\Delta H^\circ > 0$
 е) $I_2(r) + 5CO_2(r) \leftrightarrow I_2O_5(r) + 5CO_{(r)}$ $\Delta H^\circ > 0$

104. На основании принципа Ле Шателье определите, увеличится ли выход продуктов при одновременном повышении температуры и понижении давления в системах:

- а) $C_{(k)} + H_2O_{(r)} \leftrightarrow CO_{(r)} + H_2(r)$ $\Delta H^\circ > 0$
 б) $2(NO)Cl_{(r)} + Br_{2(r)} \leftrightarrow 2(NO)Br_{(r)} + Cl_{2(r)}$ $\Delta H^\circ > 0$
 в) $CO_{(r)} + 2H_2(r) \leftrightarrow CH_3OH_{(r)}$ $\Delta H^\circ < 0$
 г) $N_2O_4(r) \leftrightarrow 2NO_2(r)$ $\Delta H^\circ > 0$
 д) $8H_2S_{(r)} + 8I_2(r) \leftrightarrow 8S_{(r)} + 16HI_{(r)}$ $\Delta H^\circ > 0$
 е) $2CO_{(r)} + O_2(r) \leftrightarrow 2CO_2(r)$ $\Delta H^\circ < 0$

105. Система $PCl_5(r) \leftrightarrow PCl_3(r) + Cl_2(r)$; $\Delta H^\circ < 0$ находится в равновесии. Во сколько раз изменится скорость обратной реакции, если давление увеличится в 5 раз? Подберите условия (T, P, C) для увеличения выхода PCl_5 . Приведите расчеты.

106. Система $2\text{Cl}_2^{(г)} + \text{O}_2^{(г)} \leftrightarrow 2\text{Cl}_2\text{O}^{(г)}$; $\Delta\text{H}^\circ > 0$ находится в состоянии равновесия. Укажите куда сместится равновесие:

- а) при понижении давления;
б) при охлаждении системы.

Во сколько раз изменится скорость прямой реакции при повышении концентрации кислорода в 8 раз?

107. Система $\text{N}_2^{(г)} + \text{Cl}_2^{(г)} \leftrightarrow 2\text{NCl}^{(г)}$; $\Delta\text{H}^\circ < 0$ находится в равновесии. Во сколько раз изменится скорость обратной реакции при увеличении концентрации хлороводорода в 6 раз? Подберите условия (T , P , C) для увеличения выхода HCl . Приведите расчеты.

108. Система $\text{C}^{(к)} + \text{H}_2\text{O}^{(г)} \leftrightarrow \text{CO}^{(г)} + \text{H}_2^{(г)}$; $\Delta\text{H}^\circ < 0$ находится в состоянии равновесия. Во сколько раз изменится скорость прямой реакции при нагревании системы на 40°C ($\gamma = 2$)? При каких условиях (T , P , C) можно замедлить прямой процесс? Приведите расчеты.

109. Система $\text{O}_2^{(г)} + 2\text{SO}_2^{(г)} \leftrightarrow 2\text{SO}_3$; $\Delta\text{H}^\circ < 0$ находится в равновесии. Во сколько раз изменится скорость обратной реакции при увеличении концентрации триоксида серы в 3 раза? Подберите условия (T , P , C) для увеличения выхода оксида серы (VI). Приведите расчеты.

11. КОНЦЕНТРАЦИЯ РАСТВОРОВ

110. Рассчитайте молярную и нормальную (эквивалентную) концентрации приведенных ниже растворов с известной процентной концентрацией и плотностью.

Вариант	Вещество А	Процентная концентрация C_p , %	Плотность раствора ρ , г/мл	Ответ	
				C_m	C_n
1	2	3	4	5	6
1	CaCl_2	2,00	1,015	0,183	0,386
2	H_2SO_4	9,84	1,065	1,07	2,14
3	NaCl	15,00	1,025	2,63	2,63
4	NaOH	7,38	1,080	1,99	1,99

1	2	3	4	5	6
5	K_2CO_3	10,00	1,090	1,38	2,76
6	KOH	9,96	1,090	1,94	1,94
7	FeCl_3	8,00	1,067	0,53	1,59
8	NaOH	9,19	1,100	2,53	2,53
9	KOH	16,30	1,150	3,35	3,35
10	H_2SO_4	24,00	1,170	2,87	5,74
11	NH_4NO_3	6,00	1,023	0,78	0,78
12	HCl	12,50	1,060	3,63	3,63
13	FeCl_3	4,01	1,500	0,37	1,11
14	H_2SO_4	14,04	1,095	1,57	3,14
15	SrCl_2	8,00	1,073	0,54	1,08
16	$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$	2,00	1,015	0,086	0,172
17	H_2SO_4	17,43	1,120	1,99	3,98
18	NaOH	11,90	1,130	3,36	3,36
19	HCl	17,50	1,085	5,2	5,2
20	NH_4I	10,00	1,065	0,734	0,734
21	HNO_3	10,00	1,056	1,68	1,68
22	HNO_3	30,00	1,184	5,64	5,64
23	NaOH	30,00	1,328	9,96	9,96
24	AlCl_3	16,00	1,149	1,38	4,13

111. Сколько граммов HNO_3 содержится в растворе, если на нейтрализацию его потребовалось 35 мл 0,4 н раствора NaOH .

Ответ: 0,882 г.

112. Какова была масса $\text{Al}(\text{OH})_3$, если для его растворения потребовалось 0,2 л 30 % раствора HNO_3 ($\rho = 1,13$ г/мл)? Какой объем 2,5 н KOH необходимо затратить для растворения этого количества гидроксида алюминия?

Ответ: 31,2 г, 430 мл.

113. Сколько граммов 8 % раствора NaOH потребуется для нейтрализации 292 г 20 % раствора HCl ?

Ответ: 800 г.

114. Сколько граммов 4 % раствора BaCl_2 следует прибавить к раствору серной кислоты для образования 11,65 г BaSO_4 ?

Ответ: 260 г.

115. Какой объем 0,3 н раствора кислоты требуется для нейтрализации раствора, содержащего 0,32 г NaOH в 40 мл?

Ответ: 27 мл.

116. К 250 г 12 % раствора AgNO_3 прибавили 300 г 4 % раствора NaCl . Вычислите массу образовавшегося хлорида серебра. Какое вещество и в каком количестве не войдет в реакцию?

Ответ: 25,11 г; 0,03 моль NaCl .

117. Сколько миллилитров 5,5 % раствора HNO_3 ($\rho = 1,03$ г/мл) требуется для нейтрализации 60 мл 12 % KOH ($\rho = 1,03$ г/мл).

Ответ: 157,28 мл.

118. На нейтрализацию 25 мл раствора соляной кислоты неизвестной концентрации израсходовано 24,4 мл 1 н NaOH . Вычислите концентрацию HCl в молях и граммах на 1 л.

Ответ: 0,976 моль/л; 61,49 г/л.

119. К 0,05 л 0,8 н раствора H_2SO_4 прилили раствор карбоната натрия Na_2CO_3 . Рассчитайте объем CO_2 (приведенный к н. у.), который образуется в результате реакции.

Ответ: 0,448 л.

120. Какой объем 0,1 М раствора $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ требуется для реакции с 300 мл 0,2 М BaCl_2 ?

Ответ: 200 мл.

121. Какой объем 4 % соляной кислоты HCl ($\rho = 1,018$ г/см³) необходимо прибавить к 100 мл 0,01 н раствора AgNO_3 , чтобы полностью осадить ион Ag^+ в виде AgCl ?

Ответ: 8,96 мл.

122. К 50 мл 10 % раствора CuSO_4 ($\rho = 1,1$ г/см³) прибавлено 100 мл 0,1 н раствора NaOH . Какое вещество взято в избытке и сколько его осталось после реакции?

Ответ: CuSO_4 ; 4,7 г.

123. Плотность раствора K_2CO_3 равна 1,09 г/см³. Из 1 л этого раствора при действии соляной кислоты получили 16,65 л CO_2 при н. у. Рассчитайте процентное содержание K_2CO_3 во взятом растворе.

Ответ: 9,41 %.

124. Какой объем 0,5 н раствора KOH требуется, чтобы осадить в виде $\text{Fe}(\text{OH})_3$ все железо, содержащееся в 50 мл 0,5 М раствора FeCl_3 ?

Ответ: 150 мл.

125. Сколько миллилитров концентрированного раствора вещества А, имеющего плотность ρ и концентрацию C_1 , требуется для приготовления V мл разбавленного раствора с концентрацией C_2 и C_2 .

Вариант	Вещество А	Концентрированный раствор		Разбавленный раствор		Ответ V, мл	
		C ₁	ρ , г/см ³	C ₂	C ₂		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	15	1,15		0,2	200	13,2
2	BaCl_2	20	1,20	0,1		100	8,67
3	Na_2SO_4	10	1,09		0,5	50	16,28
4	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	30	1,33	0,5		250	103,7
5	ZnSO_4	30	1,38	0,2		400	31,11
6	NaCl	15	1,11		2	75	52,7
7	FeSO_4	20	1,21		0,3	240	22,61
8	MgSO_4	8	1,08	0,6		300	250
9	KCl	25	1,20		2,5	150	93,13
10	CaCl_2	40	1,4		1,5	300	44,60
11	AlCl_3	10	1,09	0,4		240	23,78
12	HCl	36,5	1,18		5	400	169,49
13	H_2SO_4	96	1,84		0,1	300	0,83
14	KOH	26	1,24		0,02	250	0,87
15	CuSO_4	10	1,11		0,5	100	36,0
16	CuSO_4	2	1,02	0,02		300	47,05
17	H_3PO_4	30	1,18	0,05		250	3,46
18	H_3PO_4	20	1,11		1,2	400	70,64
19	KNO_3	10	1,06	0,3		500	142,92
20	KNO_3	20	1,13		1	300	134,07

1	2	3	4	5	6	7	8
21	K ₂ CO ₃	40	1,41		2	250	61,17
22	HNO ₃	30	1,18	0,01		300	0,53
23	HNO ₃	22	1,13		0,02	500	8,53
24	KOH	40	1,40		0,4	200	8,0

12. СВОЙСТВА РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

126. Константа диссоциации NH₄OH при 298 К равна $1,8 \cdot 10^{-5}$. Найдите концентрацию, при которой степень диссоциации NH₄OH равна 2 %.

Вычислите концентрацию ионов H⁺ в этом растворе.

Ответ: 10^{-11} моль/л.

127. Степень диссоциации хлорноватистой кислоты HClO в 0,001 М растворе равна 0,71 %. Определите константу диссоциации и pH раствора.

Ответ: $5,041 \cdot 10^{-8}$, pH = 5,15.

128. Определите константу диссоциации фтороводородной кислоты и pH раствора, если степень диссоциации HF в 0,75 М растворе равна 5,1 %.

Ответ: $1,95 \cdot 10^{-3}$, pH = 1,42.

129. Степень диссоциации бромоватистой кислоты в растворе и pH раствора соответственно равны 0,04 % и 5,3. Определите концентрацию раствора и константу диссоциации HBrO.

Ответ: $1,26 \cdot 10^{-2}$ моль/л, $2,02 \cdot 10^{-9}$.

130. Рассчитайте pH и pOH раствора электролита по известной молярной концентрации C_м и степени электролитической диссоциации α.

Вариант	Раствор электролита	C _м , моль/л	α	pH	pOH
1	2	3	4	5	6
1	Ba(OH) ₂	0,5	0,69	13,84	0,16
2	KOH	1	0,77	13,89	0,11

1	2	3	4	5	6
3	NH ₄ OH	1	0,004	11,6	2,4
4	Ca(OH) ₂	0,05	0,78	12,89	1,11
5	HClO ₃	0,5	0,88	1,36	12,64
6	H ₂ SO ₄	0,5	0,51	0,29	13,71
7	HCN	0,1	0,0001	5	9
8	HF	1	0,07	1,15	12,85
9	CH ₃ COOH	1	0,004	2,4	11,6
10	HI	0,5	0,90	0,35	13,65
11	H ₃ PO ₄	0,15	0,22	1,52	12,48
12	H ₂ BO ₃	0,1	0,0001	5	9
13	NaOH	1	0,73	13,86	0,14

131. Константа диссоциации HNO₂ равна $5,1 \cdot 10^{-4}$. Определите pH растворов азотистой кислоты следующих концентраций (моль/л):

а) 0,023; б) 0,37; в) 0,0015.

Ответ: 2,47; 3,86; 3,06.

132. Константа диссоциации NH₄OH равна $1,77 \cdot 10^{-5}$. Определите pH указанных растворов NH₄OH с концентрацией (моль/л):

а) 0,0074; б) 0,0029; в) 0,0018.

Ответ: 10,56; 10,36; 10,25.

133. Константа диссоциации CH₃COOH равна $1,8 \cdot 10^{-5}$. Рассчитайте молярность раствора уксусной кислоты, если известно значение pH:

а) 1,64; б) 3,38; в) 2,82.

Ответ: 0,0029 М; 0,0096 М; 0,127 М.

134. Константа диссоциации NH₄OH равна $1,8 \cdot 10^{-5}$. Рассчитайте молярность раствора гидроксида аммония, если известно значение pH:

а) 2,62; б) 2,87; в) 3,16.

Ответ: 0,32 М; 0,1 М; 0,027 М.

135. Константа диссоциации NH₄OH равна $1,8 \cdot 10^{-5}$. Рассчитайте молярность раствора NH₄OH, если известно значение pH:

а) 11,87; б) 11,26; в) 10,2.

Ответ: 3,05 М; 0,184 М; 0,0014 М.

13. РЕАКЦИИ В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

136. Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций, протекающих между веществами:

- | | |
|---|--|
| 1) NaNO_3 и NaOH ; | 16) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ и NaI ; |
| 2) K_2SiO_3 и HCl ; | 17) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ и KI ; |
| 3) BaCl_2 и Na_2SO_4 ; | 18) CdSO_4 и Na_2S ; |
| 4) K_2S и HCl ; | 19) Na_3PO_4 и CaCl_2 ; |
| 5) FeSO_4 и $(\text{NH}_4)_2\text{S}$; | 20) K_2SO_3 и BaCl_2 ; |
| 6) $\text{Cr}(\text{OH})_3$ и KOH ; | 21) $\text{Zn}(\text{OH})_2$ и KOH ; |
| 7) KHCO_3 и H_2SO_4 ; | 22) CdS и HCl ; |
| 8) $\text{Zn}(\text{OH})_2$ и NaOH ; | 23) $\text{Cr}(\text{OH})_3$ и NaOH ; |
| 9) CaCl_2 и AgNO_3 ; | 24) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ и CoCl_2 ; |
| 10) CuSO_4 и H_2S ; | 25) H_2SO_4 и $\text{Ba}(\text{OH})_2$; |
| 11) BaCO_3 и HNO_3 ; | 26) FeCl_3 и NH_4OH ; |
| 12) FeCl_3 и KOH ; | 27) CH_3COONa и HCl ; |
| 13) $\text{Sn}(\text{OH})_2$ и HCl ; | 28) FeCl_3 и KOH ; |
| 14) BeSO_4 и KOH ; | 29) NiSO_4 и $(\text{NH}_4)_2\text{S}$; |
| 15) NH_4Cl и $\text{Ba}(\text{OH})_2$; | 30) MgCO_3 и HNO_3 . |

137. Составьте молекулярные уравнения реакций, которые выражаются ионными уравнениями:

- 1) $\text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{S} = \text{ZnS} + 2\text{H}^+$;
- 2) $\text{Mg}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{MgCO}_3$;
- 3) $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$;
- 4) $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS}$;
- 5) $\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- = \text{PbO}_2^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$;
- 6) $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{SiO}_3$;
- 7) $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$;
- 8) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$;
- 9) $\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- = \text{PbI}_2$;
- 10) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$;
- 11) $\text{Cd}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cd}(\text{OH})_2$;
- 12) $\text{H}^+ + \text{NO}_2^- = \text{HNO}_2$;
- 13) $\text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{S} = \text{ZnS} + 2\text{H}^+$;
- 14) $\text{HNO}_3 + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$;
- 15) $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}$;
- 16) $\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- = \text{BeO}_2^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$;
- 17) $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ = \text{CH}_3\text{COOH}$;
- 18) $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4$.

138. К каждому из веществ: $\text{Al}(\text{OH})_3$, H_2SO_4 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, NaCl , NiSO_4 , $\text{Be}(\text{OH})_2$, KHCO_3 – прибавили раствор едкого кали KOH . В каких случаях произошли реакции? Выразите их молекулярными и ионными уравнениями.

139. К каждому из веществ: KHCO_3 , CH_3COOH , NiSO_4 , Na_2S – прибавили раствор серной кислоты. В каких случаях произошли реакции? Выразите их молекулярными и ионными уравнениями.

140. Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций раствора: а) гидроксида бериллия в растворе едкого натра; б) гидроксида меди (II) в растворе азотной кислоты.

141. Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза приведенных ниже солей. Какое значение pH (больше или меньше 7) имеют их водные растворы?

- | | |
|--|--|
| 1) CrCl_3 , NaBr ; | 7) ZnSO_4 , NaCl ; |
| 2) MnCl_2 , CH_3COOK ; | 8) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, LiBr ; |
| 3) $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, KCl ; | 9) AlCl_3 , CaCO_3 ; |
| 4) K_2S , CoCl_2 ; | 10) NiSO_4 , $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$; |
| 5) Na_2CO_3 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$; | 11) NiCl_2 , Na_3PO_4 ; |
| 6) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, Li_2S ; | 12) ZnCl_2 , K_2CO_3 . |

142. В какой цвет будет окрашен лакмус в водных растворах KCN , NH_4Cl , K_2SO_3 , CuCl_2 , Na_3PO_4 , Na_2CO_3 , Na_2SO_4 ?

Ответ обосновать.

143. При сливании водных растворов $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ и Na_2S образуется осадок гидроксида хрома (III) и выделяется газ. Составьте молекулярное и ионно-молекулярное уравнения происходящей реакции.

144. При смешивании растворов CuSO_4 и K_2CO_3 выпадает осадок основной соли $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ и выделяется CO_2 . Составьте ионное и молекулярное уравнения происходящего гидролиза.

145. При смешивании растворов $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и Na_2S каждая из взятых солей гидролизуются необратимо до конца. Выразите этот совместный гидролиз ионным и молекулярным уравнениями.

14. ДЕЙСТВИЕ КИСЛОТ И ЩЕЛОЧЕЙ НА МЕТАЛЛЫ

146. На смесь порошков Mg, BeO, Cu, Ag действовали концентрированным раствором КОН. Остаток отфильтровали и обработали разбавленной H_2SO_4 . Оставшиеся металлы растворили в концентрированной HNO_3 . Напишите уравнения всех протекающих реакций.

147. Смесь порошков MnO , PbO , Cu , Zn , Fe обработали раствором щелочи. К нерастворившемуся остатку прилили соляную кислоту, затем отфильтровали смесь и на остаток действовали концентрированной H_2SO_4 . Составьте уравнения всех возможных реакций. Для окислительно-восстановительных процессов составьте электронные уравнения.

148. Необходимо выделить железо из смеси металлов Fe, Sn, Be, Cu в виде сульфата, имея в своём распоряжении едкий натр NaOH и разбавленную серную кислоту. Чем сначала нужно обработать смесь? Составьте уравнения всех возможных реакций. Рассчитайте общий объем газа, выделяющегося при этом (н. у.), если были взяты молярные количества металлов?

Ответ: 67,2 л.

149. В четыре пробирки с раствором едкого натра NaOH добавили по кусочку олова, железа, меди и бериллия соответственно. Какие металлы взаимодействуют с раствором щелочи? Какой суммарный объем газа (н. у.) можно получить при растворении 1 моля этих металлов?

Ответ: 44,8 л.

150. Сплав, содержащий Mg, Cu, Ni, Zn, обработали избытком щелочи. Остаток отделили и растворили в разбавленной серной кислоте. Составьте уравнения всех возможных реакций. Какой газ и сколько по объему (суммарно) выделится при растворении остатка в кислоте, если были взяты молярные количества металлов (н. у.)?

Ответ: 44,8 л.

151. Смесь порошков Mg, Ag, Pt обработали концентрированной азотной кислотой. Остаток отфильтровали и растворили в царской водке. Составьте соответствующие уравнения реакций. Для окислительно-восстановительных процессов составьте электронные уравнения.

152. Необходимо выделить Ni из смеси металлов Ni, Al, Zn, Ag в виде сульфата, имея в своём распоряжении едкий натр NaOH и разбавленную серную кислоту. Чем сначала нужно обработать смесь? Составьте уравнения всех возможных реакций. Рассчитайте общий объем газа, выделяющегося при этом (н. у.), если были взяты молярные количества металлов?

Ответ: 112 л.

153. На смесь порошков Mn, Be, SnO , Cu действовали концентрированным раствором КОН. Остаток отфильтровали и растворили в концентрированной серной кислоте. Составьте электронные и молекулярные уравнения всех протекающих реакций.

154. Металлический порошок, состоящий из Cu, Ni, Ag, Au, растворили в разбавленной азотной кислоте. Остаток отфильтровали и растворили в царской водке. Выразите происходящие реакции соответствующими уравнениями. Подберите коэффициенты в уравнениях методом электронного баланса.

155. Сплав, содержащий Sn, Cu, Mg, обработали концентрированным раствором щелочи (KOH). Остаток отфильтровали и разделили на 2 части. Одну часть обработали разбавленной H_2SO_4 , а другую – разбавленной HNO_3 . Выразите все происходящие процессы соответствующими уравнениями. Подберите коэффициенты в уравнениях методом электронного баланса.

156. Смесь порошков Zn, Al, Cu обработали раствором едкого натра NaOH. Остаток отфильтровали и растворили в концентрированной серной кислоте. Составьте уравнения всех происходящих реакций. Подберите коэффициенты в уравнениях методом электронного баланса.

157. Смесь порошков CuO , PbO , Fe обработали в щелочи, остаток отфильтровали и растворили в разбавленной азотной кислоте. Выразите все происходящие процессы соответствующими уравнениями (в молекулярной, электронной и ионной формах).

158. Смесь порошков Al_2O_3 , CuO , Zn , Ag обработали раствором едкого калия (KOH), остаток отфильтровали и обработали концентрированной азотной кислотой. Составьте уравнения происходящих реакций. Для

окислительно-восстановительных процессов напишите электронные уравнения.

159. Одинаковое ли количество серной кислоты потребуется для растворения 40 г никеля, если в одном случае взять концентрированную кислоту, а в другом – разбавленную? Сколько граммов серной кислоты пойдет на окисление никеля в первом случае и сколько во втором? Какой ион будет окислять никель в первом и во втором случае?

Ответ: неодинаковое, 66,44 г и 132,9.

160. Требуется растворить кусок серебра в азотной кислоте. Какую кислоту выгоднее взять, концентрированную или разбавленную? В каком случае расход HNO_3 будет меньше? Сделайте расчет для одного моля серебра.

Ответ: 126 г; 83,79 г.

15. ГАЛВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

161. Рассчитайте величину потенциала для следующих электродов:

Вариант	Металл	Электролит	Концентрация раствора, моль/л	Ответ φ , В
1	Al	AlCl_3	0,002	-1,710
2	Mn	MnSO_4	0,5	-1,190
3	Zn	ZnSO_4	0,001	-0,850
4	Cr	$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$	0,02	-0,773
5	Fe	FeCl_3	0,005	-0,085
6	Co	CoSO_4	10	-0,250
7	Ni	NiSO_4	5	-0,229
8	Sn	SnCl_2	0,2	-0,160
9	Pb	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	0,05	-0,168
10	Cu	CuSO_4	0,03	0,295
11	Ag	AgNO_3	0,001	0,623
12	Hg	HgSO_4	5	0,870

1	2	3	4	5
13 Mg	MgSO_4	0,003	-2,434	
14 Cd	CdSO_4	10	-0,370	
15 Ti	TiCl_2	0,01	-1,689	
16 Bi	$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$	0,2	0,196	
17 Mn	MnCl_2	0,002	-1,259	
18 Cr	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$	0,05	-0,765	
19 Mg	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	0,001	-2,448	
20 Ag	Ag_2SO_4	0,25	0,764	
21 Cu	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	0,40	0,328	
22 Co	CoCl_2	0,03	-0,325	
23 Fe	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$	0,125	-0,466	
24 Bi	$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$	0,5	-0,204	
25 Zn	ZnSO_4	2	-0,751	

Окончание табл.

162. Как должны быть составлены гальванические элементы, чтобы в них протекала указанная реакция?

Вариант	Уравнение реакции
1	$\text{Mg} + 2\text{H}^+ = \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2$
2	$3\text{H}_2 + 2\text{Bi}^{3+} = 6\text{H}^+ + 2\text{Bi}^0$
3	$\text{Zn} + 2\text{Ag}^+ = \text{Zn}^{2+} + 2\text{Ag}$
4	$\text{Cd} + \text{CuSO}_4 = \text{CdSO}_4 + \text{Cu}$
5	$\text{Sn} + \text{Cu}^{2+} = \text{Cu} + \text{Sn}^{2+}$
6	$\text{Zn} + \text{Hg}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + 2\text{Hg}$
7	$\text{Pb} + \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 = \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Hg}$
8	$2\text{Ag}^+ + \text{H}_2 = 2\text{Ag} + 2\text{H}^+$
9	$\text{Mn} + 2\text{HCl} = \text{MnCl}_2 + \text{H}_2$
10	$\text{Fe} + \text{Pb}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Pb}$
11	$3\text{H}_2 + 2\text{Au}^{3+} = 6\text{H}^+ + 2\text{Au}$
12	$\text{Zn} + \text{NiSO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{Ni}$
13	$2\text{Al} + 3\text{CuCl}_2 = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{Cu}$
14	$\text{Zn} + \text{Fe}^{2+} = \text{Zn}^{2+} + \text{Fe}$
15	$\text{Mg} + \text{Zn}^{2+} = \text{Mg}^{2+} + \text{Zn}$
16	$2\text{H}^+ + \text{Ni} = \text{Ni}^{2+} + \text{H}_2$

163. Напишите уравнения реакций, отвечающих работе следующих гальванических элементов. Укажите направление перемещения электронов по внешней цепи, процессы на аноде и катоде. Для стандартных условий рассчитайте ЭДС элемента, ΔG° и K_p .

Вариант	Гальванические элементы	$E^\circ, \text{В}$	$\Delta G^\circ, \text{кДж}$	K_p
1	$\text{Mn} \text{MnSO}_4 \text{H}_2\text{SO}_4 \text{H}_2, \text{Pt}$	1,18	-227,74	10^{40}
2	$\text{Mg} \text{MgSO}_4 \text{Ag}_2\text{SO}_4 \text{Ag}$	3,169	-611,62	10^{107}
3	$\text{Al} \text{AlCl}_3 \text{ZnCl}_2 \text{Zn}$	0,899	-520,52	10^{91}
4	$\text{Ti} \text{TiCl}_2 \text{NiCl}_2 \text{Ni}$	1,38	-266,34	10^{47}
5	$\text{Cr} \text{CrCl}_3 \text{HCl} \text{H}_2, \text{Pt}$	0,744	-215,39	10^{38}
6	$\text{Fe} \text{FeSO}_4 \text{CoSO}_4 \text{Co}$	0,163	-31,46	10^6
7	$\text{Cd} \text{CdSO}_4 \text{Ag}_2\text{SO}_4 \text{Ag}$	0,202	-231,99	10^{41}
8	$\text{Co} \text{Co(NO}_3)_2 \text{Bi(NO}_3)_3 \text{Bi}$	0,507	-293,55	10^{52}
9	$\text{Pt}, \text{H}_2 \text{H}_2\text{SO}_4 \text{Hg(NO}_3)_2 \text{Hg}$	0,854	-164,82	10^{23}
10	$\text{Pt}, \text{H}_2 \text{H}_2\text{SO}_4 \text{CuSO}_4 \text{Cu}$	0,340	-65,62	10^{12}
11	$\text{Ni} \text{NiSO}_4 \text{H}_2\text{SO}_4 \text{H}_2, \text{Pt}$	0,250	-48,25	10^8
12	$\text{Ni} \text{NiSO}_4 \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \text{Al}$	1,412	-817,55	10^{144}
13	$\text{Bi} \text{Bi(NO}_3)_3 \text{Zn(NO}_3)_2 \text{Zn}$	0,993	-574,95	10^{101}
14	$\text{Pt}, \text{H}_2 \text{H}_2\text{SO}_4 \text{MgSO}_4 \text{Mg}$	2,370	-457,41	10^{80}
15	$\text{Cr} \text{Cr(NO}_3)_3 \text{AgNO}_3 \text{Ag}$	1,543	-446,70	10^{78}
16	$\text{Ti} \text{TiSO}_4 \text{NiSO}_4 \text{Ni}$	1,40	-270,20	10^{47}
17	$\text{Co} \text{CoCl}_2 \text{AlCl}_3 \text{Al}$	1,385	-801,92	10^{141}
18	$\text{Zn} \text{ZnSO}_4 \text{Pb(NO}_3)_2 \text{Pb}$	0,637	-122,94	10^{22}
19	$\text{Ni} \text{Ni(NO}_3)_2 \text{Cr(NO}_3)_3 \text{Cr}$	0,524	-303,39	10^{33}
20	$\text{Ti} \text{TiCl}_2 \text{FeCl}_2 \text{Fe}$	1,190	-229,67	10^{40}
21	$\text{Pt}, \text{H}_2 \text{H}_2\text{SO}_4 \text{Ag}_2\text{SO}_4 \text{Ag}$	0,799	-154,21	10^{27}
22	$\text{Mn} \text{Mn(NO}_3)_2 \text{Fe(NO}_3)_2 \text{Fe}$	0,740	-142,82	10^{25}
23	$\text{Cd} \text{CdSO}_4 \text{H}_2\text{SO}_4 \text{H}_2, \text{Pt}$	0,403	-77,78	10^{14}
24	$\text{Mg} \text{MgSO}_4 \text{CuSO}_4 \text{Cu}$	2,710	-523,03	10^{92}
25	$\text{Pt}, \text{H}_2 \text{H}_2\text{SO}_4 \text{CoSO}_4 \text{Co}$	0,277	-53,46	10^9

164. Составьте два элемента, в одном из которых свинец являлся бы катодом, а в другом – анодом. Напишите уравнения реакций, происходящих при работе этих элементов. Рассчитайте ЭДС для стандартных условий.

165. Составьте два элемента, в одном из которых медь являлась бы катодом, а в другом – анодом. Напишите уравнения реакций, происходящих при работе этих элементов. Рассчитайте стандартную ЭДС элементов.

166. Как осуществить реакцию вытеснения меди из раствора сульфата меди железом, не погружая железа в этот раствор? Дайте обоснованный ответ.

167. Вычислите ЭДС гальванического элемента, составленного из кадмиевой и медной пластин, погруженных в 0,02 М растворы их солей. Напишите уравнение реакции, протекающей при работе этого элемента.

Ответ: 0,74 В.

168. Какие химические процессы происходят у электродов гальванического элемента, состоящего из медной и серебряной пластинок, погруженных в 2 н растворы нитратов меди и серебра? Укажите величину ЭДС этого элемента.

Ответ: 0,47 В.

169. Рассчитайте ЭДС элемента, образованного никелевым электродом, погруженным в 0,1 М раствор сульфата никеля, и медным электродом, погруженным в 0,2 М раствор сульфата меди, считая диссоциацию солей полной. Выразите молекулярным и ионным уравнениями происходящую при работе элемента реакцию.

Ответ: 0,6 В.

170. Напишите уравнения реакций и определите ЭДС гальванического элемента $\text{Zn} | \text{Zn(NO}_3)_2 || \text{Pb(NO}_3)_2 | \text{Pb}$, если концентрация растворов солей $\text{Zn(NO}_3)_2$ и $\text{Pb(NO}_3)_2$ равна 0,002 моль/л. Диссоциация солей полная.

Ответ: 0,63 В.

171. В каком направлении будут перемещаться электроны во внешней цепи гальванического элемента: $\text{Mg} | \text{Mg(NO}_3)_2 || \text{Cu(NO}_3)_2 | \text{Cu}$? Напишите уравнения реакций, протекающих на аноде и катоде, составьте суммарное уравнение реакции и рассчитайте ЭДС элемента, учитывая, что концентрации растворов солей соответственно равны 0,2 М и 0,02 М.

Ответ: 2,67 В.

172. Вычислите ЭДС элемента $\text{Ag} | \text{Ag}^+ || \text{Cd}^{2+} | \text{Cd}$, если концентрации $\text{Cd}^{2+} = 0,5$ и $\text{Cd}^{2+} = 0,005$ моль/л. Составьте уравнение реакции, протекающей при работе этого гальванического элемента.

Ответ: 1,25 В.

173. Какие электрохимические процессы происходят у электродов при работе гальванического элемента, состоящего из магниевой и железной пластинок, погруженных в 0,005 М растворы нитратов магния и железа? Укажите величину ЭДС этого элемента.

Ответ: 1,92 В.

16. ЭЛЕКТРОЛИЗ

174. Составьте схемы электролиза водных растворов солей А и В с растворимым и нерастворимым анодами. Рассчитайте электрохимические эквиваленты k веществ, выделяющихся на катоде.

Вариант	Растворы электролитов и ответ по расчету k			
	А	В	k , г/Кл	
1	2	3	5	
1	BaCl_2	$1,04 \cdot 10^{-5}$	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	$1,07 \cdot 10^{-3}$
2	K_2CO_3	$1,04 \cdot 10^{-5}$	Na_2S	$1,04 \cdot 10^{-5}$
3	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	$1,04 \cdot 10^{-5}$	NiCl_2	$3,06 \cdot 10^{-4}$
4	ZnSO_4	$3,36 \cdot 10^{-4}$	CuCl_2	$3,32 \cdot 10^{-4}$
5	$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$	$3,06 \cdot 10^{-4}$	K_2SO_4	$1,04 \cdot 10^{-5}$
6	AgNO_3	$1,12 \cdot 10^{-3}$	MgI_2	$1,04 \cdot 10^{-5}$
7	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	$1,04 \cdot 10^{-5}$	CdCl_2	$5,80 \cdot 10^{-4}$
8	NaCl	$1,04 \cdot 10^{-5}$	CuSO_4	$3,32 \cdot 10^{-4}$
9	FeCl_3	$1,93 \cdot 10^{-4}$	Ag_2SO_4	$1,12 \cdot 10^{-3}$
10	$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$	$1,79 \cdot 10^{-4}$	SnCl_2	$6,16 \cdot 10^{-4}$
11	NaI	$1,04 \cdot 10^{-5}$	$\text{Ba}(\text{CN})_2$	$1,04 \cdot 10^{-5}$
12	CaCl_2	$1,04 \cdot 10^{-5}$	$\text{Sb}(\text{NO}_3)_3$	$4,21 \cdot 10^{-4}$
13	Zn_2S	$1,04 \cdot 10^{-5}$	$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$	$7,22 \cdot 10^{-4}$
14	NaNNO_3	$1,04 \cdot 10^{-5}$	CdCl_2	$5,80 \cdot 10^{-4}$

1	2	3	4	5
15	$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$	$2,85 \cdot 10^{-4}$	KI	$1,04 \cdot 10^{-5}$
16	K_2SO_4	$1,04 \cdot 10^{-5}$	CoCl_2	$3,06 \cdot 10^{-4}$
17	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	$1,04 \cdot 10^{-5}$	ZnBr_2	$3,36 \cdot 10^{-4}$
18	NaOH	$1,04 \cdot 10^{-5}$	HCl	$1,04 \cdot 10^{-5}$
19	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$1,04 \cdot 10^{-5}$	NiCl_2	$3,06 \cdot 10^{-4}$
20	HNO_3	$1,04 \cdot 10^{-5}$	MgI_2	$1,04 \cdot 10^{-5}$
21	KCl	$1,04 \cdot 10^{-5}$	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	$1,07 \cdot 10^{-3}$
22	SnCl_2	$6,16 \cdot 10^{-4}$	Na_2SnO_2	$1,04 \cdot 10^{-5}$
23	NiSO_4	$3,06 \cdot 10^{-4}$	FeCl_3	$1,93 \cdot 10^{-4}$
24	$\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$	$6,16 \cdot 10^{-4}$	MnCl_2	$2,85 \cdot 10^{-4}$
25	CoSO_4	$3,06 \cdot 10^{-4}$	CdBr_2	$5,80 \cdot 10^{-4}$

175. Электрохимический ток пропускался через последовательно соединенные электролизеры с растворами CuSO_4 и $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Какое количество свинца выделится на катоде, если масса осажденной меди равна 0,1524 г? Составьте схемы электролиза указанных солей с нерастворимым и растворимым анодом.

Ответ: 0,4929 г.

176. Через раствор соли кадмия в течение 15 мин проходит ток силой в 1 А и при этом выделяется 0,524 г металлического кадмия. Определите молярную массу эквивалента кадмия. Составьте схему электролиза сульфата кадмия с кадмиевым анодом.

Ответ: 56,18.

177. При электролизе раствора $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ за 10 мин на катоде выделилось 0,26 г хрома. Определите силу тока. Составьте схему электролиза этой соли с нерастворимым анодом.

Ответ: 2,4 А.

178. Вычислите силу тока, зная, что при электролизе раствора КОН в течение 1 ч 15 мин 20 с на аноде выделилось 6,4 г кислорода. Какое вещество и в каком количестве выделится на катоде? Составьте схему электролиза.

Ответ: 17 А; $m(\text{H}_2) = 0,8$ г.

179. Сколько граммов H_2SO_4 образуется возле анода при электролизе раствора Na_2SO_4 , если на аноде выделяется 1,12 л кислорода, измеренного при н. у.? Вычислите массу вещества, выделяющегося на катоде. Составьте схему электролиза.

Ответ: $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 9,8 \text{ г}$; $m(\text{H}_2) = 0,2 \text{ г}$.

180. Сколько ампер-часов теоретически необходимо для электрохимической очистки (рафинирования) 1 т черновой меди, содержащей 4 % посторонних примесей? В чем заключается физический смысл электрохимического эквивалента и числа Фарадея?

Ответ: $804 \cdot 10^3 \text{ А}\cdot\text{ч}$.

181. Электрохимическим путем восстанавливают катод Au^{3+} . Сколько электронов потребуются для восстановления 1 моля и 1 моля эквивалентов золота. Сколько это составит фарадеев?

182. Через раствор хлорида железа (II) FeCl_2 пропустили ток силой 2 А в течение 10 мин, а через раствор хлорида железа (III) FeCl_3 — ток силой 5 А в течение 6 мин. В каком из растворов выделилось больше железа? Ответ мотивируйте. Составьте схемы электролиза.

Ответ: $m(\text{Fe}) = 0,348 \text{ г}$ в каждом растворе.

183. Сколько Кулонов электричества надо пропустить через раствор серебряной соли, чтобы выделить из раствора 1 г серебра? Что показывает электрохимический эквивалент?

Ответ: 893,5 Кл.

184. При электролизе соли некоторого металла за 2 ч 24 мин 45 с при силе тока 8 А на катоде выкристаллизовалось 6,48 г этого металла. Вычислить эквивалентную массу металла.

Ответ: 9 г.

185. Чему равна сила тока, если при электролизе раствора NaCl в течение 30 мин на катоде выделилось 8,4 л водорода, измеренного при н. у. Вычислите массу вещества, выделяющегося на аноде. Составьте схему электролиза.

Ответ: 40,2 А; $m(\text{Cl}_2) = 26,62 \text{ г}$.

186. Вычислить эквивалентную массу металла, зная, что при электролизе раствора хлорида этого металла затрачено 3880 Кл электричества и на катоде выделяется 1,174 г металла.

Ответ: 29,19 г/моль.

187. Сколько граммов едкого кали КОН образовалось у катода при электролизе раствора K_2SO_4 , если на аноде выделилось 11,2 л кислорода, измеренного при н. у.? Составьте схему электролиза.

Ответ: 112 г.

188. Выход по току при получении металлического кальция при электролизе расплава хлорида кальция равен 80 %. Сколько электричества надо пропустить через электролизер, чтобы получить 400 г кальция? Приведите схему электролиза.

Ответ: 670 А·ч.

189. Какую массу алюминия можно получить при электролизе расплава Al_2O_3 , если в течение часа пропускать ток силой 15000 А при выходе по току 80 %? Приведите схему электролиза.

Ответ: 4,03 кг.

190. Определите силу тока, необходимую для процесса электролиза расплава хлорида калия в течение 10 ч при выходе по току 80%, чтобы получить 0,39 кг металлического калия. Составьте схему электролиза.

Ответ: 335 А.

17. КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ

191. Какой металл будет растворяться при работе следующих коррозионных элементов? Составьте уравнения электрохимических процессов на катодном и анодном участках и определите тип дендритизации. На сколько уменьшится масса корродирующего металла при силе тока 1 мА за время t мин?

Вариант	Коррозионная гальванипара	I , мА	t , мин	Ответ: мг, мг
1	Cr HCl Cu	5	15	0,54
2	Fe H ₂ SO ₄ Zn	7,5	20	3,02
3	Fe H ₂ SO ₄ Sn	2	25	0,87
4	Al HCl Cu	3	30	0,50
5	Mg HCl Sn	7	15	0,78
6	Fe H ₂ SO ₄ Ni	5	20	1,74
7	Al HCl Cr	2	25	0,28
8	Sn H ₂ SO ₄ Cu	6	30	6,64
9	Zn H ₂ SO ₄ Bi	4	35	2,82
10	Fe HCl Cd	2	15	0,52
11	Mn H ₂ SO ₄ Cu	3	20	1,02
12	Sn HCl Ag	4	30	4,42
13	Ag NaCl, H ₂ O, O ₂ Cu	5	35	3,47
14	Fe H ₂ O, O ₂ Ni	6	15	1,56
15	Zn H ₂ O, O ₂ Cu	7	20	2,82
16	Ni H ₂ O, H ₂ S Ag	2	30	1,09
17	Al H ₂ O, CO ₂ Cu	3	35	0,58
18	Mn H ₂ O, CO ₂ Fe	4	15	1,02
19	Mg H ₂ O, Cl ⁻ Fe	5	20	0,74
20	Cd H ₂ O, O ₂ , Cl ⁻ Ag	6	25	5,53
21	Be H ₂ O, CO ₂ Fe	7	30	0,586
22	Cu H ₂ O, H ₂ S Au	2	35	1,39
23	Al NaCl, O ₂ , H ₂ O Cu	3	15	0,25
24	Sn H ₂ O, O ₂ Fe	4	20	1,39
25	Zn H ₂ O, CO ₂ Cr	5	30	3,02

192. В обычных условиях во влажном воздухе оцинкованное железо при нарушении покрытия не ржавеет, тогда как при температуре выше 70 °С оно покрывается ржавчиной. Чем это можно объяснить? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии оцинкованного железа в первом и во втором случаях.

193. Если пластинку из чистого железа опустить в соляную кислоту, то выделение на ней водорода идет медленно и со временем почти пре-

кращается. Однако если цинковой палочкой прикоснуться к железной пластинке, то на последней начинается бурное выделение водорода. Почему? Какой металл при этом растворяется? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.

194. Цинковую и железную пластинки опустили в раствор сульфата меди. Составьте электронные и ионные уравнения реакций, происходящих на каждой из этих пластинок. Какие процессы будут происходить на пластинках, если наружные концы их соединить проводником?

195. Как влияет рН среды на скорость коррозии железа и цинка? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов атмосферной коррозии этих металлов.

196. В раствор электролита, содержащего растворенный кислород, опустили цинковую пластинку и цинковую пластинку, частично покрытую медью. В каком случае процесс коррозии цинка происходит интенсивнее? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.

197. Как происходит атмосферная коррозия луженого и оцинкованного железа при нарушении целостности покрытия? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов и суммарное уравнение реакции.

198. Как происходит атмосферная коррозия луженого железа и луженой меди при нарушении покрытия? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов и суммарное уравнение реакции.

199. В чем заключается сущность защиты металлов от коррозии по методу протектора? Приведите пример защиты никеля по этому методу в электролите. Составьте электронные уравнения процессов, протекающих при работе протектора.

200. Если на стальной предмет нанести каплю воды, то коррозия подвергается средняя, а не внешняя часть смоченного металла. После высыхания капли в её центре появляется пятно ржавчины. Чем это можно объяснить? Какой участок металла, находящийся под каплей воды, является анодным и какой катодным? Составьте электронные уравнения соответствующих процессов.

201. Если гвоздь вбить во влажное дерево, то ржавчиной покрывается та его часть, которая находится внутри дерева. Чем это можно объяснить? Анаодом или катодом является эта часть гвоздя? Составьте электронные уравнения соответствующих процессов.

202. Почему химически чистое железо является более стойким против коррозии, чем техническое железо? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов, происходящих при коррозии технического железа во влажном воздухе и в сильно кислой среде.

203. Какое покрытие металла называется анодным и какое катодным? Назовите несколько металлов, которые могут служить в качестве: а) анодного; б) катодного покрытия железа. Составьте схему коррозии железа, покрытого медью: а) во влажном воздухе; б) в сильно кислой среде.

204. Железное изделие покрыли кадмием. Какое это покрытие: анодное или катодное? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии этого изделия при нарушении покрытия во влажном воздухе и в соляной кислоте. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?

205. Железное изделие покрыли свинцом. Какое это покрытие: анодное или катодное? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии этого изделия при нарушении покрытия во влажном воздухе и в соляной кислоте. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?

206. Две железные пластинки, частично покрытые одна оловом, другая медью, находятся во влажном воздухе. На какой из этих пластинок быстрее образуется ржавчина? Почему?

Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии этих пластинок. Каков состав продуктов коррозии железа?

207. Железные бочки применяют для транспортировки концентрированной серной кислоты, но после освобождения от кислоты бочки часто совершенно разрушаются вследствие коррозии. Чем это можно объяснить? Что является анодом и что катодом? Составьте электронные уравнения соответствующих процессов.

208. Как протекает атмосферная коррозия железа, покрытого слоем никеля, если покрытие нарушено? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов. Каков состав продуктов коррозии?

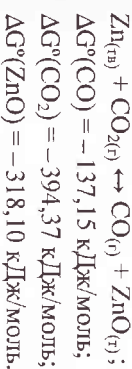
209. Какое из покрытий более надежно защищает стальное изделие от атмосферной коррозии: 1) луженое (олово по железу); 2) хромоное (хром по железу); 3) никелево-хромовое (никель по железу, затем хром по никелю); 4) медно-никелево-хромовое (медь по железу, затем никель по меди, затем хром по никелю). Почему? Дайте обоснованный ответ, составив схемы работы коррозионных элементов.

210. Какие металлы можно использовать для протекторной защиты стальной конструкции, имея в своём распоряжении металлы: Mg, Bi, Cd, Ni? Выразите электрохимический процесс, протекающий при работе протектора во влажной почве, уравнениями реакций в электроно-ионной и молекулярной формах.

211. Какие из приведенных ниже металлов электрохимически защищают цинковое изделие от атмосферной коррозии: 1) олово; 2) кадмий; 3) алюминий; 4) ртуть? Составьте схему коррозионных элементов, напишите молекулярное и электронные уравнения процесса коррозии при нарушении целостности покрытия.

212. В морскую воду опущены: 1) алюминиевая пластинка; 2) алюминиевая пластинка, склепанная медной; 3) алюминиевая пластинка, соединенная с магниевой; 4) алюминиевая пластинка, сваренная с никелевой. В каком случае процесс коррозии протекает интенсивнее? Почему? Составьте схему коррозионного элемента, молекулярное и электронные уравнения коррозионного процесса в морской воде.

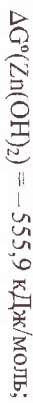
213. Установить, возможна ли коррозия цинка в газовой смеси, содержащей 2 объема CO_2 и 1 объем CO , при $T = 298 \text{ K}$ по реакции:



214. Какой из указанных ниже металлов может служить протектором для защиты стального корпуса корабля от коррозии в морской воде: 1) магний; 2) железо; 3) никель; 4) свинец?

Составьте уравнения электродных процессов, протекающих при работе протектора.

215. Исходя из величины ΔG_{298}° , определите, какие из приведенных ниже металлов будут корродировать во влажном воздухе по уравнению:



216. Какие металлы: Ni, Zn, Mg – будут разрушаться в атмосфере влажного воздуха, насыщенного диоксидом углерода? Ответ дайте на основании расчета ΔG_{298}° соответствующих процессов, используя данные:



217. Что такое окислительное? Чем отличается химическое окисление от электрохимического? Составьте уравнения реакций, протекающих при химическом окислении железа и при электрохимическом окислении алюминия.

218. В чем заключается процесс электрохимического никелирования? Составьте схему этого процесса и рассчитайте толщину никелевого покрытия, полученного при прохождении через раствор электролита тока силой 1 А в течение 30 мин.



Ответ: 0,308 мм.

18. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭЛЕМЕНТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ РАДИОМАТЕРИАЛОВ

219. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Назовите полученные соединения. Сколько граммов цианида калия KCN потребуется для растворения одного моля вещества «с»?

Ответ: 130 г.

220. Закончите уравнения реакций:



Какие свойства проявляют соединения меди в этих реакциях? Сколько потребуется хлорида олова для получения 28,8 г оксида меди (I) по уравнению «а»?

Ответ: 38 г.

221. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Какой объем газа выделится при растворении 0,5 моля меди в разведенной азотной кислоте при н. у.?

Ответ: 7,47 л.

222. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Назовите полученные соединения. Сколько образуются вещества «d» при растворении двух молей вещества «с» в водном растворе аммиака?

Ответ: 460 г.

223. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько граммов цианида калия KCN потребуется для растворения двух молей соединения «y».

Ответ: 260 г.

224. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько граммов в 10% раствора тиосульфата натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ требуется, для взаимодействия с 0,1 моля хлорида меди (I)?

Ответ: 316 г.

225. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько граммов восстановителя потребуется, чтобы получить 19,9 г хлорида меди (I).

226. Соединения меди (I) постепенно переходят в соединения меди (II). Напишите уравнения реакций взаимодействия оксида меди (I) с концентрированными кислотами: а) азотной; б) серной. Сколько молей каждой кислоты потребуется для растворения 144 г оксида меди (I)?

Ответ: а) 6 моль; б) 3 моль.

227. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько потребуется реактива (какого?) для превращения 14,4 г

Cu_2O в комплексное соединение $\text{K}[\text{Cu}(\text{CN})_2]$?

Ответ: 13 г.

228. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько граммов восстановителя потребуется для получения 72 г оксида меди (I) из гидроксида меди (II)?

229. Закончите уравнения реакций:



Какие свойства проявляет медь и ее соединения в этих реакциях? Сколько потребуется хлорида олова SnCl_2 для взаимодействия с двумя молями гидроксида меди (II)?

Ответ: 190 г.

230. Как извлечь серебро из соединений при его получении? Как восстанавливать его? Напишите уравнения соответствующих реакций.

Сколько потребуется восстановителя для получения 216 г серебра из сульфида Ag_2S ?

Ответ: 65 г.

231. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Какой объем газа (какого?) выделится (н. у.) при взаимодействии серебра с 50 мл 12% раствора азотной кислоты (плотность 1,066 г/см³)?

Ответ: 0,569 л.

232. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько миллилитров 25% раствора аммиака (плотность 0,918 г/см³) потребуется для растворения 23 г оксида серебра Ag_2O ?

Ответ: 61 мл.

233. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько можно получить оксида серебра из двух молей нитрата серебра AgNO_3 ?

Ответ: 232 г.

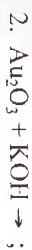
234. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько миллилитров 15% раствора азотной кислоты HNO_3 (плотность 1,084 г/см³) необходимо для растворения 53,5 г серебра?

Ответ: 255,91 мл.

235. Закончите уравнения реакций:



Какой объем 30% КОН (плотность 1,33 г/см³) потребуется для взаимодействия с одним молем Au_2O_3 ?

Ответ: 280,7 мл.

236. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Назовите полученные соединения золота. Сколько потребуются реактива (какого?) для растворения 24,8 г $\text{Au}(\text{OH})_3$?

Ответ: 5,6 г.

237. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Какой газ и сколько образуется при получении 2 молей $\text{H}[\text{AuCl}_4]$ при н. у.?

Ответ: 44,8 л.

238. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько потребуются селеновой кислоты для растворения 19,7 г золота?

Ответ: 42,9 г.

239. Какие реакции лежат в основе цианидного способа извлечения золота и серебра из руд? Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций. Сколько потребуются цианида калия КСН для извлечения 53,5 г серебра и 39,4 г золота?

Ответ: 91 г.

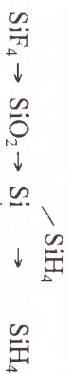
240. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Назовите образующиеся вещества. Сколько миллилитров 10 % серной кислоты (плотностью 1,07 г/см³) потребуются для взаимодействия с 6,1 г вещества «з»?

Ответ: 45,79 мл.

241. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Какой объем силана SiH_4 можно получить из 5,6 г кремния при н. у.?

Ответ: 4,48 л.

242. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько миллилитров 30 % раствора КОН плотностью 1,51 г/см³ потребуются для получения 57,5 г силиката калия?

Ответ: 75,63 мл.

243. Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций: а) кремния с раствором щелочи; б) окисления силана кислородом. Сколько можно растворить кремния в 30 мл 32 % раствора NaOH плотностью 1,349 г/см³.

Ответ: 4,53 г.

244. Закончите уравнения реакций, приведите электронные уравнения:



Какой газ и сколько по объему (л. у.) образуется при взаимодействии силицида магния с 20 мл 30 % соляной кислоты плотностью 1,149 г/см³?

Ответ: 1,06 л.

245. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько потребуются кислоты (какой?) для растворения 30 г диоксида кремния?

Ответ: 60 г.

246. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Назовите образующиеся вещества. Сколько миллилитров 30 % раствора NaOH плотностью 1,33 г/см³ потребуются для взаимодействия с 60 г вещества «в».

Ответ: 20 мл.

247. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько потребуются реактива (какого?) для получения 11,2 л (н. у.) силана SiH_4 ?

248. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько потребуется диоксида германия для получения 298,5 г германата калия?

Ответ: 134,52 г.

249. Почему германий не взаимодействует с разбавленной серной кислотой, тогда как в концентрированной он растворяется? Составьте уравнения реакций германия: а) с концентрированной серной кислотой; б) с концентрированным раствором NaOH в присутствии H_2O_2 . Сколько миллилитров 30% щелочи плотностью 1,33 г/см³ потребуется для растворения 7,3 г германия?

Ответ: 20,05 мл.

250. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько миллилитров 10% азотной кислоты плотностью 1,054 г/см³ потребуется для получения 32,1 г соединения «q». Назовите все образующиеся вещества.

Ответ: 95,64 мл.

251. Закончите уравнения реакций, приведите уравнения электронного баланса:



Какой газ и сколько по объему (н. у.) образуется при взаимодействии 73 г германия со смесью азотной и соляной кислот?

Ответ: 29,87 л.

252. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько миллилитров 2 М раствора серной кислоты потребуется для растворения 11,9 г олова?

Ответ: 50 мл.

253. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



В какой из реакций проявляются восстановительные свойства соединений олова (II). Сколько потребуется окислителя для окисления 2 моль соединения олова (II)?

254. Как олово относится к кислотам-окислителям – концентрированной серной и азотной. Приведите молекулярные и электронные уравнения соответствующих реакций. Сколько миллилитров 1 н раствора азотной кислоты потребуется для растворения 0,1 моля олова?

Ответ: 530 мл.

255. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Назовите образующиеся вещества. Какой газ и сколько по объему (н. у.) образуется при превращении 5,7 г олова в станинит натрия?

Ответ: 1,12 л.

256. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько миллилитров 30% раствора КОН (плотность 1,35 г/см³) потребуется для растворения 22,8 г олова?

Ответ: 52,98 мл.

257. Напишите уравнения реакций получения оксида олова (II): а) из хлорида олова (II); б) из станинита натрия. Сколько потребуется станинита натрия для получения 13 г оксида олова (II).

258. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько миллилитров в 30% раствора NaOH (плотность 1,33 г/см³) необходимо для растворения 40 г $Sn(OH)_4$?

Ответ: 42,89 мл.

259. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Назовите образующиеся соединения. Сколько потребуется окислителя для окисления Na_2SnO_2 , содержащегося в 300 мл 1 М раствора?

260. Осуществите следующий ряд превращений:



Какой газ и сколько по объему (н. у.) выделится при образовании 40 г станинита калия K_2SnO_2 ?

Ответ: 3,41 л.

261. Какие оксиды и гидроксиды образует олово? Как изменяются их кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства в зависимости от степени окисления? Составьте молекулярные, электронные и ионные уравнения реакций взаимодействия: 1) едкого натра с оловом; 2) гидроксида олова (II) с хлором в щелочной среде.

19. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА d-МЕТАЛЛОВ

262. Составьте электронную формулу атома металла. Укажите возможные степени окисления. Напишите молекулярное и электронные уравнения реакций металла с горячими кислотами и щелочами. Расчитайте объем выделяющегося газа при взаимодействии мольных количеств металла.

Вариант	Металл	Кислота и щелочь
1	Ti	H ₂ SO _{4(к)} NaOH
2	Ti	HNO _{3(к)} H ₂ SO _{4(р)}
3	Ti	HNO _{3(р)} HF
4	Ti	HCl KOH
5	V	HCl HNO _{3(к)}
6	V	H ₂ SO _{4(к)} HNO _{3(р)}
7	V	NaOH + O ₂ HNO _{3(к)}
8	Cr	HCl HNO _{3(р)}
9	Cr	H ₂ SO _{4(р)} KOH
10	Cr	H ₂ SO _{4(к)} HNO _{3(к)}
11	Mn	H ₂ SO _{4(р)} HNO _{3(к)}
12	Mn	HCl HNO _{3(р)}
13	Fe	HCl H ₂ SO _{4(к)}
14	Fe	H ₂ SO _{4(р)} HNO _{3(к)}
15	Co	HNO _{3(р)} HCl
16	Ni	HNO _{3(р)} H ₂ SO _{4(р)}
17	Ni	H ₂ SO _{4(к)} HCl

263. Составьте уравнения реакций, протекающих при осуществлении следующих превращений. Для окислительно-восстановительных процессов напишите электронные уравнения.

Вариант	Цепочка превращений
1	TiCl ₄ → Ti → Ti ₂ (SO ₄) ₃ → Ti(OH) ₃ → Ti(OH) ₄
2	Ti → TiCl ₃ → Ti(OH) ₃ → Ti(OH) ₄ → Na ₂ TiO ₃
3	TiO ₂ → TiCl ₄ → TiCl ₃ → TiCl ₄ → TiCl ₂
4	Ti → H ₂ TiO ₃ → TiCl ₄ → TiCl ₃ → Ti(OH) ₃
5	V → V ₂ O ₅ → HVO ₃ → NaVO ₃ → VOSO ₄
6	V → NaVO ₃ → VCl ₄ → VCl ₃ → VCl ₂
7	Cr → CrCl ₃ → Cr(OH) ₃ → KCrO ₂ → K ₂ Cr ₂ O ₄
8	Cr(NO ₃) ₃ → Cr(OH) ₃ → NaCrO ₂ → Na ₂ CrO ₄ → Na ₂ Cr ₂ O ₇
9	Na ₂ Cr ₂ O ₇ → Cr ₂ (SO ₄) ₃ → NaCrO ₂ → Na ₂ CrO ₄
10	CrCl ₃ → KCrO ₂ → K ₂ Cr ₂ O ₇ → K ₂ CrO ₄
11	K ₂ Cr ₂ O ₇ → K ₂ CrO ₄ → CrCl ₃ → Cr(OH) ₃ → KCrO ₂
12	Mn → MnCl ₂ → Mn(OH) ₂ → Mn(OH) ₃ → MnCl ₂
13	KMnO ₄ → K ₂ MnO ₄ → MnO ₂ → MnSO ₄ → Mn(OH) ₂
14	Mn ₂ O ₇ → KMnO ₄ → MnO ₂ → MnCl ₂ → KMnO ₄
15	Mn(NO ₃) ₂ → Mn(OH) ₂ → Mn(OH) ₃ → MnO ₂ → K ₂ MnO ₄
16	KMnO ₄ → MnO ₂ → MnCl ₂ → K ₂ MnO ₃ → K ₂ MnO ₄
17	[Co(CO) ₄] → Co → Co(NO ₃) ₂ → Co(OH) ₃ → CoCl ₂
18	Co ₂ O ₃ → CoCl ₂ → Co(OH) ₂ → Co(OH) ₃ → Co(NO ₃) ₂
19	Ni(OH) ₃ → NiSO ₄ → Ni(OH) ₂ → Ni(OH) ₃ → NiCl ₂
20	Ni ₂ O ₃ → NiCl ₂ → Ni → [Ni(CO) ₄] → Ni
21	Fe → FeSO ₄ → Fe ₂ (SO ₄) ₃ → Fe(OH) ₃ → Fe(NO ₃) ₃
22	FeCl ₃ → FeCl ₂ → Fe(OH) ₂ → Fe(OH) ₃ → Fe ₂ O ₃
23	Fe ₂ O ₃ → Fe → [Fe(CO) ₅] → Fe → Fe(NO ₃) ₃

264. Обладающие высокой твердостью и электропроводностью нитриды титана (+4) и циркония (+4) образуются при нагревании соответствующих хлоридов в токе аммиака. Напишите уравнения соответствующих реакций. Объясните, почему нитриды обладают металлоподобными свойствами.

265. Какую степень окисления проявляет в соединениях титан, цирконий и гафний? Какая из них является наиболее характерной? Почему фиолетовый раствор $TiCl_3$ на воздухе обесцвечивается? Составьте электронные и молекулярные уравнения реакции, одним из продуктов которой является дихлорид титанила.

266. При взаимодействии TiO с разбавленными H_2SO_4 и HCl выделяется водород. Чем это можно объяснить? Составьте электронные и молекулярные уравнения этих реакций, учитывая, что раствор приобретает фиолетовый цвет.

267. Почему чёрный $Ti(OH)_2$ на воздухе приобретает темно-коричневую окраску, которая затем переходит в белую? Составьте электронные и молекулярные уравнения соответствующих реакций.

268. Как можно осуществить химические превращения:



имея в распоряжении H_2O , H_2SO_4 , $KMnO_4$? Напишите молекулярные и электронные уравнения.

269. 144 г металлического титана растворили в разбавленной азотной кислоте. Составьте уравнения окислительно-восстановительной реакции. Сколько молей кислоты ветпадает в реакцию?

Ответ: 4 моль.

270. 2 моль оксида титана (IV) сплавил с гидроксидом натрия. Какое соединение титана и в каком количестве образуется?

Ответ: 2 моль.

271. Закончите уравнения реакций:



Для окислительно-восстановительных реакций напишите электронные уравнения.

272. Металлический хром получают алюминотермическим восстановлением Cr_2O_3 . Для получения Cr_2O_3 хромистый железняк $Fe(CrO_2)_2$ сплавляют с содой в присутствии кислорода. Получающийся хромат натрия переводят в дихромат, а последний восстанавливают углем до Cr_2O_3 .

Напишите уравнения всех перечисленных реакций. Рассчитайте, сколько хрома получится из 1 т оксида хрома (III).

Ответ: 684,2 кг.

273. К подкисленному серной кислотой раствору дихромата калия прибавили 54 г алюминия, измельчённого в порошок. Через некоторое время оранжевая краска раствора стала зелёной. Какое соединение хрома и в каком количестве образовалось? Составьте электронные и молекулярные уравнения происходящих реакций.

Ответ: 1 моль или 392 г.

274. 5,2 г металлического хрома обработали горячей концентрированной азотной кислотой. Какое соединение хрома и в каком количестве образуется?

Ответ: 23,8 г.

275. Оксид трёхвалентного хрома сплавляли с едким кали в присутствии кислорода. Какое соединение хрома и в каком количестве образовалось, если для реакции взяли 2 моля оксида хрома (III)?

Ответ: 4 моль.

276. Как относится хром к щелочам? Почему? Какие реакции происходят при сплавлении хрома с окислительно-щелочными смесями:



Составьте соответствующие уравнения реакций.

277. Почему оксид марганца (IV) может проявлять окислительные и восстановительные свойства? Составьте уравнения соответствующих окислительно-восстановительных реакций.



278. На 174 г оксида марганца (IV) действовали разбавленной азотной кислотой. Сколько потребуется кислоты для полного растворения? Какое соединение марганца при этом образуется? Какой объем кислорода выделяется?

Ответ: 4 моль HNO_3 ; 22,4 л O_2 .

279. В концентрированной серной кислоте растворили 55 г металлического марганца. Сколько потребовалось кислоты? Какой газ и в каком количестве при этом выделяется? Составьте уравнения реакций.

Ответ: 2 моль H_2SO_4 ; 22,4 (н. у.).

280. Как можно получить марганец из:

- перманганата калия;
- хлорида марганца (II);
- оксида марганца (IV)?

Составьте уравнения реакций.

281. 178 г гидроксида двухвалентного марганца окислили кислородом и (отдельно) пероксидом водорода. Какого окислителя потребуется больше: O_2 или H_2O_2 ? На сколько больше?

Ответ: больше H_2O_2 на 1 моль.

282. Напишите уравнения реакций, в которых соединение шестивалентного марганца проявляет:

- одновременно окислительные и восстановительные свойства;
- только восстановительные свойства;
- только окислительные свойства.

283. Могут ли в растворе существовать совместно следующие вещества: а) $FeCl_3$ и $SnCl_2$; б) $FeSO_4$ и $NaOH$; в) $FeCl_3$ и $K_3[Fe(CN)_6]$? Почему? Составьте уравнения соответствующих реакций.

284. Феррат калия K_2FeO_4 образуется при сплавлении Fe_2O_3 с калийной селитрой KNO_3 в присутствии КОН. Составьте электронные и молекулярные уравнения реакции. Сколько граммов феррата калия образуется при взаимодействии 2 моль калийной селитры с 1 моль оксида железа (III)?

Ответ: 396 г.

285. Чем отличается взаимодействие гидроксидов трёхвалентных кобальта и никеля с кислотами от взаимодействия гидроксида железа (III) с кислотами? Составьте электронные и молекулярные уравнения соответствующих реакций.

286. Какой из ионов: Fe^{2+} , Ca^{2+} , Ni^{2+} — обладает более сильными восстановительными свойствами? Приведите примеры реакций, в которых проявляется это различие.

287. Три моля $Ni(OH)_2$ необходимо окислить в $Ni(OH)_3$. Для окисления имеются кислород и бромная вода. Что лучше использовать для окисления? Сколько окислителя потребуется для реакции?

Ответ: 1,5 моль.

288. Какую степень окисления проявляет железо в соединениях? Как можно обнаружить железо Fe^{2+} и Fe^{3+} в растворе? Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций.

289. Четыре моля гидроксида кобальта (III) растворили в серной кислоте. Какое соединение кобальта и в каком количестве образовалось?

Ответ: 4 моль.

20. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА Р-ЭЛЕМЕНТОВ

290. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько миллилитров 10% HNO_3 с плотностью 1,05 г/см³ потребуется для растворения 52 г Pb?

Ответ: 400 мл.

291. К пеллочному раствору, содержащему 33,1 г $Pb(NO_3)_2$, прилили раствор гипохлорита натрия $NaClO$ до выпадения коричневого осадка. Что представляет собой этот осадок и сколько его образовалось? Составьте молекулярное и электронное уравнения реакции.

292. К раствору тетрагидроксоплатината натрия добавили 2 моля пероксида натрия Na_2O_2 , в результате реакции выпал коричневый осадок. Какое это соединение и сколько его вышло в осадок?

Составьте молекулярное и электронное уравнения реакции.

Ответ: PbO_2 ; 2 моль.

293. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме:



Сколько миллилитров 30 % раствора КОН ($\rho = 1,3 \text{ г/см}^3$) потребуется для растворения 24,1 г $\text{Pb}(\text{OH})_2$?

Ответ: 28,7 мл.

294. Закончите уравнения реакций:



Рассчитайте для каждой реакции, сколько окислителя потребуется для растворения 2 моль свинца.

Ответ: а) 4 моль H_2O ; б) 6 моль H_2SO_4 .

295. Напишите уравнения реакции получения оксида свинца (II) из нитрата свинца (II). Рассчитайте, сколько граммов и моль оксида свинца (II) получится, если взять для реакции 331 г нитрата свинца.

Ответ: 223 г PbO ; 1 моль PbO .

296. Напишите уравнение реакции взаимодействия диоксида свинца и подкисленного раствора йодида калия КI. Рассчитайте, сколько миллилитров 10 % раствора КI ($\rho = 1 \text{ г/см}^3$) потребуется для взаимодействия с 1 моль PbO_2 ? Какими окислительно-восстановительными свойствами обладает диоксид свинца? Почему?

Ответ: 3320 мл.

297. В результате каких реакций получается SbH_3 ?



298. В результате каких реакций получают соединения Sb(V) ?



299. В результате каких реакций получают соединения?



300. Напишите уравнение реакции



и молекулярной и ионной форме. Какие свойства проявляет соединение сурьмы в этой реакции?

301. Напишите уравнение реакции



и молекулярной и ионной форме. Какие свойства проявляет соединение висмута в этой реакции?

302. Напишите уравнение реакции, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



имея в своем распоряжении HCl , HNO_3 и Zn . Рассчитайте, сколько миллилитров 36 % соляной кислоты ($\rho = 1,19 \text{ г/см}^3$) потребуется для растворения 1 моль оксида сурьмы (V).

Ответ: 852 мл.

303. Напишите уравнение реакции, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Рассчитайте, сколько миллилитров 10 % азотной кислоты ($\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$) потребуется для растворения 104 г висмута.

Ответ: 1200 мл.

304. Сколько килограммов силиката натрия можно получить при сжигании оксида кремния (IV) с 64,2 кг соды, массовая доля примесей в которой составляет 5 %?

Ответ: 70,2 кг.

305. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



- 8) $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$;
- 9) $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$;
- 10) $\text{V}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{H}_3\text{VO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{V}_4\text{O}_7 \rightarrow \text{H}_3\text{VO}_3 \rightarrow \text{V}_2\text{O}_5$;
- 11) $\text{V}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{V}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{V} \rightarrow \text{VF}_3 \rightarrow \text{K}[\text{BF}_4]$;
- 12) $\text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4$;
- 13) $\text{NaCl} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO}_3$;
- 14) $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 \rightarrow \text{AgCl} \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$.

306. Как получить аммонийные соли? Что образуется при нагревании солей аммония? Покажите это на примере разложения фосфата $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$ и дихромата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Как доказать, что белый налёт на лабораторной посуде содержит ион аммония?

307. Азот можно получить в результате: а) разложения нитрата аммония NH_4NO_3 ; б) окисления сульфата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ азотной кислотой; в) при осторожном нагревании смеси порошка калийной селитры KNO_3 и железных опилок, которые окисляются до Fe_2O_3 . На основании электронных уравнений составьте молекулярные уравнения этих реакций.

308. Какие кислоты могут образовываться при гидратации фосфорного ангидрида? Составьте уравнения реакций, при помощи которых можно получить ортофосфорную кислоту исходя: а) из свободного фосфора; б) из фосфата кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

309. Примесь фосфора придает сталим хрупкость, поэтому при переработке высокофосфористых чугунов в томасовских конвертерах фосфор выводят в шлак. Для этого в шихту конвертера добавляют известняк CaO . Удаление фосфора отображается реакцией



Рассчитать массу CaO , необходимого для переработки 1 т чугуна, и массу получаемого при этом фосфата, используемого в сельском хозяйстве в качестве удобрения, если содержание фосфора в чугуне равно 1,6.

Ответ: 578 кг CaO ; 944 кг $\text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_9$.

21. ХИМИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВЕЩЕСТВ

310. В пробирке нагрели смесь диоксида марганца MnO_2 с конденсированной соляной кислотой. В процессе реакции к отверстию пробирки поднесли полоску фильтрованной бумаги, пропитанной раствором йодида калия KI и крахмалом. Бумажка посинела. Чем объясняется эта окраска? Ответ обосновать соответствующими уравнениями.

311. Выданы две банки без этикеток. В одной – йодид натрия NaI , в другой – бромид натрия NaBr . Как можно установить, какой из гипотезных входит в состав данных солей, если в вашем распоряжении имеются реактивы: хлорид железа (III), крахмал. Ответ обосновать соответствующими химическими уравнениями в молекулярной и ионной форме.

312. В растворе содержится смесь хлоридов меди (II) и железа (III). Докажите опытным путём присутствие ионов этих металлов в растворе. Приведите молекулярные и ионные уравнения реакций.

313. В растворе находятся ионы серебра и ионы меди. Определите опытным путем, ионы каких металлов находятся в растворе. Приведите молекулярные и ионные уравнения реакций.

314. Для количественного определения ионов меди (+2) используют реакцию взаимодействия йодида калия KI с какой-либо солью меди. На чём основан этот метод? Приведите электронные и молекулярные уравнения реакций.

315. Какая из двух выданных солей является сульфатом аммония и какая хлоридом калия? Приведите соответствующие уравнения реакций в молекулярной и ионной формах.

316. Даны 4 пробирки с растворами веществ: хлоридом кальция, соляной кислотой, сульфатом натрия и дистиллированной водой. Определите, в какой пробирке находится жёлтое из указанных веществ. Ответ подтвердите соответствующими уравнениями реакций в молекулярной и ионной формах.

317. Даны растворы солей: хлорида бария, карбоната калия и сульфата калия. Определите с помощью одного и того же реактива (какого?)

каждую из этих солей. Приведите уравнения соответствующих реакций в молекулярной и ионной формах. Ответ поясните.

318. Выданы карбонат натрия и сульфат натрия. Определите каждую из солей. Приведите уравнения соответствующих реакций в молекулярной и ионной формах.

319. В трёх пробирках находятся растворы карбоната натрия, сульфата натрия и хромата калия. Что будет наблюдаться, если в каждую пробирку добавить:

- раствор хлорида бария и затем соляную кислоту;
- соляную кислоту и затем раствор хлорида бария.

Составьте соответствующие уравнения реакций в молекулярной и ионной формах.

320. Как различить вещества: а) хлорид натрия, хлорид аммония, хлорид кальция; б) карбонат бария, сульфат бария, хлорид бария? Составьте соответствующие уравнения реакций в молекулярной и ионной формах.

321. Как проверить, содержит ли: а) карбонат натрия примесь гидрокарбоната натрия; б) хлорид калия примесь хлорида аммония; в) гидроксид натрия примесь карбоната натрия? Составьте соответствующие уравнения реакций в молекулярной и ионной формах.

322. Как можно разделить сухие вещества, оказавшиеся в смеси друг с другом: а) карбонат кальция, хлорид натрия, йод; б) сульфат железа (III), сульфат бария. Дайте обоснованный ответ.

323. В пробирках находятся сухие хлорид кальция, карбонат натрия, сульфат калия, хлорид бария. Как распознать эти вещества, не прибегая к помощи химических реактивов?

324. Даны разбавленные растворы следующих веществ: соляной кислоты, сульфата натрия, карбоната калия, диоксида бария, фторида серебра. Идентифицируйте эти вещества. Составьте соответствующие уравнения реакций в молекулярной и ионной формах.

325. При действии на твердое вещество *А* минеральной кислотой выделяется газ *Б*, не имеющий цвета и запаха. При достаточно низкой

температуре газ *Б* превращается в твердое вещество белого цвета. Если же пропустить газ *Б* через раствор некоторого вещества, синяя окраска содержашегося в этом растворе лакмуса изменяется, и в растворе образуется вещество *А*. Определите возможную природу вещества *А*. Напишите уравнения соответствующих реакций.

326. Докажите при помощи характерных реакций состав солей: карбоната железа (II) и нитрата хрома (III). Уравнения всех реакций напишите в ионной и молекулярной формах.

327. Как можно разделить катионы кальция Ca^{2+} и железа Fe^{3+} ? С помощью каких реактивов можно доказать их присутствие в растворе? Составьте уравнения реакций.

328. В растворе совместно присутствуют хлорид хрома (III) и сульфат железа (III). Как их разделить и доказать присутствие этих ионов в растворе? Напишите уравнения соответствующих реакций в молекулярной и ионной формах.

329. В растворе совместно присутствуют сульфат меди и хлорид железа (II). Какими реактивами можно доказать наличие данных катионов и анионов в растворе? Приведите уравнения соответствующих реакций в молекулярной и ионной формах.

330. В растворе присутствуют соли хлорид меди (II) и нитрат кальция. Как можно доказать это? Приведите уравнения соответствующих реакций.

331. Как можно разделить катионы кальция Ca^{2+} , меди Cu^{2+} , хрома Cr^{3+} и железа Fe^{3+} ? Составьте уравнения соответствующих реакций в молекулярной и ионной формах.

332. Как можно разделить и обнаружить ионы сульфид S^{2-} , сульфит SO_3^{2-} и сульфат SO_4^{2-} ? Составьте уравнения соответствующих реакций в молекулярной и ионной формах.

333. С помощью каких реакций обнаруживаются ионы CO_3^{2-} , CH_3COO^- и PO_4^{3-} ? Составьте уравнения их в ионной и молекулярной формах.

334. В растворе содержатся катионы Fe^{3+} , Ni^{2+} , CO^{2+} . Как вы докажете их присутствие? Составьте уравнения соответствующих реакций.

335. Какими способами можно разделить анионы PO_4^{3-} , SiO_3^{2-} , SO_3^{2-} ? Напишите уравнения химических реакций.

336. Можно ли обнаружить ионы NH_4^+ , Fe^{3+} , SO_4^{2-} в растворе соли $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$? Ответ подтвердите соответствующими уравнениями реакций.

337. Как доказать, что в состав воды, взятой на анализ, входят вещества, придающие ей постоянную жесткость? Составьте уравнения реакций.

338. Как различить сплавы: трепник, дюраль, сталь? Составьте уравнения соответствующих реакций.

339. Какое вещество будет находиться в растворе, если смесь карбоната кальция и сульфата железа (III) обработать избытком раствора соляной кислоты? Полученный раствор выпарить досуха и добавить немного воды. Как экспериментально можно подтвердить состав этого вещества? Составьте уравнения происходящих реакций в молекулярной и ионной формах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глинка Н. Л. Общая химия / Интерраг-пресс. – 2000 – 2004 гг.
2. Коровин Н. В. Общая химия. – М.: Высшая школа, 2002.
3. Харин А. Н., Кагаева Н. А., Харина Л. Т. Курс химии. – М.: Высшая школа, 1983.
4. Степанов Е. Г., Левина В. К., Судякова А. А. Химия: Учебное пособие. – Рыбинск: РГАТА имени П. А. Соловьева, 2008.
5. Степанов Е. Г., Левина В. К., Судякова А. А. Химия. Справочные материалы. – Рыбинск: РГАТА имени П. А. Соловьева, 2007.
6. Романцева Л. М., Лешинская З. Л., Суханова В. А. Сборник задач и упражнений по общей химии. – М.: Высшая школа, 1991.
7. Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии / Под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной. – Л.: Химия, 2002.