

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВПО КЕМЕРОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Кафедра общей и неорганической химии

**СБОРНИК КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
ПО ХИМИИ**
студентов всех форм обучения

Кемерово 2012

Составители:

И.В. Проскунов, доцент, канд. хим. наук;
Л.А. Сенчурова, доцент, канд. хим. наук;
Л.Я. Пыжова, доцент, канд. хим. наук;
Л.Н. Мартыновская, доцент, канд. хим. наук;
Н.В. Хитова, ст. преподаватель

*Рассмотрено и утверждено на заседании
кафедры общей и неорганической химии
Протокол № 10 от 29.06.12*

*Рекомендовано методической комиссией
технологического факультета
Протокол № от*

В сборнике представлены варианты индивидуальных контрольных заданий для самостоятельной работы студентов всех форм обучения при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Неорганическая химия», «Химия», включающие разделы: а) классы неорганических соединений, б) строение вещества, в) закономерности протекания химических процессов, г) растворы, д) комплексные соединения, е) электрохимические процессы.

Приведен список рекомендуемой литературы.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий сборник контрольных заданий для самостоятельной работы по химии составлен в соответствии с рабочими программами дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Неорганическая химия», «Химия» и призван развивать навыки самостоятельной работы студентов. Сборник содержит варианты индивидуальных заданий для проведения текущего контроля знаний студентов всех форм обучения по основным разделам изучаемых дисциплин.

Сборник контрольных заданий включает в себя учебный материал по следующим темам:

1. Классы неорганических соединений.
2. Основные понятия и законы химии.
3. Строение атома. Периодический закон.
Химическая связь.
4. Энергетика химических процессов.
5. Скорость химических реакций. Химическое равновесие.
6. Количественный состав растворов.
7. Свойства растворов неэлектролитов.
8. Свойства растворов электролитов.
9. Произведение растворимости.
10. Ионное произведение воды. Водородный показатель (рН).
11. Гидролиз солей.
12. Комплексные соединения.
13. Окислительно-восстановительные реакции.
14. Гальванический элемент.
15. Электролиз.
16. Коррозия металлов.
17. Водоподготовка.
18. Неорганическая химия и экология.

Задания к темам 1-11 составили Проскунов И.В., Сенчунова Л.А., Пыжова Л.Я., Хитова Н.В.; к темам 12-18 – Сенчунова Л.А., Мартыновская Л.Н.

Номер своего индивидуального варианта студент получает от преподавателя на первом занятии в начале семестра.

1. КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

1.1. Определите, к какому классу неорганических соединений относятся данные вещества. Назовите их. Для оксида напишите уравнения реакций, характеризующие его химические свойства.

01	MgO, H ₂ SO ₄ , Na ₂ CO ₃ , Al(OH) ₃	13	K ₂ O, HCN, Cu(NO ₃) ₂ , Cr(OH) ₃
02	CuO, H ₂ S, CuSO ₄ , NaOH	14	Mn ₂ O ₇ , H ₃ PO ₄ , AgBr, Co(OH) ₂
03	SiO ₂ , HNO ₃ , Na ₂ SO ₃ , Zn(OH) ₂	15	BeO, HNO ₃ , NiSO ₄ , Fe(OH) ₃
04	Cl ₂ O ₇ , H ₂ SO ₃ , K ₂ CrO ₄ , Fe(OH) ₃	16	Fe ₂ O ₃ , HF, BaSO ₄ , Zn(OH) ₂
05	N ₂ O ₅ , HCl, Na ₂ CO ₃ , Cr(OH) ₃	17	SrO, HCl, Cu(NO ₃) ₂ , Sr(OH) ₂
06	SO ₃ , H ₂ Cr ₂ O ₇ , K ₃ PO ₄ , NaOH,	18	CO ₂ , H ₃ PO ₄ , K ₂ Cr ₂ O ₇ , Ba(OH) ₂
07	Al ₂ O ₃ , HCN, K ₂ CO ₃ , Ni(OH) ₂	19	P ₂ O ₅ , HNO ₂ , FeCl ₃ , Mg(OH) ₂
08	ZnO, HNO ₂ , Cr ₂ (SO ₄) ₃ , Ca(OH) ₂	20	Cr ₂ O ₃ , HF, Ca ₃ (PO ₄) ₂ , Ca(OH) ₂
09	Li ₂ O, HCl, Cu(NO ₃) ₂ , Ba(OH) ₂	21	N ₂ O ₃ , HBr, Na ₂ CrO ₄ , Cd(OH) ₂
10	SO ₂ , H ₂ SiO ₃ , Cr ₂ (SO ₄) ₃ , LiOH	22	CaO, H ₂ SiO ₃ , AlCl ₃ , LiOH
11	Na ₂ O, H ₂ SO ₃ , MgCO ₃ , KOH	23	CrO ₃ , H ₂ CrO ₄ , MnSO ₄ , NaOH
12	BaO, HNO ₂ , CaSO ₄ , Fe(OH) ₂	24	FeO, H ₂ CO ₃ , K ₂ SO ₃ , Mn(OH) ₂

1.2. Приведите названия указанных средней, кислой и основной солей. Напишите уравнения реакций, в которые может вступить данная средняя соль.

01	MnSO ₄ , Ca(HSO ₄) ₂ , SnOHCl	13	Fe ₂ (SO ₄) ₃ , Cu(HSO ₄) ₂ , CrOHCl
02	Na ₃ PO ₄ , NaHCO ₃ , (CuOH) ₂ CO ₃	14	BaCl ₂ , KH ₂ PO ₄ , CoOHNO ₃
03	Pb(NO ₃) ₂ , Na ₂ HPO ₄ , AlOHSO ₄	15	ZnSO ₄ , Ca(HSO ₄) ₂ , FeOHNO ₃
04	FeCl ₃ , KHSO ₄ , ZnOHCl	16	FeSO ₄ , Ba(HS) ₂ , (ZnOH) ₂ SO ₄
05	Co(NO ₃) ₂ , KHCrO ₄ , FeOHCl ₂	17	Na ₂ CrO ₄ , KHS, (NiOH) ₂ SO ₄
06	Fe(NO ₃) ₃ , Ca(HS) ₂ , (CuOH) ₂ SO ₄	18	CaCl ₂ , MgHPO ₄ , Cr(OH) ₂ Cl
07	Cr ₂ (SO ₄) ₃ , KH ₂ PO ₄ , Al(OH) ₂ Cl	19	K ₂ CO ₃ , Ca(HCO ₃) ₂ , FeOHSO ₄
08	AgNO ₃ , KHSO ₃ , CoOHSO ₄	20	Ca(NO ₃) ₂ , Ba(HSO ₄) ₂ , ZnOHCl
09	Al(NO ₃) ₃ , Ca(HCrO ₄) ₂ , CuOHCl	21	Hg(NO ₃) ₂ , Na ₂ HPO ₄ , CdOHCl
10	CaCO ₃ , Ca(H ₂ PO ₄) ₂ , AlOHCl ₂	22	AlCl ₃ , LiHCO ₃ , (CuOH) ₂ CO ₃
11	FeSO ₄ , CaHPO ₄ , Al(OH) ₂ Cl	23	Cr(NO ₃) ₃ , NaHCrO ₄ , MnOHCl
12	AlCl ₃ , Mg(HSO ₄) ₂ , (PbOH) ₂ SO ₄	24	K ₂ SO ₄ , KHSO ₃ , (CrOH) ₂ SO ₄

1.3. Напишите уравнения реакций между соответствующими кислотой и основанием (или амфотерным гидроксидом), в результате которых можно получить кислую и основную соли из задания 1.2.

1.4. Напишите эмпирические формулы соединений:

01. оксид углерода(IV), сернистая кислота, гидроксид железа(III), гидроксид кальция, нитрат магния, гидрофосфат натрия, гидрокарбонат магния;

02. оксид серы(VI), хлороводородная кислота, гидроксид бария, гидроксид алюминия, карбонат натрия, гидрофосфат кальция, гидроксонитрат цинка;

03. оксид серы(IV), хлорная кислота, гидроксид свинца(II), гидроксид бария, сульфат хрома(III), гидрокарбонат лития, гидроксохлорид алюминия;

04. оксид азота(IV), угольная кислота, гидроксид хрома(III), гидроксид железа(II), сульфат лития, дигидрофосфат кальция, гидросульфат меди(II);

05. оксид хрома(II), хлористая кислота, гидроксид олова(II), гидроксид хрома(II), гипохлорит натрия, гидрокарбонат натрия, гидроксохлорид хрома(III);

06. оксид марганца(VII), хлорноватистая кислота, гидроксид свинца(II), гидроксид натрия, сульфид натрия, дигидрофосфат кальция, дигидроксонитрат хрома(III);

07. оксид алюминия, хромовая кислота, гидроксид марганца(II), гидроксид цинка, метасиликат натрия, гидрокарбонат кальция, гидроксохлорид меди(II);

08. оксид фосфора(V), хлорноватая кислота, гидроксид никеля(II), гидроксид бериллия, хлорат калия, гидросульфид натрия, дигидроксонитрат алюминия;

09. оксид углерода(II), азотистая кислота, гидроксид железа(II), гидроксид железа(III), перхлорат аммония, гидросульфит магния, гидросульфат кобальта(III);

10. оксид хлора(I), метакремниевая кислота, гидроксид бария, гидроксид хрома(III), фторид бериллия, гидросульфат хрома(II), гидросульфат алюминия;

11. оксид хрома(VI), ортофосфорная кислота, гидроксид меди(II), гидроксид олова(II), дихромат аммония, дигидрофосфат магния, гидроксохлорид цинка;

12. оксид ртути(II), азотная кислота, гидроксид алюминия, гидроксид меди(II), сульфат кобальта(II), гидросульфат хрома(III), гидроксокарбонат меди(II);

13. оксид натрия, серная кислота, гидроксид кобальта(III), гидроксид магния, нитрат бария, гидрофосфат аммония, гидроксохлорид железа(III);

14. оксид меди(II), сероводородная кислота, гидроксид кальция, гидроксид свинца(II), ортофосфат магния, дигидрофосфат аммония, гидроксонитрат магния;

15. оксид азота(V), циановодородная кислота, гидроксид хрома(III), гидроксид бария, сульфат железа(II), гидросульфид бария, гидроксокарбонат кадмия;

16. оксид бария, ортоборная кислота, гидроксид натрия, гидроксид алюминия, хромат серебра(I), гидросульфат олова(II), гидроксонитрат меди(II);

17. оксид олова(IV), бромоводородная кислота, гидроксид калия, гидроксид цинка, нитрат серебра(I), гидросульфит калия, гидроксокарбонат хрома(III);

18. оксид марганца(VII), фтороводородная кислота, гидроксид магния, гидроксид бериллия, сульфат олова(IV), гидросульфат свинца(II), гидроксосульфат алюминия;

19. оксид азота(II), хлорная кислота, гидроксид кальция, гидроксид железа(III), перхлорат калия, гидросульфит натрия, гидроксокарбонат меди(II);

20. оксид кальция, ортофосфорная кислота, гидроксид калия, гидроксид цинка, ортофосфат кальция, гидросульфит магния, гидроксонитрат меди(II);

21. оксид магния, серная кислота, гидроксид олова(II), гидроксид хрома(II), хромат бария, дигидрофосфат кальция, гидроксосульфат кобальта(III);

22. оксид меди(I), сернистая кислота, гидроксид железа(III), гидроксид кальция, фторид калия, гидросульфат магния, гидроксокарбонат кальция;

23. оксид хлора(VII), циановодородная кислота, гидроксид меди(II), гидроксид алюминия, сульфид цинка, гидрофосфат калия, дигидроксонитрат алюминия;

24. оксид кремния(IV), угольная кислота, гидроксид бария, гидроксид хрома(III), дихромат калия, гидрофосфат аммония, гидроксонитрат железа(III);

1.5. Напишите уравнения химических реакций, в результате которых можно получить основания и амфотерные гидроксиды из задания 1.4. Для амфотерных гидроксидов приведите уравнения реакций, доказывающие их амфотерность.

1.6. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:

01. $\text{Na} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{NaNO}_3$
02. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe(OH)}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}$
03. $\text{Al} \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al(NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{Na[Al(OH)}_4]$
04. $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO}$
05. $\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{CrCl}_3 \rightarrow \text{Cr(OH)}_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Cr(OH)}_6]$
06. $\text{Ca} \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$
07. $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{NaCl}$
08. $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn(OH)}_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4]$
09. $\text{Mg} \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgCl}_2$
10. $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
11. $\text{CaO} \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3$
12. $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuCl}_2$
13. $\text{K} \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{KNO}_3$
14. $\text{Ba} \rightarrow \text{BaO} \rightarrow \text{Ba(OH)}_2 \rightarrow \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{Ba(NO}_3)_2$
15. $\text{Cu} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuO}$
16. $\text{Mg} \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg(OH)}_2$
17. $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}$
18. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Fe(OH)}_3 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe(NO}_3)_3$
19. $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe(NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe(OH)}_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{FeCl}_3$
20. $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Zn(OH)}_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4]$
21. $\text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe(OH)}_2 \rightarrow \text{Fe(OH)}_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
22. $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$
23. $\text{Sn} \rightarrow \text{SnCl}_2 \rightarrow \text{Sn(NO}_3)_2 \rightarrow \text{Sn(OH)}_2 \rightarrow \text{SnSO}_4$
24. $\text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ХИМИИ

2.1. Для порции вещества X массой $m(X)$ рассчитайте:

а) количество вещества, б) число молекул, в) массу одной молекулы в граммах.

<i>№</i>	<i>Вещество (X)</i>	<i>m(X), г</i>	<i>№</i>	<i>Вещество (X)</i>	<i>m(X), г</i>
01	оксид серы(IV)	60	13	водород	73
02	сероводород	37	14	оксид азота(III)	80
03	оксид азота(I)	95	15	бромоводород	300
04	фторид фосфора(III)	64	16	оксид углерода(IV)	96
05	аммиак	51	17	фторид кремния(IV)	53
06	фторид серы(IV)	260	18	иодоводород	190
07	хлороводород	49	19	оксид углерода(II)	60
08	оксид азота(IV)	120	20	фторид селена(VI)	105
09	фторид фосфора(V)	116	21	кислород	120
10	оксид азота(II)	255	22	сероводород	235
11	фторид серы(VI)	184	23	фторид фосфора(III)	285
12	селеноводород	160	24	оксид азота(I)	29

2.2. Рассчитайте объем и массу порции газа X количеством вещества $n(X)$ при нормальных условиях. Определите число частиц (молекул или атомов) в данной порции газа.

<i>№</i>	<i>Газ (X)</i>	<i>n(X), моль</i>	<i>№</i>	<i>Газ (X)</i>	<i>n(X), моль</i>
01	бромоводород	2,0	13	неон	2,1
02	оксид азота(I)	2,5	14	фтор	1,7
03	оксид серы(IV)	0,4	15	сероводород	5,2
04	аммиак	1,5	16	метан	5,5
05	оксид углерода(II)	6,2	17	оксид азота(IV)	3,4
06	аргон	2,3	18	хлороводород	2,9
07	оксид азота(II)	1,5	19	азот	2,0
08	оксид углерода(IV)	3,1	20	кислород	1,4
09	гелий	2,7	21	селеноводород	0,6
10	хлор	3,8	22	оксид азота(III)	3,0
11	иодоводород	1,3	23	водород	2,3
12	фторид серы(VI)	0,6	24	оксид серы(IV)	4,1

2.3. Рассчитайте молярную массу газа, заданный объем которого при нормальных условиях имеет соответствующую массу. Сколько молекул содержится в данном объеме газа?

№	V, дм ³	m, г	№	V, дм ³	m, г
01	2,8	2,70	13	1,3	0,99
02	1,3	1,86	14	7,6	0,68
03	1,4	1,06	15	2,7	2,05
04	2,4	3,00	16	4,0	3,04
05	3,2	4,00	17	4,6	16,43
06	4,8	9,43	18	1,5	2,01
07	2,0	7,14	19	3,3	9,43
08	7,3	11,08	20	6,0	7,50
09	1,0	0,71	21	7,0	0,63
10	5,6	9,13	22	7,4	12,06
11	5,6	4,25	23	8,4	12,00
12	3,2	4,57	24	3,0	9,51

2.4. Определите факторы эквивалентности и рассчитайте молярные массы эквивалентов подчеркнутых веществ в реакциях, протекающих по уравнениям а и б.

№	а)	б)
01	<u>S</u> + 2F ₂ = SF ₄	<u>H₃PO₄</u> + NaOH = NaH ₂ PO ₄ + H ₂ O
02	<u>Zn</u> + 2HCl = ZnCl ₂ + H ₂	<u>Ca(OH)₂</u> + HCl = CaOHCl + H ₂ O
03	<u>C</u> + O ₂ = CO ₂	2NaOH + <u>H₃PO₄</u> = Na ₂ HPO ₄ + 2H ₂ O
04	<u>N₂</u> + 3H ₂ = 2NH ₃	<u>Zn(OH)₂</u> + 2NaOH = Na ₂ [Zn(OH) ₄]
05	<u>S</u> + O ₂ = SO ₂	<u>Al(OH)₃</u> + HCl = Al(OH) ₂ Cl + H ₂ O
06	<u>S</u> + 3F ₂ = SF ₆	<u>H₂SO₄</u> + NaOH = NaHSO ₄ + H ₂ O
07	<u>Cu</u> + Cl ₂ = CuCl ₂	<u>Cr(OH)₃</u> + 3NaOH = Na ₃ [Cr(OH) ₆]
08	<u>Mg</u> + H ₂ SO ₄ = MgSO ₄ + H ₂	NaOH + <u>H₂SO₄</u> = NaHSO ₄ + H ₂ O
09	<u>2P</u> + 3Cl ₂ = 2PCl ₃	<u>Al(OH)₃</u> + 2HCl = AlOHCl ₂ + 2H ₂ O
10	<u>Sn</u> + 2HCl = SnCl ₂ + H ₂	<u>Cr(OH)₃</u> + H ₂ SO ₄ = CrOHSO ₄ + 2H ₂ O
11	<u>2P</u> + 5Cl ₂ = 2PCl ₅	<u>H₃PO₄</u> + 2NaOH = Na ₂ HPO ₄ + 2H ₂ O
12	<u>2B</u> + 3Cl ₂ = 2BCl ₃	<u>H₂CrO₄</u> + KOH = KHCrO ₄ + H ₂ O
13	<u>2Ba</u> + O ₂ = 2BaO	<u>H₃PO₄</u> + Ba(OH) ₂ = BaHPO ₄ + 2H ₂ O
14	<u>Si</u> + O ₂ = SiO ₂	<u>Mg(OH)₂</u> + H ₂ SO ₄ = MgSO ₄ + 2H ₂ O
15	<u>Si</u> + 2F ₂ = SiF ₄	<u>Cu(OH)₂</u> + HNO ₃ = CuOHNO ₃ + H ₂ O
16	<u>S</u> + H ₂ = H ₂ S	<u>Ba(OH)₂</u> + HCl = BaOHCl + H ₂ O

17	$4B + 3O_2 = 2B_2O_3$	$Al(OH)_3 + NaOH = Na[Al(OH)_4]$
18	$2C + O_2 = 2CO$	$Sn(OH)_2 + HNO_3 = SnOHNO_3 + H_2O$
19	$2B + 3Cl_2 = 2BCl_3$	$H_3PO_4 + Ca(OH)_2 = CaHPO_4 + 2H_2O$
20	$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$	$H_2S + NaOH = NaHS + H_2O$
21	$S + 3F_2 = SF_6$	$Sr(OH)_2 + HCl = SrOHCl + H_2O$
22	$C + O_2 = CO_2$	$Fe(OH)_3 + 2HCl = FeOHCl_2 + 2H_2O$
23	$Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2$	$H_3PO_4 + NaOH = NaH_2PO_4 + H_2O$
24	$S + O_2 = SO_2$	$Al(OH)_3 + 3NaOH = Na_3[Al(OH)_6]$

2.5. Рассчитайте молярную массу эквивалентов металла, если при взаимодействии заданной навески металла с кислотой выделился соответствующий объем водорода в указанных условиях.

№	$m_{Me}, г$	$V(H_2), дм^3$	$t, °C$	$P, кПа$
01	0,34	0,34	0	94,60
02	1,68	1,32	17	87,00
03	0,38	0,47	0	101,32
04	0,77	1,07	25	99,00
05	0,47	0,18	20	99,50
06	0,45	0,54	3	106,60
07	0,17	0,23	0	94,60
08	15,17	5,45	17	102,00
09	8,21	4,13	12	102,40
10	5,00	0,17	0	101,32
11	0,45	0,63	20	97,30
12	1,60	1,34	10	116,75
13	0,60	0,51	5	112,50
14	1,10	0,39	8	116,40
15	0,30	0,22	0	175,40
16	0,68	0,40	25	75,30
17	0,79	0,26	15	127,50
18	0,88	1,80	18	65,80
19	1,35	1,29	0	98,70
20	1,15	1,07	0	101,32
21	1,05	0,38	6	97,80
22	0,45	0,56	7	102,90
23	0,65	0,89	11	95,60
24	1,35	1,05	9	125,80

2.6. Рассчитайте объём водорода, который выделится при взаимодействии соответствующей навески металла с кислотой в указанных условиях.

<i>№</i>	<i>Металл</i>	<i>m_{Me}, г</i>	<i>t, °C</i>	<i>P, кПа</i>
01	алюминий	18	15	98,30
02	магний	12	0	97,80
03	стронций	44	5	102,90
04	цинк	95	9	102,90
05	железо	32	17	98,00
06	натрий	52	7	102,30
07	калий	11	3	101,80
08	марганец	37	10	97,90
09	никель	90	5	99,00
10	цинк	20	27	102,20
11	кадмий	15	33	105,80
12	олово	46	23	99,80
13	кальций	80	17	101,20
14	алюминий	12	18	76,70
15	цинк	27	27	127,50
16	магний	18	30	98,50
17	железо	70	12	116,30
18	стронций	47	22	93,50
19	натрий	38	28	128,60
20	калий	65	20	64,00
21	кальций	12	19	87,60
22	цинк	44	35	99,87
23	магний	57	10	127,80
24	марганец	63	0	89,90

3. СТРОЕНИЕ АТОМА. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

3.1. Напишите электронные формулы атомов представленных элементов и укажите их валентные электроны.

01	<u>кальций</u> , кадмий, таллий	13	рубидий, лантан, <u>мышьяк</u>
02	калий, серебро, <u>свинец</u>	14	<u>галлий</u> , цирконий, сурьма
03	магний, железо, <u>висмут</u>	15	скандий, золото, <u>теллур</u>
04	рубидий, кобальт, <u>полоний</u>	16	цезий, актиний, <u>индий</u>
05	<u>стронций</u> , никель, астат	17	<u>кальций</u> , цирконий, висмут
06	натрий, медь, <u>индий</u>	18	натрий, гафний, <u>полоний</u>
07	цезий, цинк, <u>олово</u>	19	<u>индий</u> , технеций, цинк
08	алюминий, скандий, <u>иод</u>	20	<u>таллий</u> , вольфрам, бром
09	<u>кремний</u> , титан, криптон	21	рубидий, актиний, <u>астат</u>
10	бор, ванадий, <u>сурьма</u>	22	франций, осмий, <u>сурьма</u>
11	<u>кальций</u> , серебро, фосфор	23	<u>барий</u> , никель, радон
12	барий, кадмий, <u>селен</u>	24	калий, серебро, <u>хлор</u>

3.2. Определите, к каким электронным семействам принадлежат элементы из задания 3.1. Для атома подчеркнутого элемента приведите электронно-графические формулы валентных орбиталей в основном и в возможных возбужденных состояниях атома.

3.3. По представленным конфигурациям валентных электронов атомов элементов определите положение элементов в периодической системе, указав период, группу и подгруппу. Составьте полные электронные формулы атомов данных элементов. Определите число неспаренных электронов атома, конфигурация которого подчеркнута, в основном состоянии.

01	<u>7s²</u>	6s ² 6p ⁵	<u>5s²4d²</u>
02	<u>3s²3p⁶</u>	5s ² 4d ⁵	6s ¹
03	5s ¹ 4d ¹⁰	7s ¹	<u>3s²3p³</u>
04	6s ²	<u>5s²5p²</u>	4s ² 3d ⁸
05	5s ² 5p ⁶	<u>6s²5d⁴</u>	4s ²
06	6s ¹ 5d ¹⁰	4s ¹	<u>6s²6p⁴</u>
07	7s ²	5s ² 4d ¹⁰	<u>6s²5d⁶</u>
08	<u>6s²6p⁴</u>	4s ² 3d ³	5s ²
09	<u>4s²3d⁸</u>	5s ¹	6s ² 6p ³
10	6s ²	<u>5s²5p⁵</u>	4s ¹ 3d ¹⁰
11	5s ² 5p ²	<u>4s²3d⁸</u>	7s ²
12	5s ² 4d ¹⁰	6s ¹	<u>4s²4p⁴</u>
13	4s ²	6s ² 6p ⁴	<u>5s²4d⁵</u>

14	$4s^2 4p^4$	$6s^1 5d^{10}$	$5s^2$
15	$6s^2 5d^6$	$4s^1$	$3s^2 3p^1$
16	$7s^2$	$4s^2 4p^1$	$6s^2 5d^2$
17	$4s^2 4p^2$	$7s^2 6d^4$	$3s^2$
18	$5s^1 4d^{10}$	$4s^2$	$3s^2 3p^3$
19	$2s^2$	$5s^2 5p^1$	$4s^2 3d^7$
20	$5s^2 4d^1$	$6s^2 6p^5$	$3s^1$
21	$4s^2 4p^6$	$5s^2$	$7s^2 6d^5$
22	$6s^1$	$5s^2 5p^2$	$4s^2 3d^3$
23	$6s^2 6p^4$	$5s^2 4d^5$	$4s^1$
24	$5s^1 4d^{10}$	$7s^2$	$5s^2 5p^5$

3.4. Приведите конфигурации валентных электронов атомов перечисленных элементов. Определите, какой из указанных элементов обладает: 1) наибольшим значением атомного радиуса, 2) наибольшим значением энергии ионизации атома; 3) наименьшим значением энергии сродства к электрону, 4) наименьшей относительной электроотрицательностью. Объясните свой ответ.

01	калий, рубидий, цезий.	13	кислород, сера, селен
02	кремний, сера, хлор	14	бор, углерод, кислород
03	хлор, бром, йод	15	стронций, барий, радий
04	алюминий, кремний, сера,	16	свинец, полоний, астат
05	сера, селен, теллур	17	индий, олово, йод
06	олово, теллур, йод	18	галлий, германий, селен
07	кремний, германий, олово	19	алюминий, галлий, индий
08	германий, селен, бром	20	бериллий, магний, кальций
09	углерод, кремний, германий	21	селен, теллур, полоний
10	бор, кислород, фтор	22	рубидий, цезий, франций
11	магний, кальций, стронций	23	натрий, кремний, хлор
12	индий, олово, теллур	24	бериллий, кальций, барий

3.5. На основе метода валентных связей определите для каждой из указанных частиц: а) число σ - и π - связей, б) тип гибридизации валентных орбиталей центрального атома, в) геометрическую форму частицы.

01	$\text{CCl}_4, \text{SO}_3, \text{NH}_4^+$	13	$\text{CS}_2, \text{CH}_4, \text{BF}_4^-$
02	$\text{BCl}_3, \text{SF}_6, \text{CO}_3^{2-}$	14	$\text{CHCl}_3, \text{SiO}_2, \text{AsO}_4^{3-}$
03	$\text{CO}_2, \text{PCl}_5, \text{PO}_4^{3-}$	15	$\text{COCl}_2, \text{SO}_2\text{F}_2, \text{BO}_2^-$
04	$\text{BeI}_2, \text{AlCl}_3, \text{BH}_4^-$	16	$\text{CH}_3\text{Cl}, \text{AlI}_3, \text{PO}_4^{3-}$
05	$\text{NH}_3, \text{CO}_2, \text{ClO}_4^-$	17	$\text{COS}, \text{NH}_3, \text{IO}_6^{5-}$
06	$\text{MgCl}_2, \text{COF}_2, \text{AsO}_4^{3-}$	18	$\text{CSCl}_2, \text{POF}_3, \text{TeO}_6^{6-}$
07	$\text{SeO}_3, \text{SO}_2\text{Cl}_2, \text{SO}_4^{2-}$	19	$\text{BH}_3, \text{C}_2\text{H}_2, \text{ClO}_4^-$
08	$\text{SiH}_4, \text{C}_2\text{H}_2, \text{IO}_6^{5-}$	20	$\text{BeCl}_2, \text{BF}_3, \text{SO}_4^{2-}$
09	$\text{BeH}_2, \text{C}_2\text{H}_4, \text{TeO}_6^{6-}$	21	$\text{PCl}_5, \text{SF}_6, \text{BO}_2^-$
10	$\text{SO}_2, \text{BF}_3, \text{NH}_4^+$	22	$\text{CH}_2\text{Cl}_2, \text{SeF}_6, \text{BF}_4^-$
11	$\text{H}_2\text{O}, \text{C}_2\text{H}_6, \text{SiO}_3^{2-}$	23	$\text{SO}_3, \text{CO}_2, \text{CO}_3^{2-}$
12	$\text{BF}_3, \text{CF}_4, \text{ClO}_4^-$	24	$\text{PCl}_5, \text{C}_2\text{H}_4, \text{TeO}_6^{6-}$

3.6. С позиций метода валентных связей (применяя теорию гибридизации) определите пространственное строение указанных частиц. Объясните, у каких частиц электрический момент диполя будет отличен от нуля.

01	$\text{CH}_2\text{Cl}_2, \text{SO}_3, \text{SO}_2$	13	$\text{BF}_3, \text{SeCl}_2, \text{PCl}_3$
02	$\text{NH}_3, \text{BCl}_3, \text{CO}_2$	14	$\text{SiO}_2, \text{CF}_2\text{Cl}_2, \text{NH}_3$
03	$\text{COCl}_2, \text{PF}_5, \text{PCl}_3$	15	$\text{COF}_2, \text{PH}_3, \text{MgF}_2$
04	$\text{CH}_4, \text{SO}_2\text{F}_2, \text{AlCl}_3$	16	$\text{SO}_2, \text{AlI}_3, \text{CF}_4$
05	$\text{CH}_3\text{Cl}, \text{BeF}_2, \text{SF}_6$	17	$\text{SF}_6, \text{SO}_3, \text{CFCl}_3$
06	$\text{MgCl}_2, \text{CSCl}_2, \text{NF}_3$	18	$\text{SeO}_2, \text{CO}_2, \text{BH}_3$
07	$\text{SiH}_4, \text{POF}_3, \text{H}_2\text{O}$	19	$\text{HCN}, \text{C}_2\text{H}_2, \text{NH}_3,$
08	$\text{COS}, \text{SeO}_3, \text{BrF}_5$	20	$\text{H}_2\text{O}, \text{SeO}_3, \text{PCl}_5$
09	$\text{CCl}_4, \text{CS}_2, \text{PH}_3$	21	$\text{CSCl}_2, \text{SnCl}_4, \text{AsH}_3$
10	$\text{SO}_3, \text{SnCl}_2, \text{SeO}_2$	22	$\text{CH}_2\text{Cl}_2, \text{CS}_2, \text{NF}_3$
11	$\text{SiO}_2, \text{PCl}_5, \text{CHCl}_3$	23	$\text{PF}_3, \text{SiH}_4, \text{SnCl}_2$
12	$\text{SiF}_4, \text{CO}_2, \text{TeO}_2$	24	$\text{BrF}_5, \text{SF}_6, \text{COS}$

3.7. Используя положения метода молекулярных орбиталей, для каждой из двух указанных частиц: а) составьте энергетическую диаграмму образования молекулярных орбиталей; б) напишите формулу электронной конфигурации; в) определите наличие или отсутствие магнитных свойств; г) рассчитайте порядок связи.

Сделайте вывод о том, какая из двух частиц более устойчива.

01	$\text{Li}_2, \text{O}_2^-$	13	H_2, CN^+
02	O_2, NO^+	14	Be_2^+, NO
03	N_2, F_2^+	15	$\text{N}_2^+, \text{CO}^-$
04	O_2^+, NO	16	$\text{O}_2^-, \text{He}_2^+$
05	CO, F_2	17	Li_2, CO
06	NO^-, B_2	18	N_2, F_2^+
07	$\text{CN}^-, \text{F}_2^-$	19	$\text{N}_2^+, \text{NO}^-$
08	$\text{NO}^+, \text{Ne}_2^+$	20	$\text{CN}^-, \text{O}_2^+$
09	F_2, O_2	21	$\text{O}_2, \text{Li}_2^+$
10	CN^-, CO^+	22	H_2, F_2^-
11	NO, O_2^-	23	CO, NO
12	$\text{O}_2^+, \text{N}_2^+$	24	$\text{B}_2^+, \text{CN}^-$

4. ЭНЕРГЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

4.1. На основе справочных величин стандартных энтальпий образования ($\Delta H_{\text{f}, 298}^0(\text{X})$) соответствующих веществ и первого следствия из закона Гесса рассчитайте тепловой эффект реакции при стандартных условиях. Определите, эндо- или экзотермической является данная реакция.

01	$3\text{CuO}_{(\text{кр})} + 2\text{Fe}_{(\text{кр})} = 3\text{Cu}_{(\text{кр})} + \text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{кр})}$	13	$\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{кр})} + 3\text{H}_{2(\text{г})} = 2\text{Fe}_{(\text{кр})} + 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$
02	$2\text{CuO}_{(\text{кр})} + \text{C}_{(\text{графит})} = 2\text{Cu}_{(\text{кр})} + \text{CO}_{2(\text{г})}$	14	$\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{кр})} + 2\text{Al}_{(\text{кр})} = 2\text{Fe}_{(\text{кр})} + \text{Al}_2\text{O}_{3(\text{кр})}$
03	$\text{C}_{(\text{графит})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} = \text{CO}_{(\text{г})} + \text{H}_{2(\text{г})}$	15	$3\text{Fe}_3\text{O}_{4(\text{кр})} + 8\text{Al}_{(\text{кр})} = 9\text{Fe}_{(\text{кр})} + 4\text{Al}_2\text{O}_{3(\text{кр})}$
04	$\text{C}_{(\text{графит})} + \text{CO}_{2(\text{г})} = 2\text{CO}_{(\text{г})}$	16	$3\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{кр})} + \text{CO}_{(\text{г})} = 2\text{Fe}_3\text{O}_{4(\text{кр})} + \text{CO}_{2(\text{г})}$
05	$\text{CO}_{(\text{г})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} = \text{CO}_{2(\text{г})} + \text{H}_{2(\text{г})}$	17	$\text{FeO}_{(\text{кр})} + \text{CO}_{(\text{г})} = \text{Fe}_{(\text{кр})} + \text{CO}_{2(\text{г})}$
06	$2\text{CO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{CO}_{2(\text{г})}$	18	$\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{кр})} + 3\text{CO}_{(\text{г})} = 2\text{Fe}_{(\text{кр})} + 3\text{CO}_{2(\text{г})}$
07	$\text{CuO}_{(\text{кр})} + \text{H}_{2(\text{г})} = \text{Cu}_{(\text{кр})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$	19	$4\text{NH}_{3(\text{г})} + 3\text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{N}_{2(\text{г})} + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$
08	$\text{FeO}_{(\text{кр})} + \text{H}_{2(\text{г})} = \text{Fe}_{(\text{кр})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$	20	$3\text{Fe}_{(\text{кр})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} = \text{Fe}_3\text{O}_{4(\text{кр})} + 4\text{H}_{2(\text{г})}$
09	$\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{кр})} + 3\text{H}_{2(\text{г})} = 2\text{Fe}_{(\text{кр})} + 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$	21	$\text{SiH}_{4(\text{г})} + 2\text{O}_{2(\text{г})} = \text{SiO}_{2(\text{кр})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$
10	$\text{CuO}_{(\text{кр})} + \text{CO}_{(\text{г})} = \text{CO}_{2(\text{г})} + \text{Cu}_{(\text{кр})}$	22	$4\text{HCl}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{Cl}_{2(\text{г})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$
11	$\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{кр})} + 3\text{CO}_{(\text{г})} = 2\text{Fe}_{(\text{кр})} + 3\text{CO}_{2(\text{г})}$	23	$2\text{Fe}_{(\text{кр})} + 3\text{CO}_{2(\text{г})} = \text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{кр})} + 3\text{CO}_{(\text{г})}$
12	$\text{Fe}_3\text{O}_{4(\text{кр})} + 4\text{H}_{2(\text{г})} = 3\text{Fe}_{(\text{кр})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$	24	$\text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{кр})} + 2\text{C}_{(\text{графит})} = 2\text{Na}_{(\text{кр})} + 3\text{CO}_{(\text{г})}$

4.2. Используя справочное значение стандартной энтальпии образования ($\Delta H_{f, 298}^0(X)$) указанного сложного вещества, рассчитайте тепловой эффект реакции образования этого вещества, заданной массы $m(X)$, из простых веществ при стандартных условиях.

№	Вещество (X)	$m(X), \text{г}$	№	Вещество (X)	$m(X), \text{г}$
01	оксид свинца(II)	60	13	оксид алюминия	27
02	оксид меди(II)	20	14	бромид алюминия	80
03	оксид хрома(III)	51	15	хлорид натрия	24
04	сульфид кальция	19	16	оксид титана(IV)	48
05	оксид олова(IV)	50	17	оксид теллура(IV)	92
06	хлорид фосфора(III)	69	18	оксид лития	10
07	фторид меди(II)	83	19	сульфид натрия	39
08	фторид золота(III)	91	20	сульфид ртути(II)	55
09	оксид теллура(IV)	14	21	оксид свинца(II)	44
10	оксид кремния(IV)	20	22	хлорид магния	60
11	оксид бария	42	23	оксид бериллия	11
12	оксид марганца(II)	24	24	хлорид кальция	37

4.3. Используя справочные значения стандартных энергий Гиббса образования соответствующих веществ ($\Delta G_{f, 298}^0(X)$), рассчитайте ΔG_{298}^0 указанной реакции и сделайте вывод о возможности самопроизвольного протекания этой реакции при стандартных условиях.

01	$6\text{HCl}_{(г)} + \text{O}_{3(г)} = 3\text{Cl}_{2(г)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(ж)}$	13	$\text{C}_{(графит)} + \text{CO}_{2(г)} = 2\text{CO}_{(г)}$
02	$\text{CH}_{4(г)} + 2\text{O}_{2(г)} = \text{CO}_{2(г)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(ж)}$	14	$4\text{NH}_{3(г)} + 3\text{O}_{2(г)} = 2\text{N}_{2(г)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(г)}$
03	$\text{CH}_{4(г)} + 3\text{CO}_{2(г)} = 4\text{CO}_{(г)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(г)}$	15	$2\text{NO}_{(г)} + \text{Cl}_{2(г)} = 2\text{NOCl}_{(г)}$
04	$2\text{SO}_{3(г)} = 2\text{SO}_{2(г)} + \text{O}_{2(г)}$	16	$2\text{Na}_2\text{O}_{(кп)} + 2\text{Cl}_{2(г)} = 4\text{NaCl}_{(кп)} + \text{O}_{2(г)}$
05	$2\text{CuO}_{(кп)} = \text{O}_{2(г)} + 2\text{Cu}_{(кп)}$	17	$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7_{(кп)} = \text{Cr}_2\text{O}_3_{(кп)} + \text{N}_{2(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)}$
06	$\text{Al}_2\text{O}_3_{(кп)} + 3\text{C}_{(графит)} = 2\text{Al}_{(к)} + 3\text{CO}_{(г)}$	18	$2\text{HF}_{(г)} + \text{O}_{3(г)} = \text{H}_2\text{O}_{(ж)} + \text{F}_{2(г)} + \text{O}_{2(г)}$
07	$3\text{NO}_{(г)} = \text{N}_2_{(г)} + \text{NO}_{2(г)}$	19	$\text{SiH}_{4(г)} + 2\text{O}_{2(г)} = \text{SiO}_{2(кп)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(г)}$
08	$3\text{H}_{2(г)} + \text{N}_{2(г)} = 2\text{NH}_{3(г)}$	20	$\text{CO}_{(г)} + \text{Cl}_{2(г)} = \text{COCl}_{2(г)}$
09	$\text{CaCO}_3_{(кп)} = \text{CaO}_{(кп)} + \text{CO}_{2(г)}$	21	$\text{PCl}_3_{(г)} + \text{Cl}_{2(г)} = \text{PCl}_5_{(г)}$
10	$\text{CaO}_{(кп)} + \text{C}_{(графит)} = \text{Ca}_{(кп)} + \text{CO}_{(г)}$	22	$2\text{KClO}_3_{(кп)} = 2\text{KCl}_{(кп)} + 3\text{O}_{2(г)}$
11	$4\text{HCl}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} = 2\text{Cl}_{2(г)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(ж)}$	23	$\text{CaO}_{(кп)} + \text{C}_{(графит)} = \text{Ca}_{(кп)} + \text{CO}_{(г)}$
12	$4\text{NO}_{2(г)} + \text{O}_{2(г)} = 2\text{N}_2\text{O}_{5(г)}$	24	$\text{C}_{(графит)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} = \text{CO}_{(г)} + \text{H}_2_{(г)}$

4.4. Предскажите знак изменения энтропии ($\Delta S^0 > 0$, $\Delta S^0 < 0$) в реакции из задания 4.3 при стандартных условиях. Проверьте свое предположение расчетом ΔS^0_{298} , используя справочные значения абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ ($S^0_{298}(X)$).

4.5. На основе справочных значений стандартных энтальпий образования ($\Delta H^0_{f, 298}(X)$) и абсолютных стандартных энтропий ($S^0_{298}(X)$) соответствующих веществ рассчитайте ΔG^0_{298} реакции из задания 4.3. Сравните полученный результат с результатом расчета в задании 4.3.

4.6. Используя справочные значения $\Delta H^0_{f, 298}(X)$ соответствующих компонентов указанной реакции, рассчитайте её тепловой эффект, учитывая, что реакция протекает в водном растворе.

01	$\text{AgNO}_3(\text{водн}) + \text{NaCl}(\text{водн}) = \text{AgCl}(\text{кр}) + \text{NaNO}_3(\text{водн})$
02	$\text{BaCl}_2(\text{водн}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{водн}) = \text{BaSO}_4(\text{кр}) + 2\text{NaCl}(\text{водн})$
03	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{водн}) + \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{водн}) = \text{CaCO}_3(\text{кр}) + 2\text{NaNO}_3(\text{водн})$
04	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{водн}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{водн}) = \text{CaSO}_4(\text{кр}) + 2\text{NaNO}_3(\text{водн})$
05	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{водн}) + 2\text{NaCl}(\text{водн}) = \text{PbCl}_2(\text{кр}) + 2\text{NaNO}_3(\text{водн})$
06	$\text{CuSO}_4(\text{водн}) + \text{Na}_2\text{S}(\text{водн}) = \text{CuS}(\text{кр}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{водн})$
07	$\text{ZnCl}_2(\text{водн}) + \text{Na}_2\text{S}(\text{водн}) = \text{ZnS}(\text{кр}) + 2\text{NaCl}(\text{водн})$
08	$2\text{AgNO}_3(\text{водн}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{водн}) = \text{Ag}_2\text{SO}_4(\text{кр}) + 2\text{NaNO}_3(\text{водн})$
09	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2(\text{водн}) + \text{K}_2\text{SO}_4(\text{водн}) = \text{BaSO}_4(\text{кр}) + 2\text{KNO}_3(\text{водн})$
10	$\text{NiCl}_2(\text{водн}) + \text{Na}_2\text{S}(\text{водн}) = \text{NiS}(\text{кр}) + 2\text{NaCl}(\text{водн})$
11	$\text{NiCl}_2(\text{водн}) + 2\text{NaOH}(\text{водн}) = \text{Ni}(\text{OH})_2(\text{кр}) + 2\text{NaCl}(\text{водн})$
12	$\text{CuSO}_4(\text{водн}) + \text{Na}_2\text{S}(\text{водн}) = \text{CuS}(\text{кр}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{водн})$
13	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{водн}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{водн}) = \text{PbSO}_4(\text{кр}) + 2\text{NaNO}_3(\text{водн})$
14	$\text{SrCl}_2(\text{водн}) + \text{K}_2\text{CO}_3(\text{водн}) = \text{SrCO}_3(\text{кр}) + 2\text{KCl}(\text{водн})$
15	$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{водн}) + 2\text{KOH}(\text{водн}) = \text{K}_2\text{SO}_4(\text{водн}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$
16	$\text{HCl}(\text{водн}) + \text{KOH}(\text{водн}) = \text{KCl}(\text{водн}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$
17	$\text{AgNO}_3(\text{водн}) + \text{KBr}(\text{водн}) = \text{AgBr}(\text{кр}) + \text{KNO}_3(\text{водн})$
18	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{водн}) + 2\text{KCl}(\text{водн}) = \text{PbCl}_2(\text{кр}) + 2\text{KNO}_3(\text{водн})$
19	$\text{ZnCl}_2(\text{водн}) + \text{K}_2\text{CO}_3(\text{водн}) = \text{ZnCO}_3(\text{кр}) + 2\text{KCl}(\text{водн})$
20	$3\text{CaCl}_2(\text{водн}) + 2\text{Na}_3\text{PO}_4(\text{водн}) = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{кр}) + 6\text{NaCl}(\text{водн})$
21	$\text{AlCl}_3(\text{водн}) + 3\text{NaOH}(\text{водн}) = \text{Al}(\text{OH})_3(\text{кр}) + 3\text{NaCl}(\text{водн})$
22	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{водн}) + \text{Na}_2\text{S}(\text{водн}) = \text{PbS}(\text{кр}) + 2\text{NaNO}_3(\text{водн})$

23	$\text{NiSO}_{4(\text{водн})} + (\text{NH}_4)_2\text{S}_{(\text{водн})} = \text{NiS}_{(\text{кр})} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_{4(\text{водн})}$
24	$\text{BaCl}_{2(\text{водн})} + \text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{водн})} = \text{BaCO}_{3(\text{кр})} + 2\text{NaCl}_{(\text{водн})}$

5. СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

5.1. Протекание элементарной обратимой химической реакции в гомогенной газовой системе описывается приведенным ниже уравнением.

Для прямой и обратной реакций: а) напишите кинетические уравнения; б) определите общий порядок и молекулярность. Рассчитайте, как изменится скорость прямой и обратной реакций, если при достижении равновесия увеличить давление в системе в два раза.

01	$A + B \rightleftharpoons AB$	13	$A_2 + 2B \rightleftharpoons A_2B_2$
02	$A \rightleftharpoons C$	14	$A + B_2 \rightleftharpoons AB_2$
03	$2A \rightleftharpoons A_2$	15	$B_2 \rightleftharpoons 2B$
04	$A + 2B \rightleftharpoons AB_2$	16	$A_2 + 2B_2 \rightleftharpoons 3C_2$
05	$2A + B \rightleftharpoons A_2B$	17	$B \rightleftharpoons D$
06	$A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$	18	$2A_2 + B_2 \rightleftharpoons 3D_2$
07	$A_2 \rightleftharpoons 2A$	19	$2A_3 \rightleftharpoons 3A_2$
08	$2A + B_2 \rightleftharpoons A_2B_2$	20	$B \rightleftharpoons C$
09	$A_2 + B \rightleftharpoons A_2B$	21	$2B \rightleftharpoons B_2$
10	$2A_2 + B \rightleftharpoons 2C$	22	$3A_2 \rightleftharpoons 2A_3$
11	$A \rightleftharpoons D$	23	$A + B \rightleftharpoons C$
12	$A + B_2 \rightleftharpoons AB_2$	24	$A_2 + 2B \rightleftharpoons 2AB$

5.2. В гомогенной системе начальные молярные концентрации первого и второго реагентов составляют соответственно 1 моль/дм³ и 2 моль/дм³. Рассчитайте: а) константу химического равновесия; б) равновесные концентрации исходных реагентов, если в равновесной системе концентрация продукта составила 0,5 моль/дм³.

01	$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$	13	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$
02	$2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl}$	14	$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6$

03	$H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$	15	$C_2H_4 + Cl_2 \rightleftharpoons C_2H_4Cl_2$
04	$O_2 + 2H_2 \rightleftharpoons 2H_2O$	16	$CO + Cl_2 \rightleftharpoons COCl_2$
05	$C_2H_2 + H_2 \rightleftharpoons C_2H_4$	17	$2CO + O_2 \rightleftharpoons 2CO_2$
06	$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$	18	$3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$
07	$C_2H_4 + H_2 \rightleftharpoons C_2H_6$	19	$N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$
08	$CO + Cl_2 \rightleftharpoons COCl_2$	20	$PCl_3 + Cl_2 \rightleftharpoons PCl_5$
09	$H_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2HCl$	21	$H_2 + F_2 \rightleftharpoons 2HF$
10	$2NO + Cl_2 \rightleftharpoons 2NOCl$	22	$C_2H_2 + H_2 \rightleftharpoons C_2H_4$
11	$PCl_3 + Cl_2 \rightleftharpoons PCl_5$	23	$CO + Cl_2 \rightleftharpoons COCl_2$
12	$C_2H_4 + Br_2 \rightleftharpoons C_2H_4Br_2$	24	$2NO + Cl_2 \rightleftharpoons 2NOCl$

5.3. В гомогенной системе равновесные молярные концентрации первого реагента, второго реагента и продукта реакции равны соответственно 0,25 моль/дм³, 0,5 моль/дм³ и 0,5 моль/дм³. Рассчитайте: а) начальные концентрации реагентов; б) константу химического равновесия.

01	$2NO + Cl_2 \rightleftharpoons 2NOCl$	13	$2CO + O_2 \rightleftharpoons 2CO_2$
02	$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$	14	$C_2H_4 + Br_2 \rightleftharpoons C_2H_4Br_2$
03	$C_2H_2 + 2H_2 \rightleftharpoons C_2H_6$	15	$N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$
04	$2NO + Cl_2 \rightleftharpoons 2NOCl$	16	$2NO + Cl_2 \rightleftharpoons 2NOCl$
05	$F_2 + H_2 \rightleftharpoons 2HF$	17	$O_2 + 2H_2 \rightleftharpoons 2H_2O$
06	$PCl_3 + Cl_2 \rightleftharpoons PCl_5$	18	$CO + Cl_2 \rightleftharpoons COCl_2$
07	$N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$	19	$C_2H_4 + H_2 \rightleftharpoons C_2H_6$
08	$3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$	20	$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$
09	$2CO + O_2 \rightleftharpoons 2CO_2$	21	$C_2H_2 + H_2 \rightleftharpoons C_2H_4$
10	$CO + Cl_2 \rightleftharpoons COCl_2$	22	$PCl_3 + Cl_2 \rightleftharpoons PCl_5$
11	$C_2H_4 + Cl_2 \rightleftharpoons C_2H_4Cl_2$	23	$H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$
12	$C_2H_4 + F_2 \rightleftharpoons C_2H_4F_2$	24	$2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$

5.4. В гомогенной системе равновесная молярная концентрация первого реагента равна 2 моль/дм³, продукта – 4 моль/дм³. Константа равновесия равна 5. Рассчитайте: а) начальные концентрации реагентов; б) равновесную концентрацию второго реагента.

01	$O_2 + 2SO_2 \rightleftharpoons 2SO_3$	13	$N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$
02	$H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$	14	$C_2H_2 + H_2 \rightleftharpoons C_2H_4$
03	$3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$	15	$C_2H_4 + H_2 \rightleftharpoons C_2H_6$

04	$2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl}$	16	$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$
05	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$	17	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$
06	$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$	18	$\text{F}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{HF}$
07	$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCl}$	19	$\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$
08	$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$	20	$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4$
09	$\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$	21	$\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$
10	$2\text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2$	22	$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Br}_2 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$
11	$\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6$	23	$\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{PCl}_5$
12	$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$	24	$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{F}_2 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4\text{F}_2$

5.5. Напишите выражение константы химического равновесия указанной обратимой реакции. Используя принцип Ле Шателье, определите, как повлияет повышение давления на равновесие данной реакции.

01	$4\text{HCl}_{(r)} + \text{O}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{Cl}_{2(r)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(ж)}$	13	$\text{Fe}_2\text{O}_{3(кп)} + \text{H}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{FeO}_{(кп)} + \text{H}_2\text{O}_{(r)}$
02	$3\text{Fe}_{(кп)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(r)} \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_{4(кп)} + \text{H}_{2(r)}$	14	$2\text{SO}_{2(r)} + \text{O}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(r)}$
03	$\text{H}_{2(r)} + \text{Cl}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{HCl}_{(r)}$	15	$3\text{H}_{2(r)} + \text{N}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(r)}$
04	$\text{Fe}_2\text{O}_{3(кп)} + 3\text{H}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{Fe}_{(кп)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(r)}$	16	$\text{Fe}_3\text{O}_{4(кп)} + \text{H}_{2(r)} \rightleftharpoons 3\text{FeO}_{(кп)} + \text{H}_2\text{O}_{(r)}$
05	$\text{BaO}_{(кп)} + \text{C}_{(кп)} \rightleftharpoons \text{Ba}_{(кп)} + \text{CO}_{(r)}$	17	$2\text{H}_{2(r)} + \text{O}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(ж)}$
06	$\text{CaCO}_{3(кп)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(кп)} + \text{CO}_{2(r)}$	18	$\text{CH}_{4(r)} \rightleftharpoons \text{C}_{(кп)} + 2\text{H}_{2(r)}$
07	$\text{S}_{(кп)} + \text{O}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{SO}_{2(r)}$	19	$2\text{CO}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(r)} + \text{O}_{2(r)}$
08	$\text{CO}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{C}_{(кп)} + \text{O}_{2(r)}$	20	$\text{C}_{(кп)} + \text{CO}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(r)}$
09	$\text{CO}_{2(r)} + \text{H}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(r)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$	21	$\text{SO}_{2(r)} + \text{NO}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{SO}_{3(r)} + \text{NO}_{(r)}$
10	$2\text{COF}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(r)} + \text{CF}_{4(r)}$	22	$2\text{NO}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{4(r)}$
11	$2\text{NO}_{(r)} + \text{O}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(r)}$	23	$2\text{N}_2\text{O}_{(r)} \rightleftharpoons 2\text{N}_{2(r)} + \text{O}_{2(r)}$
12	$\text{F}_{2(r)} + 2\text{ClO}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{ClO}_2\text{F}_{(r)}$	24	$\text{N}_{2(r)} + \text{O}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(r)}$

5.6. Используя принцип Ле Шателье, определите, как необходимо изменить: а) температуру, б) внешнее давление, в) концентрацию исходных веществ, г) концентрацию продуктов реакции, чтобы сместить равновесие гомогенной газовой реакции в прямом направлении.

<i>№</i>	<i>Реакция</i>	$\Delta H^0_{298}, \text{кДж}$
01	$\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$	+ 87,8
02	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$	- 41,2
03	$4\text{HCl} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$	- 114,4

04	$\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$	+ 52,7
05	$2\text{NO} \rightleftharpoons \text{N}_2 + \text{O}_2$	- 182,5
06	$2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl}$	- 77,3
07	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$	- 197,9
08	$3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{O}_3$	+ 284,5
09	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	- 483,6
10	$\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$	+ 108,9
11	$\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$	+ 57,3
12	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$	- 91,9
13	$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$	- 114,0
14	$\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$	+ 41,2
15	$2\text{HBr} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{Br}_2$	+ 72,8
16	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 4\text{HCl} + \text{O}_2$	+ 114,4
17	$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO} + 2\text{H}_2$	+ 247,3
18	$\text{H}_2 + \text{F}_2 \rightleftharpoons 2\text{HF}$	- 546,6
19	$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$	+ 182,5
20	$\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$	- 108,9
21	$2\text{NOCl} \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{Cl}_2$	+ 77,3
22	$\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6$	- 311,4
23	$2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{Cl}_2$	+ 184,6
24	$\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$	+ 41,2

6. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РАСТВОРОВ

6.1. Вычислите массовую долю вещества X в растворе, содержащем указанное количество вещества $n(X)$ в заданном объеме воды $V(\text{H}_2\text{O})$.

№	Вещество (X)	$n(X)$, моль	$V(\text{H}_2\text{O})$, дм^3
01	хлорид аммония	0,4	0,1
02	сульфат калия	0,6	0,1
03	карбонат натрия	1,3	0,5
04	хлорид калия	0,5	0,2
05	нитрат меди(II)	1,3	1,2
06	хлорид натрия	1,4	1,0
07	сульфат меди(II)	1,1	0,4
08	хлорид магния	2,0	0,9
09	бромид кальция	1,2	0,8
10	нитрат аммония	1,6	0,8

11	сульфат калия	1,7	0,6
12	бромид натрия	1,8	0,9
13	нитрат кальция	2,1	1,1
14	иодид калия	0,3	0,3
15	сульфат меди(II)	3,2	1,5
16	хлорид олова(II)	1,5	0,5
17	хлорид цинка	2,1	0,8
18	нитрат серебра(I)	1,3	0,5
19	нитрат натрия	3,2	1,3
20	гидрокарбонат натрия	1,9	1,6
21	сульфат железа(III)	1,2	2,0
22	хлорид алюминия	1,8	1,9
23	хромат калия	3,1	1,8
24	карбонат аммония	3,5	2,2

6.2. Рассчитайте, какой объем воды необходимо прибавить к раствору объемом V_1 с массовой долей растворенного вещества $\omega_1(X)$ и плотностью ρ_1 для получения раствора с массовой долей растворенного вещества $\omega_2(X)$.

№	$\omega_1(X)$, %	V_1 , см ³	ρ_1 , г/см ³	$\omega_2(X)$, %
01	8	80	1,072	3
02	35	150	1,229	20
03	4	250	1,033	2
04	20	100	1,194	10
05	50	400	1,525	30
06	8	300	1,072	5
07	12	150	1,045	8
08	20	300	1,226	12
09	50	400	1,668	35
10	40	200	1,374	15
11	50	250	1,540	20
12	12	500	1,045	7
13	4	400	1,026	3
14	8	200	1,071	6
15	4	250	1,047	1
16	8	400	1,084	7
17	50	200	1,545	15
18	4	350	1,034	1

19	27	300	1,165	10
20	35	200	1,220	15
21	50	300	1,525	25
22	8	250	1,010	2
23	15	100	1,071	9
24	10	200	1,055	7

6.3. Вычислите массу вещества X, которую следует добавить к водному раствору объемом V_1 с массовой долей растворенного вещества $\omega_1(X)$ и плотностью ρ_1 для получения раствора с массовой долей $\omega_2(X)$. Рассчитайте моляльность полученного раствора.

№	Вещество (X)	$\omega_1(X)$, %	V_1 , дм^3	ρ_1 , г/см^3	$\omega_2(X)$, %
01	сульфат натрия	8	0,08	1,072	15
02	ортофосфорная кислота	35.5	0,40	1,229	41
03	сульфат железа(II)	4	0,25	1,033	14
04	нитрат серебра(I)	20	0,10	1,194	25
05	гидроксид натрия	50	0,40	1,525	60
06	хлорид аммония	8	0,30	1,071	15
07	гидроксид калия	12	0,30	1,045	20
08	сульфат алюминия	20	0,30	1,226	40
09	нитрат серебра(I)	50	0,40	1,668	60
10	бромид калия	40	0,20	1,374	60
11	карбонат калия	50	0,50	1,540	70
12	гидроксид натрия	12	0,55	1,045	30
13	дихромат калия	4	0,20	1,026	12
14	хлорид цинка	8	0,35	1,071	20
15	сульфат кадмия	4	0,25	1,038	10
16	сульфат меди(II)	8	0,30	1,084	14
17	иодид калия	50	0,20	1,545	60
18	хлорид бария	4	0,35	1,034	15
19	нитрат алюминия	10	0,40	1,081	24
20	ортофосфорная кислота	35	0,40	1,220	45
21	гидроксид натрия	50	0,30	1,525	65
22	гидроксид лития	4	0,30	1,048	15
23	хлорид аммония	8	0,30	1,071	15
24	сульфат натрия	8	0,20	1,072	20

6.4. Рассчитайте массу вещества X и объем воды, необходимые для приготовления раствора указанной молярной концентрации $C(X)$ (или молярной концентрации эквивалентов $C_{\text{эkv}}(X)$) объемом V и плотностью ρ . Рассчитайте массовую и молярную доли растворенного вещества в полученном растворе.

<i>№</i>	<i>Вещество (X)</i>	<i>Концентрация, моль/дм³</i>	<i>V, дм³</i>	<i>ρ, г/см³</i>
01	гидроксид натрия	$C(X) = 2,80$	0,75	1,110
02	сульфат калия	$C_{\text{эkv}}(X) = 0,72$	1,20	1,047
03	нитрит натрия	$C(X) = 0,60$	2,40	1,024
04	хлорид хрома(III)	$C_{\text{эkv}}(X) = 1,15$	0,50	1,016
05	карбонат калия	$C(X) = 0,45$	0,24	1,050
06	сульфат аммония	$C_{\text{эkv}}(X) = 1,90$	1,30	1,057
07	хлорид никеля(II)	$C(X) = 1,24$	0,60	1,044
08	нитрат алюминия	$C_{\text{эkv}}(X) = 3,30$	1,25	1,176
09	хромат калия	$C(X) = 1,50$	2,70	1,215
10	ортофосфорная кислота	$C_{\text{эkv}}(X) = 1,05$	3,00	1,017
11	ацетат свинца(II)	$C(X) = 0,56$	1,40	1,128
12	сульфат алюминия	$C_{\text{эkv}}(X) = 1,65$	0,60	1,176
13	хлорид железа(III)	$C(X) = 0,55$	1,50	1,099
14	сульфат цинка	$C_{\text{эkv}}(X) = 2,34$	3,40	1,181
15	нитрат калия	$C(X) = 2,00$	0,95	1,118
16	сульфид калия	$C_{\text{эkv}}(X) = 3,30$	1,60	1,136
17	хлорид алюминия	$C(X) = 0,31$	2,10	1,034
18	нитрат цинка	$C_{\text{эkv}}(X) = 2,50$	0,25	1,187
19	бромид калия	$C(X) = 2,42$	1,15	1,197
20	хлорид бария	$C_{\text{эkv}}(X) = 1,28$	2,00	1,113
21	нитрат кальция	$C(X) = 1,10$	1,70	1,128
22	карбонат натрия	$C_{\text{эkv}}(X) = 1,90$	2,20	1,095
23	сульфат натрия	$C(X) = 1,30$	3,10	1,150
24	ацетат натрия	$C_{\text{эkv}}(X) = 3,60$	2,00	1,135

6.5. Вещество X массой $m(X)$ растворено в воде объемом $V(\text{H}_2\text{O})$ (плотность раствора ρ). Рассчитайте: а) массовую долю вещества X, б) молярную концентрацию вещества X, в) молярную концентрацию эквивалентов вещества X, г) моляльность раствора.

№	Вещество (X)	$m(X), \text{г}$	$V(H_2O), \text{дм}^3$	$\rho, \text{г/см}^3$
01	хлорид бария	8	0,092	1,072
02	карбонат калия	6	0,094	1,053
03	нитрат алюминия	4	0,096	1,031
04	бромид цинка	10	0,090	1,093
05	сульфат натрия	2	0,098	1,016
06	ортофосфорная кислота	17	0,083	1,095
07	хлорид натрия	12	0,088	1,086
08	карбонат калия	10	0,090	1,090
09	нитрат железа(III)	14	0,086	1,117
10	метасиликат натрия	16	0,084	1,187
11	гидроксид калия	11	0,089	1,098
12	сульфат меди(II)	8	0,092	1,084
13	хлорид кальция	16	0,084	1,039
14	гидроксид натрия	5	0,095	1,054
15	сульфат калия	10	0,090	1,082
16	нитрат аммония	18	0,082	1,074
17	хлорид никеля(II)	8	0,092	1,079
18	нитрат цинка	20	0,080	1,187
19	ортофосфорная кислота	12	0,088	1,064
20	сульфат алюминия	14	0,086	1,152
21	хлорид железа(III)	20	0,080	1,182
22	карбонат калия	6	0,094	1,053
23	сульфид натрия	10	0,090	1,115
24	бромид магния	4	0,096	1,032

6.6. Вычислите, какой объем водного раствора серной кислоты с массовой долей $\omega_1(H_2SO_4)$ и плотностью ρ_1 необходим для приготовления раствора этой кислоты с массовой долей $\omega_2(H_2SO_4)$ объемом V_2 и плотностью ρ_2 .

№	$\omega_1(H_2SO_4),$ %	$\rho_1,$ г/см^3	$\omega_2(H_2SO_4),$ %	$V_2,$ см^3	$\rho_2,$ г/см^3
01	38	1,290	12	150	1,083
02	40	1,307	16	100	1,112
03	42	1,324	24	120	1,174
04	48	1,380	22	200	1,158
05	46	1,361	26	150	1,190

06	44	1,342	20	140	1,143
07	36	1,273	16	100	1,112
08	34	1,255	14	160	1,098
09	32	1,238	18	120	1,127
10	30	1,224	10	140	1,069
11	50	1,399	20	100	1,143
12	28	1,205	10	200	1,069
13	26	1,190	12	120	1,083
14	24	1,174	8	100	1,055
15	22	1,158	6	150	1,040
16	20	1,143	12	140	1,083
17	18	1,127	10	200	1,069
18	16	1,112	4	180	1,027
19	52	1,419	38	160	1,290
20	60	1,503	40	100	1,307
21	58	1,482	24	120	1,174
22	64	1,547	34	140	1,255
23	70	1,617	48	150	1,380
24	54	1,439	30	200	1,224

6.7. Рассчитайте, какой объем водного раствора орто-фосфорной кислоты с молярной концентрацией эквивалентов $0,3 \text{ моль/дм}^3$ можно приготовить из раствора этой кислоты с массовой долей $\omega_1(\text{H}_3\text{PO}_4)$ объемом V_1 и плотностью ρ_1 .

№	$\omega_1(\text{H}_3\text{PO}_4)$, %	V_1, см^3	ρ_1, г/см^3	№	$\omega_1(\text{H}_3\text{PO}_4)$, %	V_1, см^3	ρ_1, г/см^3
01	32,8	150	1,201	13	25,6	250	1,150
02	21,0	100	1,120	14	57,0	50	1,396
03	53,0	50	1,360	15	35,5	110	1,220
04	40,1	200	1,255	16	79,4	25	1,620
05	70,5	25	1,525	17	61,4	70	1,435
06	47,1	60	1,310	18	24,8	350	1,145
07	30,6	120	1,185	19	81,2	40	1,640
08	58,1	75	1,405	20	76,7	25	1,590
09	65,1	30	1,470	21	28,5	300	1,170
10	37,5	80	1,235	22	42,1	180	1,270
11	14,6	130	1,080	23	58,1	150	1,405
12	85,1	20	1,685	24	20,3	250	1,115

6.8. Вычислите объем газа (н.у.), который выделится при взаимодействии металла, взятого в избытке, с водным раствором кислоты указанной концентрации и заданного объема V_p .

№	Металл	Концентрация кислоты	$V_p, \text{дм}^3$
01	Al	$C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2,5 \text{ моль/дм}^3$	0,40
02	Cu	$C(\text{HNO}_3) = 4,5 \text{ моль/дм}^3$	0,20
03	Mg	$C(\text{HCl}) = 3,0 \text{ моль/дм}^3$	0,10
04	Zn	$C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2,0 \text{ моль/дм}^3$	0,05
05	Ca	$C(\text{HCl}) = 1,5 \text{ моль/дм}^3$	0,30
06	Fe	$C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,0 \text{ моль/дм}^3$	0,02
07	Cu	$C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 17,0 \text{ моль/дм}^3$	0,15
08	Al	$C(\text{HCl}) = 3,0 \text{ моль/дм}^3$	0,50
09	Ca	$C(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2,0 \text{ моль/дм}^3$	0,06
10	Fe	$C(\text{HCl}) = 10,0 \text{ моль/дм}^3$	1,20
11	Zn	$C(\text{HCl}) = 1,5 \text{ моль/дм}^3$	0,30
12	Sn	$C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2,0 \text{ моль/дм}^3$	0,15
13	Na	$C(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2,5 \text{ моль/дм}^3$	1,00
14	Cu	$C(\text{HNO}_3) = 18,0 \text{ моль/дм}^3$	0,25
15	Cr	$C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 3,0 \text{ моль/дм}^3$	1,50
16	Sn	$C(\text{HNO}_3) = 2,0 \text{ моль/дм}^3$	0,80
17	Fe	$C(\text{HCl}) = 2,5 \text{ моль/дм}^3$	0,10
18	Al	$C(\text{HNO}_3) = 3,5 \text{ моль/дм}^3$	0,25
19	Mn	$C(\text{HCl}) = 2,0 \text{ моль/дм}^3$	0,50
20	Fe	$C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,5 \text{ моль/дм}^3$	1,20
21	Va	$C(\text{HCl}) = 1,5 \text{ моль/дм}^3$	0,40
22	Pb	$C(\text{HNO}_3) = 18,0 \text{ моль/дм}^3$	0,30
23	Cr	$C(\text{HCl}) = 2,0 \text{ моль/дм}^3$	1,10
24	Mg	$C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 3,0 \text{ моль/дм}^3$	0,20

7. СВОЙСТВА РАСТВОРОВ НЕЭЛЕКТРОЛИТОВ

7.1. В водном растворе объемом V содержится вещество X массой $m(X)$. Рассчитайте осмотическое давление этого раствора при температуре t .

№	Вещество (X)*	$m(X), \text{г}$	$V, \text{дм}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	№	Вещество (X)*	$m(X), \text{г}$	$V, \text{дм}^3$	$t, ^\circ\text{C}$
01	глюкоза	90	4,0	27	13	сахароза	275	1,5	30
02	сахароза	16	0,5	20	14	глюкоза	45	2,5	17
03	глицерин	12	1,5	15	15	сахароза	20	2,0	13

04	этанол	18	2,0	0	16	глицерин	25	2,5	27
05	анилин	18	3,0	12	17	анилин	10	1,5	17
06	сахароза	27	2,5	27	18	глюкоза	30	1,5	37
07	глюкоза	30	6,5	13	19	глицерин	39	2,5	27
08	анилин	35	5,2	8	20	этанол	80	0,5	20
09	глюкоза	140	2,0	17	21	анилин	40	6,5	27
10	глицерин	78	3,5	14	22	глюкоза	70	2,5	27
11	анилин	15	0,7	24	23	анилин	30	1,5	27
12	этанол	120	3,5	10	24	мочевина	70	2,5	17

*Примечание: Название вещества Формула

глюкоза	$C_6H_{12}O_6$
сахароза	$C_{12}H_{22}O_{11}$
глицерин	$C_3H_5(OH)_3$
этанол	C_2H_5OH
анилин	$C_6H_5NH_2$
мочевина	$(NH_2)_2CO$

7.2. В водном растворе объемом V содержится неэлектролит X массой $m(X)$. Рассчитайте молярную массу неэлектролита, если осмотическое давление его раствора при температуре t равно π .

№	$m(X),$ $г$	$V,$ $дм^3$	$t,$ $^{\circ}C$	$\pi,$ $кПа$	№	$m(X),$ $г$	$V,$ $дм^3$	$t,$ $^{\circ}C$	$\pi,$ $кПа$
01	5,96	1,0	20	242	13	34,4	1,0	20	245
02	58,96	3,0	40	284	14	12,65	1,0	20	171
03	18,4	1,0	0	454	15	30,6	1,0	20	810
04	45,04	2,0	27	312	16	66,83	2,0	20	452
05	52,76	1,0	0	350	17	84,78	1,5	27	412
06	23,41	1,0	20	950	18	11,44	0,5	27	620
07	2,02	0,5	0	51	19	31,8	1,5	20	287
08	1,29	0,5	33	109	20	7,49	0,5	25	206
09	3,39	0,2	0	214	21	7,30	1,5	0	240
10	2,32	0,1	25	618	22	11,64	2,0	0	220
11	91,7	1,0	27	1270	23	21,41	1,0	25	570
12	74,0	1,0	22	530	24	32,1	1,0	27	234

7.3. Давление насыщенного пара воды при $100^{\circ}C$ равно 101325 Па. Вычислите давление водяного пара над раствором

нелетучего неэлектролита X при температуре 100 °С, если массовая доля неэлектролита в растворе равна $\omega(X)$.

№	Неэлектролит (X)*	$\omega(X),\%$	№	Неэлектролит (X)*	$\omega(X),\%$
01	мочевина	4	13	мочевина	3
02	сахароза	10	14	сахароза	15
03	глюкоза	15	15	анилин	12
04	глицерин	5	16	глицерин	11
05	анилин	8	17	глюкоза	5
06	глюкоза	20	18	анилин	20
07	мочевина	10	19	мочевина	8
08	глюкоза	10	20	сахароза	6
09	сахароза	25	21	глюкоза	12
10	анилин	15	22	глицерин	6
11	глицерин	7	23	анилин	5
12	сахароза	5	24	сахароза	18

*Формулы веществ указаны на стр. 28

7.4. Рассчитайте давление насыщенного водяного пара над раствором, содержащим вещество X массой $m(X)$ в воде массой $m(H_2O)$, при температуре 65 °С. (Давление пара воды при этой температуре равно 25008 Па).

№	Вещество (X)*	$m(X),$ $г$	$m(H_2O),$ $г$	№	Вещество (X)*	$m(X),$ $г$	$m(H_2O),$ $г$
01	сахароза	32,4	90	13	анилин	8	150
02	сахароза	20,0	160	14	мочевина	4	96
03	анилин	16	180	15	сахароза	10	180
04	мочевина	30	150	16	мочевина	15	75
05	глюкоза	27	220	17	глюкоза	25	150
06	глицерин	23	108	18	глицерин	12	120
07	мочевина	17	90	19	анилин	18	180
08	глюкоза	12	120	20	глюкоза	22	200
09	глицерин	46	900	21	мочевина	25	200
10	мочевина	27	120	22	сахароза	30	150
11	глицерин	9	100	23	мочевина	40	250
12	сахароза	17	200	24	глюкоза	25	120

*Формулы веществ указаны на стр. 28

7.5. Вычислите температуру кипения и температуру кристаллизации водного раствора вещества X с массовой долей растворенного вещества $\omega(X)$.

<i>№</i>	<i>Вещество (X)*</i>	$\omega(X),\%$	<i>№</i>	<i>Вещество (X)*</i>	$\omega(X),\%$
01	глицерин	10	13	анилин	11
02	анилин	8	14	сахароза	23
03	глюкоза	15	15	глицерин	6
04	сахароза	17	16	глюкоза	25
05	мочевина	20	17	мочевина	12
06	глицерин	11	18	сахароза	17
07	сахароза	25	19	глицерин	25
08	глюкоза	5	20	анилин	10
09	сахароза	19	21	мочевина	8
10	анилин	15	22	глюкоза	20
11	глицерин	7	23	анилин	12
12	глюкоза	18	24	сахароза	5

*Формулы веществ указаны на стр. 28

7.6. Неэлектролит X массой $m(X)$ растворен в воде массой $m(H_2O)$. Рассчитайте молярную массу неэлектролита X, если известно, что данный раствор закипает при температуре $t_{кип}$.

<i>№</i>	$m(X),$ г	$m(H_2O),$ г	$t_{кип},$ °C	<i>№</i>	$m(X),$ г	$m(H_2O),$ г	$t_{кип},$ °C
01	2,77	100	100,08	13	25,1	115	100,63
02	15,0	85	100,51	14	13,2	280	100,41
03	7,5	250	100,26	15	7,2	250	100,25
04	9,0	100	100,26	16	7,9	150	100,46
05	25,2	75	100,51	17	5,2	100	100,15
06	4,5	100	100,13	18	4,0	124	100,28
07	14,6	200	100,21	19	13,5	95	100,41
08	36,0	160	100,65	20	4,9	80	100,53
09	4,93	95	100,15	21	8,3	160	100,45
10	23,5	200	100,34	22	12,5	130	100,83
11	20,1	100	100,58	23	10,8	125	100,75
12	43,3	95	101,32	24	8,4	85	100,55

7.7. Неэлектролит X массой $m(X)$ растворен в воде массой $m(H_2O)$. Рассчитайте молярную массу неэлектролита X, если известно, что данный раствор начинает кристаллизоваться при температуре $t_{кр}$.

№	$m(X)$, г	$m(H_2O)$, г	$t_{кр}$, °C	№	$m(X)$, г	$m(H_2O)$, г	$t_{кр}$, °C
01	25,7	300	-0,466	13	14,6	84	-3,500
02	2,3	255	-0,280	14	2,3	125	-0,372
03	1,1	30	-0,740	15	0,4	100	-0,124
04	20,0	403	-0,270	16	7,3	100	-2,263
05	11,4	30	-7,600	17	2,4	100	-0,248
06	5,0	40	-3,875	18	19,6	100	-2,025
07	99,0	200	-2,690	19	2,2	100	-0,440
08	16,2	84	-1,050	20	0,9	100	-0,182
09	8,7	250	-0,360	21	9,1	100	-1,840
10	2,1	50	-0,850	22	48,2	100	-9,740
11	5,6	150	-1,160	23	3,6	100	-0,196
12	5,0	200	-0,780	24	57,5	100	-3,127

8. СВОЙСТВА РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

8.1. Напишите уравнения электролитической диссоциации электролитов в водном растворе. Для слабых электролитов составьте выражения констант диссоциации и приведите их справочные значения.

01	NaOH, NH ₄ OH, H ₂ SO ₄ , HF	13	H ₃ PO ₄ , Cr ₂ (SO ₄) ₃ , HF, H ₂ SeO ₄
02	CH ₃ COOH, HNO ₃ , KOH, H ₃ PO ₄	14	Na ₂ SO ₄ , H ₂ Cr ₂ O ₇ , HCN, NH ₄ OH
03	Ca(OH) ₂ , HNO ₂ , KHSO ₃ , HCl	15	BaCl ₂ , H ₂ CrO ₄ , H ₂ SO ₃ , Ca(OH) ₂
04	Na ₂ HPO ₄ , HBr, RbOH, HCN	16	HIO ₃ , HClO, H ₂ SO ₄ , Ba(OH) ₂
05	HNO ₃ , Sr(OH) ₂ , H ₃ AsO ₄ , NH ₄ OH	17	Ca(OH) ₂ , HClO ₄ , H ₂ SeO ₃ , HF
06	Fe ₂ (SO ₄) ₃ , HI, H ₂ SO ₃ , CH ₃ COOH	18	NH ₄ OH, CsOH, H ₂ SeO ₄ , HCN
07	HClO, H ₂ Cr ₂ O ₇ , Na ₂ SO ₄ , HNO ₂	19	HNO ₂ , HNO ₃ , NaHCO ₃ , H ₂ CO ₃
08	NaHCO ₃ , H ₂ CO ₃ , H ₂ SO ₄ , CsOH	20	Na ₃ PO ₄ , H ₃ PO ₄ , LiOH, NH ₄ OH

09	$\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{H}_2\text{SO}_3, \text{HClO}_3, \text{NH}_4\text{OH}$	21	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2, \text{HMnO}_4, \text{KOH}, \text{H}_2\text{S}$
10	$\text{NaBr}, \text{LiOH}, \text{H}_2\text{S}, \text{HBrO}$	22	$\text{HNO}_2, \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2, \text{Na}_2\text{S}, \text{H}_2\text{SO}_3$
11	$\text{H}_2\text{Se}, \text{HClO}_4, \text{KHS}, \text{H}_2\text{CO}_3$	23	$\text{H}_2\text{CO}_3, \text{H}_2\text{S}, \text{CaCl}_2, \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
12	$\text{H}_2\text{Te}, \text{KMnO}_4, \text{HNO}_2, \text{Ba}(\text{OH})_2$	24	$\text{CrCl}_3, \text{HF}, \text{NH}_4\text{OH}, \text{K}_3\text{PO}_4$

8.2. Напишите уравнения реакции (в молекулярной и ионно-молекулярной формах), протекающей в водном растворе между:

01	ортофосфатом натрия и хлоридом кальция
02	гидроксидом калия и серной кислотой
03	хлоридом железа(III) и гидроксидом натрия
04	йодидом калия и нитратом серебра(I)
05	сульфатом меди(II) и гидроксидом калия
06	серной кислотой и хлоридом бария
07	карбонатом натрия и хлороводородной кислотой
08	хлоридом аммония и гидроксидом калия
09	сульфатом калия и нитратом серебра(I)
10	серной кислотой и гидроксидом натрия
11	хлоридом цинка и нитратом свинца(II)
12	нитратом свинца(II) и серной кислотой
13	сульфидом натрия и хлороводородной кислотой
14	карбонатом натрия и нитратом кальция
15	метасиликатом натрия и хлороводородной кислотой
16	ацетатом натрия и серной кислотой
17	сульфитом калия и серной кислотой
18	нитратом алюминия и гидроксидом натрия
19	гидроксидом калия и хлороводородной кислотой
20	хлоридом хрома(III) и гидроксидом натрия
21	нитратом свинца(II) и хлоридом натрия
22	нитратом кальция и ортофосфатом калия
23	бромидом калия и нитратом серебра(I)
24	сульфатом натрия и хлороводородной кислотой

8.3. Составьте два молекулярных уравнения реакций, протекающих в растворах, по указанному ионно-молекулярному уравнению.

01	$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3\downarrow$	13	$\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3\downarrow$
02	$\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	14	$\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS}\downarrow$
03	$\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$	15	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow$
04	$\text{Cr}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow$	16	$\text{Pb}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{PbS}\downarrow$

05	$\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	17	$\text{Ca}^{2+} + 2\text{F}^- = \text{CaF}_2\downarrow$
06	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ = \text{CH}_3\text{COOH}$	18	$3\text{Mg}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} = \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow$
07	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4\downarrow$	19	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow$
08	$\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	20	$\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4\downarrow$
09	$\text{Zn}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{ZnS}\downarrow$	21	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow$
10	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow$	22	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{F}^- = \text{MgF}_2\downarrow$
11	$3\text{Ca}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow$	23	$\text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
12	$\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$	24	$2\text{Ag}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{Ag}_2\text{CO}_3\downarrow$

8.4. Среди представленных гидроксидов укажите амфотерные гидроксиды и составьте для них уравнения электролитической диссоциации в водном растворе.

01	NaOH, Be(OH) ₂ , Cr(OH) ₂	13	Ca(OH) ₂ , Sn(OH) ₂ , KOH
02	Fe(OH) ₂ , KOH, Al(OH) ₃	14	Zn(OH) ₂ , NaOH, Sr(OH) ₂
03	Sn(OH) ₂ , Sr(OH) ₂ , KOH	15	Ba(OH) ₂ , Al(OH) ₃ , NaOH
04	Ca(OH) ₂ , Pb(OH) ₄ , Mg(OH) ₂	16	KOH, Sn(OH) ₄ , Ca(OH) ₂
05	Cr(OH) ₃ , KOH, Ba(OH) ₂	17	Pb(OH) ₂ , Ca(OH) ₂ , KOH
06	Fe(OH) ₂ , Zn(OH) ₂ , CsOH	18	Zn(OH) ₂ , Ba(OH) ₂ , NaOH
07	Sn(OH) ₄ , NaOH, Mg(OH) ₂	19	Cr(OH) ₃ , Sr(OH) ₂ , LiOH
08	Cu(OH) ₂ , Zn(OH) ₂ , NaOH	20	KOH, Pb(OH) ₄ , Ca(OH) ₂
09	KOH, Pb(OH) ₂ , Ca(OH) ₂	21	Fe(OH) ₃ , Sr(OH) ₂ , LiOH
10	Al(OH) ₃ , KOH, Ba(OH) ₂	22	LiOH, Ca(OH) ₂ , Be(OH) ₂
11	Fe(OH) ₂ , Cr(OH) ₃ , LiOH	23	Zn(OH) ₂ , Mg(OH) ₂ , Ca(OH) ₂
12	NaOH, Al(OH) ₃ , Ba(OH) ₂	24	Sr(OH) ₂ , Pb(OH) ₂ , Fe(OH) ₂

8.5. Давление пара над водным раствором вещества X при температуре t равно P. Массы вещества X и воды равны, соответственно, m(X) и m(H₂O). Рассчитайте изотонический коэффициент данного раствора, если давление пара над водой при указанной температуре равно P⁰.

№	Вещество (X)	m(X), г	m(H₂O), г	t, °C	P, Па	P⁰, Па
01	нитрат кальция	31,5	470	17	1899	1937
02	хлорид кальция	66	90	90	52319	70108

03	нитрат натрия	85	1000	0	590	610,8
04	хлорид кальция	22	1000	20	2313	2336,8
05	нитрат кальция	67	1000	100	99305	101325
06	гидроксид натрия	2,5	1000	100	101125	101325
07	сульфат натрия	7,5	450	100	100801	101325
08	хлорид калия	25	100	100	92204	101325
09	хлорид натрия	8	90	20	2226	2336,8
10	нитрат натрия	6	100	20	2283	2336,8
11	хлорид бария	34	1000	0	606	610,8
12	нитрат калия	92	1000	17	1877	1937
13	нитрат кальция	3,4	100	17	1916	1937
14	нитрат бария	33	300	90	68688	70108
15	хлорид бария	6,8	400	90	69825	70108
16	гидроксид натрия	8,2	200	20	2264	2336,8
17	сульфат натрия	14	900	20	2325	2336,8
18	гидроксид натрия	5	180	100	99010	101325
19	нитрат кальция	33,4	500	17	1896	1937
20	нитрат калия	41	500	100	98523	101325
21	гидроксид натрия	4	200	90	68929	70108
22	хлорид бария	17	500	20	2319	2336,8
23	хлорид натрия	3	100	0	601	610,8
24	хлорид калия	12,4	200	100	98661	101325

8.6. Рассчитайте температуру кипения и температуру кристаллизации водного раствора, если известны массы растворенного вещества X и воды, а также изотонический коэффициент раствора (i).

№	Вещество (X)	$m(X), г$	$m(H_2O), г$	i
01	сульфат натрия	0,83	100	2,4
02	нитрит натрия	8,5	100	1,7
03	гидроксид калия	2,1	250	1,6
04	хлорид калия	3,5	100	1,8
05	хлорид цинка	1,7	250	2,5
06	хлорид натрия	14,6	500	1,7
07	нитрат калия	9,1	100	1,8
08	гидроксид натрия	4,1	200	1,7
09	хлорид натрия	4,4	1000	1,9

10	нитрат калия	9,2	200	1,6
11	хлорид бария	34,0	1000	2,6
12	гидроксид натрия	1,6	200	1,7
13	нитрат бария	16,0	500	2,8
14	хлорид кальция	3,0	250	2,7
15	нитрат калия	9,1	350	1,8
16	нитрат натрия	12,3	200	1,7
17	хлорид бария	15,2	250	2,6
18	сульфат натрия	1,4	250	2,4
19	гидроксид калия	1,7	100	1,6
20	нитрит калия	4,3	100	1,8
21	нитрат натрия	4,5	100	1,7
22	хлорид цинка	3,4	500	2,7
23	хлорид кальция	6,8	100	2,7
24	хлорид бария	17,0	500	2,6

8.7. Вычислите ионную силу раствора, в 1 дм³ которого содержится электролит X_1 количеством $n(X_1)$ и электролит X_2 количеством $n(X_2)$.

№	Электролит (X_1)	$n(X_1)$, моль	Электролит (X_2)	$n(X_2)$, моль
01	нитрат цинка	0,005	нитрат натрия	0,005
02	сульфат алюминия	0,003	хлорид калия	0,001
03	хлорид алюминия	0,001	сульфат магния	0,001
04	азотная кислота	0,004	хлорид кальция	0,006
05	нитрат цинка	0,001	иодид калия	0,003
06	хлорид стронция	0,002	бромид калия	0,002
07	хлорид алюминия	0,001	бромид натрия	0,005
08	сульфат магния	0,001	хлорид натрия	0,004
09	фосфат натрия	0,005	сульфат калия	0,002
10	сульфат алюминия	0,005	нитрат марганца(II)	0,050
11	сульфат натрия	0,002	гидроксид лития	0,020
12	гидроксид калия	0,030	сульфат калия	0,001
13	гидроксид бария	0,003	бромид бария	0,010
14	серная кислота	0,010	нитрат меди(II)	0,005
15	серная кислота	0,200	сульфат хрома(III)	0,002
16	гидроксид калия	0,080	сульфат калия	0,002
17	хлорид натрия	0,030	нитрат калия	0,004
18	сульфат калия	0,050	карбонат натрия	0,002
19	нитрат кальция	0,050	хлорид хрома(III)	0,001

20	серная кислота	0,500	хлорид железа(III)	0,005
21	иодид кальция	0,030	нитрат магния	0,003
22	азотная кислота	0,030	нитрат цинка	0,002
23	фосфат натрия	0,050	хлорид калия	0,003
24	хлорид кальция	0,040	сульфат алюминия	0,003

8.8. Рассчитайте активность ионов в растворе электролита X (молярная концентрация электролита равна $C(X)$).

№	Электролит (X)	$C(X)$, моль/дм³	№	Электролит (X)	$C(X)$, моль/дм³
01	сульфат натрия	0,0030	13	хлорид калия	0,0100
02	гидроксид калия	0,0050	14	азотная кислота	0,0050
03	азотная кислота	0,0100	15	сульфат меди(II)	0,0025
04	хлорид алюминия	0,0015	16	гидроксид натрия	0,0100
05	хлорная кислота	0,0060	17	сульфат калия	0,0015
06	сульфат цинка	0,0025	18	хлорид хрома(III)	0,0010
07	серная кислота	0,0020	19	нитрат магния	0,0025
08	хлорид кальция	0,0100	20	иодид кальция	0,0050
09	хлорная кислота	0,0040	21	гидроксид бария	0,0010
10	фосфат калия	0,0015	22	карбонат натрия	0,0030
11	карбонат натрия	0,0025	23	нитрат натрия	0,0100
12	бромид магния	0,0080	24	хлорид бария	0,0015

9. ПРОИЗВЕДЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ

9.1. Растворимость вещества X в воде при 20 °С равна s . Рассчитайте значение произведения растворимости вещества при указанной температуре.

№	Вещество (X)	s, моль/дм³
01	сульфат бария	$1,5 \cdot 10^{-5}$
02	бромид меди(I)	$5,0 \cdot 10^{-5}$
03	ортофосфат серебра(I)	$4,7 \cdot 10^{-6}$
04	гидроксид магния	$1,0 \cdot 10^{-4}$
05	хромат серебра(I)	$2,0 \cdot 10^{-4}$
06	карбонат никеля(II)	$3,6 \cdot 10^{-4}$
07	сульфит бария	$1,9 \cdot 10^{-5}$

08	карбонат цинка	$3,0 \cdot 10^{-6}$
09	фторид свинца(II)	$4,0 \cdot 10^{-3}$
10	бромид свинца(II)	$1,3 \cdot 10^{-2}$
11	карбонат кальция	$6,9 \cdot 10^{-5}$
12	бромид серебра(I)	$8,0 \cdot 10^{-7}$
13	карбонат железа(II)	$5,0 \cdot 10^{-6}$
14	сульфат серебра(I)	$1,4 \cdot 10^{-2}$
15	фторид стронция	$8,6 \cdot 10^{-4}$
16	хлорид свинца(II)	$1,7 \cdot 10^{-2}$
17	иодид свинца(II)	$2,0 \cdot 10^{-3}$
18	сульфид марганца(II)	$1,6 \cdot 10^{-5}$
19	карбонат кальция	$6,9 \cdot 10^{-5}$
20	карбонат кадмия	$2,3 \cdot 10^{-6}$
21	сульфат стронция	$5,7 \cdot 10^{-4}$
22	карбонат кобальта(II)	$4,0 \cdot 10^{-7}$
23	карбонат никеля(II)	$3,6 \cdot 10^{-4}$
24	фторид бария	$6,5 \cdot 10^{-3}$

9.2. Используя справочные значения произведений растворимости малорастворимых электролитов B_1 и B_2 при температуре 25°C , рассчитайте молярные концентрации одноименных ионов X в насыщенных водных растворах этих электролитов (гидролизом пренебречь). Укажите, в растворе какого электролита концентрация ионов X выше и во сколько раз.

№	Электролит (B_1)	Электролит (B_2)	Ион (X)
01	карбонат кальция	карбонат никеля(II)	CO_3^{2-}
02	карбонат кальция	сульфат кальция	Ca^{2+}
03	сульфат кальция	сульфат стронция	SO_4^{2-}
04	иодид серебра(I)	хромат серебра(I)	Ag^+
05	сульфат бария	сульфат кальция	SO_4^{2+}
06	хромат бария	фторид бария	Ba^{2+}
07	карбонат бария	карбонат магния	CO_3^{2-}
08	сульфид меди(II)	карбонат меди(II)	Cu^{2+}
09	сульфид свинца(II)	сульфид ртути(II)	S^{2-}
10	хромат свинца(II)	хлорид свинца(II)	Pb^{2+}
11	карбонат свинца(II)	карбонат стронция	CO_3^{2-}
12	сульфид цинка	карбонат цинка	Zn^{2+}
13	карбонат магния	фторид магния	Mg^{2+}

№	Электролит (B_1)	Электролит (B_2)	Ион (X)
14	карбонат кобальта(II)	карбонат железа(II)	CO_3^{2-}
15	карбонат железа(II)	сульфид железа(II)	Fe^{2+}
16	иодид серебра(I)	иодид свинца(II)	I^-
17	сульфид свинца(II)	сульфид олова(II)	S^{2-}
18	сульфат стронция	фторид стронция	Sr^{2+}
19	сульфид олова(II)	иодид олова(II)	Sn^{2+}
20	карбонат никеля(II)	сульфид никеля(II)	Ni^{2+}
21	карбонат кадмия	карбонат железа(II)	CO_3^{2-}
22	ортофосфат алюминия	ортофосфат магния	PO_4^{3-}
23	фторид кальция	фторид магния	F^-
24	хромат серебра(I)	сульфат серебра(I)	Ag^+

9.3. Произведения растворимости малорастворимых солей X_1 и X_2 при 25 °С соответственно равны PP_1 и PP_2 . Рассчитайте растворимость этих солей в воде в моль/дм³ и в г/дм³ (гидролизом пренебречь).

№	X_1	PP_1	X_2	PP_2
01	нитрит серебра(I)	$6,0 \cdot 10^{-4}$	карбонат серебра(I)	$8,7 \cdot 10^{-12}$
02	сульфат кальция	$2,4 \cdot 10^{-5}$	ортофосфат лития	$3,5 \cdot 10^{-9}$
03	карбонат магния	$2,1 \cdot 10^{-5}$	фторид магния	$6,5 \cdot 10^{-9}$
04	иодид серебра(I)	$8,3 \cdot 10^{-17}$	сульфид марганца(II)	$2,5 \cdot 10^{-10}$
05	сульфат бария	$1,1 \cdot 10^{-10}$	иодид свинца(II)	$1,1 \cdot 10^{-9}$
06	бромид свинца(II)	$5,0 \cdot 10^{-5}$	карбонат стронция	$1,1 \cdot 10^{-10}$
07	карбонат кальция	$4,8 \cdot 10^{-9}$	сульфид марганца(II)	$2,5 \cdot 10^{-10}$
08	бромид серебра(I)	$5,3 \cdot 10^{-13}$	карбонат серебра(I)	$8,7 \cdot 10^{-12}$
09	фторид магния	$6,5 \cdot 10^{-9}$	хлорид серебра(I)	$1,8 \cdot 10^{-10}$
10	карбонат марганца(II)	$4,9 \cdot 10^{-11}$	иодид серебра(I)	$8,3 \cdot 10^{-17}$
11	иодид свинца(II)	$1,1 \cdot 10^{-9}$	карбонат железа(II)	$2,9 \cdot 10^{-11}$
12	карбонат никеля(II)	$1,3 \cdot 10^{-7}$	хромат кальция	$7,1 \cdot 10^{-4}$
13	карбонат бария	$5,1 \cdot 10^{-9}$	фторид кальция	$4,0 \cdot 10^{-11}$
14	сульфат стронция	$2,1 \cdot 10^{-7}$	фторид стронция	$2,5 \cdot 10^{-9}$
15	карбонат кальция	$4,8 \cdot 10^{-9}$	иодид свинца(II)	$1,1 \cdot 10^{-9}$
16	хромат бария	$1,6 \cdot 10^{-10}$	хромат свинца(II)	$2,8 \cdot 10^{-13}$
17	карбонат стронция	$1,1 \cdot 10^{-10}$	иодид свинца(II)	$1,1 \cdot 10^{-9}$
18	карбонат магния	$2,1 \cdot 10^{-5}$	фторид свинца(II)	$2,7 \cdot 10^{-8}$
19	сульфат стронция	$2,1 \cdot 10^{-7}$	фторид стронция	$2,5 \cdot 10^{-9}$
20	карбонат цинка	$1,4 \cdot 10^{-11}$	фторид кальция	$4,0 \cdot 10^{-11}$

21	хромат свинца(II)	$2,8 \cdot 10^{-13}$	фторид стронция	$2,5 \cdot 10^{-9}$
22	карбонат никеля(II)	$1,3 \cdot 10^{-7}$	хлорид свинца(II)	$1,6 \cdot 10^{-5}$
23	сульфат свинца(II)	$1,7 \cdot 10^{-8}$	фторид магния	$6,5 \cdot 10^{-9}$
24	карбонат бария	$5,1 \cdot 10^{-9}$	фторид бария	$1,7 \cdot 10^{-6}$

9.4. Рассчитайте, выпадет ли осадок, если смешать водный раствор вещества X_1 с концентрацией $C(X_1)$ объемом V_1 и водный раствор вещества X_2 с концентрацией $C_{\text{экв}}(X_2)$ объемом V_2 .

№	Вещество (X_1)	V_1 , дм ³	$C(X_1)$, моль/дм ³	Вещество (X_2)	V_2 , дм ³	$C_{\text{экв}}(X_2)$, моль/дм ³
01	нитрат серебра(I)	2,0	$1 \cdot 10^{-3}$	хромат калия	1,0	$2 \cdot 10^{-3}$
02	фторид калия	1,0	$1 \cdot 10^{-2}$	нитрат магния	3,0	$2 \cdot 10^{-3}$
03	хлорид бария	0,1	$1 \cdot 10^{-4}$	хромат калия	0,5	$2 \cdot 10^{-4}$
04	хромат калия	2,0	$1 \cdot 10^{-5}$	хлорид бария	3,0	$4 \cdot 10^{-5}$
05	хлорид бария	1,0	$1 \cdot 10^{-2}$	фторид калия	2,0	$1 \cdot 10^{-8}$
06	фторид калия	0,5	$1 \cdot 10^{-2}$	хлорид бария	0,8	$1 \cdot 10^{-4}$
07	нитрат висмута(III)	0,2	$1 \cdot 10^{-4}$	иодид калия	0,4	$1 \cdot 10^{-4}$
08	нитрат серебра(I)	0,1	$1 \cdot 10^{-4}$	иодид натрия	0,9	$1 \cdot 10^{-4}$
09	хлорид кальция	1,5	$1 \cdot 10^{-4}$	карбонат натрия	0,5	$2 \cdot 10^{-4}$
10	сульфат калия	0,4	$1 \cdot 10^{-4}$	хлорид кальция	0,1	$2 \cdot 10^{-4}$
11	нитрат кальция	0,2	$1 \cdot 10^{-3}$	серная кислота	0,3	$2 \cdot 10^{-2}$
12	хлорид кальция	2,5	$1 \cdot 10^{-3}$	сульфат калия	0,5	$2 \cdot 10^{-3}$
13	нитрат серебра(I)	1,0	$2 \cdot 10^{-2}$	серная кислота	1,5	$1 \cdot 10^{-1}$
14	нитрат свинца(II)	0,5	$1 \cdot 10^{-1}$	хлорид натрия	0,4	$4 \cdot 10^{-1}$
15	хлорид натрия	2,0	$1 \cdot 10^{-3}$	нитрат серебра(I)	1,5	$1 \cdot 10^{-4}$
16	сульфат калия	0,2	$1 \cdot 10^{-2}$	хлорид кальция	0,8	$1 \cdot 10^{-2}$
17	нитрат свинца(II)	0,1	$2 \cdot 10^{-2}$	хлорид натрия	0,2	$1 \cdot 10^{-2}$
18	хлорид бария	0,3	$5 \cdot 10^{-3}$	фторид калия	0,7	$1 \cdot 10^{-2}$
19	хромат калия	0,2	$1 \cdot 10^{-3}$	хлорид бария	0,1	$1 \cdot 10^{-4}$
20	хлорид стронция	1,0	$2 \cdot 10^{-2}$	сульфат калия	0,4	$4 \cdot 10^{-2}$
21	нитрат магния	1,2	$1 \cdot 10^{-1}$	карбонат натрия	0,8	$1 \cdot 10^{-2}$
22	нитрат марганца(II)	0,4	$4 \cdot 10^{-3}$	сульфид натрия	1,0	$6 \cdot 10^{-4}$
23	иодид натрия	1,0	$2 \cdot 10^{-3}$	нитрат серебра(I)	2,0	$2 \cdot 10^{-3}$
24	сульфат калия	0,5	$5 \cdot 10^{-2}$	нитрат свинца(II)	0,3	$2 \cdot 10^{-2}$

10. ИОННОЕ ПРОИЗВЕДЕНИЕ ВОДЫ. ВОДОРОДНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ (рН)

10.1. Рассчитайте рН водного раствора с известной равновесной молярной концентрацией гидроксид-ионов.

№	[ОН ⁻], моль/дм ³	№	[ОН ⁻], моль/дм ³
01	$2,6 \cdot 10^{-3}$	13	$8,2 \cdot 10^{-4}$
02	$1,8 \cdot 10^{-7}$	14	$9,4 \cdot 10^{-8}$
03	$4,9 \cdot 10^{-10}$	15	$1,4 \cdot 10^{-5}$
04	$1,5 \cdot 10^{-4}$	16	$2,8 \cdot 10^{-9}$
05	$3,2 \cdot 10^{-11}$	17	$7,3 \cdot 10^{-6}$
06	$8,1 \cdot 10^{-7}$	18	$4,6 \cdot 10^{-10}$
07	$6,3 \cdot 10^{-8}$	19	$1,8 \cdot 10^{-4}$
08	$2,4 \cdot 10^{-5}$	20	$3,5 \cdot 10^{-7}$
09	$7,5 \cdot 10^{-3}$	21	$6,4 \cdot 10^{-11}$
10	$4,2 \cdot 10^{-12}$	22	$2,5 \cdot 10^{-5}$
11	$1,3 \cdot 10^{-9}$	23	$8,7 \cdot 10^{-12}$
12	$5,6 \cdot 10^{-2}$	24	$4,5 \cdot 10^{-8}$

10.2. Вычислите рН и рОН водного раствора с заданной концентрацией растворенного вещества X.

№	Растворенное вещество (X)	Концентрация, моль/дм ³
01	гидроксид бария	$C(X) = 0,005$
02	гидроксид калия	$C_{\text{ЭКВ}}(X) = 0,004$
03	азотная кислота	$C(X) = 0,006$
04	серная кислота	$C_{\text{ЭКВ}}(X) = 0,001$
05	хлороводород	$C(X) = 0,002$
06	серная кислота	$C(X) = 0,005$
07	азотная кислота	$C_{\text{ЭКВ}}(X) = 0,0002$
08	хлорная кислота	$C(X) = 0,002$
09	гидроксид цезия	$C(X) = 0,005$
10	иодоводород	$C_{\text{ЭКВ}}(X) = 0,006$
11	гидроксид натрия	$C(X) = 0,001$
12	гидроксид стронция	$C_{\text{ЭКВ}}(X) = 0,002$
13	азотная кислота	$C(X) = 0,003$
14	серная кислота	$C_{\text{ЭКВ}}(X) = 0,002$

15	гидроксид бария	$C(X) = 0,025$
16	азотная кислота	$C(X) = 0,015$
17	гидроксид бария	$C_{\text{ЭКВ}}(X) = 0,004$
18	гидроксид натрия	$C_{\text{ЭКВ}}(X) = 0,002$
19	гидроксид стронция	$C_{\text{ЭКВ}}(X) = 0,006$
20	гидроксид натрия	$C_{\text{ЭКВ}}(X) = 0,001$
21	серная кислота	$C(X) = 0,025$
22	гидроксид калия	$C(X) = 0,025$
23	хлороводород	$C_{\text{ЭКВ}}(X) = 0,003$
24	азотная кислота	$C_{\text{ЭКВ}}(X) = 0,005$

10.3. Рассчитайте pH водного раствора вещества X с массовой долей $\omega(X)$. Плотность раствора принять равной 1 г/см^3 .

№	Растворенное вещество (X)	$\omega(X)$, %	№	Растворенное вещество (X)	$\omega(X)$, %
01	хлороводород	0,020	13	серная кислота	0,050
02	азотная кислота	0,001	14	гидроксид натрия	0,010
03	гидроксид бария	0,050	15	гидроксид стронция	0,001
04	гидроксид кальция	0,025	16	азотная кислота	0,006
05	иодоводород	0,003	17	бромоводород	0,002
06	гидроксид бария	0,025	18	серная кислота	0,005
07	азотная кислота	0,040	19	азотная кислота	0,030
08	гидроксид калия	0,007	20	гидроксид цезия	0,008
09	гидроксид стронция	0,350	21	хлорная кислота	0,035
10	серная кислота	0,025	22	гидроксид рубидия	0,040
11	бромоводород	0,010	23	хлороводород	0,070
12	азотная кислота	0,050	24	гидроксид кальция	0,020

10.4. Степень диссоциации электролита X в водном растворе с концентрацией $C(X)$ равна α_d . Рассчитайте pH этого раствора.

№	Электролит (X)	$C(X)$, моль/дм³	α_d, %
01	фтороводородная кислота	0,1	8,12
02	азотистая кислота	0,2	4,47
03	бромноватистая кислота	0,5	0,0065

04	хлорноватистая кислота	0,02	0,16
05	циановодородная кислота	0,001	0,089
06	муравьиная кислота	0,1	4,24
07	уксусная кислота	0,25	0,85
08	гидроксид аммония	0,03	2,45
09	фтороводородная кислота	0,2	5,74
10	азотистая кислота	0,1	6,32
11	бромноватистая кислота	0,3	0,0084
12	хлорноватистая кислота	0,05	0,1
13	циановодородная кислота	0,002	0,063
14	муравьиная кислота	0,25	2,68
15	уксусная кислота	0,05	1,9
16	гидроксид аммония	0,15	1,1
17	фтороводородная кислота	0,01	25,7
18	азотистая кислота	0,4	3,16
19	бромноватистая кислота	0,2	0,032
20	хлорноватистая кислота	0,001	0,71
21	циановодородная кислота	0,0005	0,13
22	муравьиная кислота	0,4	2,12
23	уксусная кислота	0,2	0,95
24	гидроксид аммония	0,08	1,5

10.5. Вычислите pH водного раствора электролита X, если массовая доля электролита равна $\omega(X)$, а плотность раствора - ρ .

№	Электролит (X)	$\omega(X)$, %	ρ , г/см ³
01	гидроксид аммония	5	0,977
02	уксусная кислота	7	1,008
03	фтороводородная кислота	2	1,005
04	циановодородная кислота	84	0,745
05	муравьиная кислота	14	1,035
06	фтороводородная кислота	6	1,021
07	гидроксид аммония	7	0,969
08	циановодородная кислота	90	0,724
09	уксусная кислота	12	1,015
10	муравьиная кислота	6	1,014
11	гидроксид аммония	12	0,950
12	фтороводородная кислота	4	1,012
13	уксусная кислота	8	1,010

14	циановодородная кислота	80	0,759
15	гидроксид аммония	3	0,985
16	фтороводородная кислота	6	1,021
17	уксусная кислота	9	1,011
18	фтороводородная кислота	8	1,028
19	муравьиная кислота	10	1,025
20	гидроксид аммония	8	0,965
21	уксусная кислота	10	1,013
22	фтороводородная кислота	10	1,036
23	гидроксид аммония	6	0,973
24	муравьиная кислота	12	1,030

10.6. Водный раствор вещества X имеет указанное значение pH. Рассчитайте молярную концентрацию вещества X в растворе.

№	Вещество (X)	pH	№	Вещество (X)	pH
01	хлорная кислота	4,1	13	хлороводород	2,7
02	гидроксид бария	10,3	14	азотная кислота	3,4
03	серная кислота	3,1	15	гидроксид натрия	11,2
04	гидроксид калия	9,9	16	бромоводород	4,5
05	хлороводород	3,7	17	хлорная кислота	2,8
06	азотная кислота	4,2	18	гидроксид бария	11,0
07	гидроксид натрия	10,9	19	серная кислота	4,3
08	бромоводород	5,1	20	гидроксид калия	10,6
09	хлорная кислота	3,9	21	хлороводород	3,6
10	гидроксид бария	10,7	22	азотная кислота	2,5
11	серная кислота	2,9	23	гидроксид натрия	9,9
12	гидроксид калия	10,2	24	бромоводород	3,3

11. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ

11.1. Укажите, какие из приведенных солей подвергаются гидролизу. Для каждой из гидролизующихся солей напишите уравнение гидролиза в молекулярной и ионно-молекулярной формах и укажите реакцию среды водного раствора соли (кислая, щелочная, нейтральная).

01	NaCN, KClO ₄ , CuCl ₂	13	Al(NO ₃) ₃ , Na ₂ SO ₃ , KNO ₃
02	NaNO ₂ , KNO ₃ , AlCl ₃	14	K ₂ Se, Na ₂ SO ₄ , CuSO ₄ ,
03	KClO, Zn(NO ₃) ₂ , KMnO ₄	15	ZnCl ₂ , NaClO, LiNO ₃
04	Na ₂ CO ₃ , KCl, NH ₄ CH ₃ COO	16	LiCl, Cr ₂ (SO ₄) ₃ , NaF
05	CuBr ₂ , Na ₂ SO ₃ , K ₂ SO ₄	17	Al ₂ (SO ₄) ₃ , Ba(NO ₃) ₂ , NH ₄ F
06	Na ₂ SO ₄ , CuSO ₄ , Na ₂ S	18	Na ₂ S, NiCl ₂ , K ₂ SO ₄
07	Cr ₂ (SO ₄) ₃ , Na ₂ SiO ₃ , KNO ₃	19	NH ₄ NO ₃ , Na ₂ SiO ₃ , BaCl ₂
08	Be(NO ₃) ₂ , FeBr ₃ , LiCl	20	KNO ₃ , NaCH ₃ COO, FeCl ₃
09	Cu(NO ₃) ₂ , Na ₃ PO ₄ , KI	21	SnCl ₂ , K ₃ PO ₄ , Na ₂ CrO ₄
10	K ₂ SO ₃ , Fe ₂ (SO ₄) ₃ , NaI	22	K ₂ SO ₄ , MgCl ₂ , NaNO ₂
11	NaBr, NiSO ₄ , KCN	23	Cr(NO ₃) ₃ , KNO ₃ , Na ₂ SO ₃
12	KBr, Na ₂ S, Al ₂ (SO ₄) ₃	24	K ₂ Cr ₂ O ₇ , FeSO ₄ , NaBrO

11.2. Напишите молекулярное и ионно-молекулярное уравнения реакции, протекающей при сливании водных растворов солей 1 и 2.

№	Соль₁	Соль₂
01	нитрат железа(III)	карбонат калия
02	сульфид натрия	сульфат алюминия
03	бромид хрома(III)	карбонат натрия
04	сульфид аммония	хлорид алюминия
05	сульфат железа(III)	карбонат калия
06	сульфид калия	нитрат хрома(III)
07	бромид алюминия	карбонат натрия
08	карбонат натрия	сульфат меди(II)
09	нитрат алюминия	сульфид аммония
10	карбонат калия	хлорид хрома(III)
11	сульфид натрия	бромид алюминия
12	хлорид железа(III)	карбонат натрия
13	нитрат алюминия	сульфид натрия
14	сульфат хрома(III)	карбонат калия
15	сульфид аммония	бромид алюминия
16	нитрат хрома(III)	карбонат натрия
17	карбонат калия	бромид железа(III)
18	хлорид алюминия	сульфид натрия
19	сульфид калия	сульфат хрома(III)
20	нитрат алюминия	карбонат калия
21	хлорид хрома(III)	сульфид натрия

22	сульфат алюминия	сульфид аммония
23	карбонат натрия	хлорид алюминия
24	хлорид меди(II)	карбонат калия

11.3. Используя справочные данные, рассчитайте степень гидролиза соли X и pH ее водного раствора заданной молярной концентрации $C(X)$ (учесть только первую степень гидролиза).

№	Соль (X)	$C(X)$, моль/ дм ³	№	Соль (X)	$C(X)$, моль/ дм ³
01	хлорид алюминия	0,2	13	нитрат аммония	0,01
02	ортофосфат натрия	0,5	14	ацетат калия	0,02
03	нитрат меди(II)	0,1	15	бромид марганца(II)	0,001
04	хлорид железа(II)	0,05	16	фторид калия	0,001
05	карбонат калия	0,3	17	сульфат цинка	0,1
06	нитрат свинца(II)	0,05	18	нитрит натрия	0,001
07	сульфит натрия	0,01	19	сульфат аммония	0,005
08	хлорид хрома(III)	0,5	20	бромид никеля(II)	0,001
09	метасиликат натрия	0,2	21	сульфит калия	0,02
10	нитрат цинка	0,1	22	гипохлорит натрия	0,01
11	хлорид железа(III)	0,5	23	сульфат алюминия	0,3
12	ортофосфат калия	0,8	24	цианид натрия	0,2

11.4. Напишите уравнения гидролиза солей X_1 и X_2 . Используя справочные данные, определите, в водном растворе какой соли (при одинаковых температуре и концентрации) степень гидролиза больше. pH раствора какой соли будет ниже? Укажите, как изменится степень гидролиза соли: а) при нагревании раствора; б) при разбавлении раствора. Дайте обоснованный ответ.

	Соль (X_1)	Соль (X_2)
01	хлорид железа(II)	хлорид железа(III)
02	карбонат натрия	метасиликат натрия
03	нитрат бериллия	нитрат магния
04	сульфид натрия	селенид натрия
05	хлорид алюминия	хлорид хрома(III)

06	гидрокарбонат натрия	карбонат натрия
07	сульфит калия	селенит калия
08	хлорид цинка	хлорид железа(II)
09	сульфит натрия	карбонат натрия
10	сульфат меди(II)	сульфат никеля(II)
11	фторид калия	цианид калия
12	ортофосфат натрия	ортоарсенат натрия
13	нитрит калия	гипохлорит калия
14	нитрат железа(II)	нитрат меди(II)
15	бромид железа(III)	бромид алюминия
16	метасиликат калия	карбонат калия
17	ацетат натрия	гипохлорит натрия
18	сульфат железа(III)	сульфат железа(II)
19	хлорид цинка	хлорид кадмия
20	нитрат магния	нитрат марганца(II)
21	теллурид натрия	сульфид натрия
22	сульфат хрома(III)	сульфат алюминия
23	цианид натрия	нитрит натрия
24	нитрат кобальта(II)	нитрат никеля(II)

12. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

12.1. Определите заряд комплексного иона, степень окисления и координационное число комплексообразователя в соединениях:

№	а)	б)	в)
01	$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$	$\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$	$[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_4\text{Br}]\text{SO}_4$
02	$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6](\text{NO}_3)_3$	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$
03	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Br}$	$\text{Na}_2[\text{PbBr}_4]$	$\text{K}[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)(\text{CN})_4]$
04	$[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4$	$\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$	$[\text{Pd}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_2\text{Cl}]\text{Cl}$
05	$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4$	$\text{H}[\text{AuCl}_4]$	$\text{Na}_3[\text{Fe}(\text{NH}_3)(\text{CN})_5]$
06	$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4$	$\text{K}_2[\text{BeF}_4]$	$[\text{Pt}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_3\text{Br}_2]\text{Br}_2$
07	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	$[\text{Pd}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_2\text{I}]\text{I}$

08	$[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6](\text{NO}_3)_2$	$\text{Na}_4[\text{CdCl}_6]$	$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Br}(\text{NO}_2)_2]\text{Br}$
09	$[\text{Pd}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$	$\text{K}_3[\text{BiCl}_6]$	$[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_4(\text{CN})]\text{Br}_2$
10	$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Br}_2$	$\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6]$	$[\text{Pt}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_2\text{Br}_2]\text{SO}_4$
11	$[\text{Ru}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4$	$\text{K}_3[\text{Cu}(\text{CN})_4]$	$\text{K}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]$
12	$[\text{Hg}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$	$\text{K}_4[\text{PbCl}_6]$	$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NH}_3)\text{Cl}_2]\text{Cl}$
13	$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$	$\text{K}_2[\text{PbI}_4]$	$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4 \text{I} (\text{OH})](\text{NO}_3)_2$
14	$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$	$\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2]$	$\text{K}_2[\text{Pt Br Cl}(\text{NO}_2)_4]$
15	$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$	$\text{K}_2[\text{HgI}_4]$	$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_2](\text{NO}_3)_3$
16	$[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$	$\text{Na}_3[\text{FeF}_6]$	$\text{K}_2[\text{Pt Br}_2 \text{Cl}_2 (\text{NO}_2)_2]$
17	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{ClO}_4$	$\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$	$[\text{Rh}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_5]\text{Br}_3$
18	$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$	$\text{Na}_2[\text{SnCl}_6]$	$\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2\text{Br}_2]$
19	$[\text{Pd}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{OH})_6]$	$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NH}_3)_3]\text{Cl}_3$
20	$[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Br}_2$	$\text{Na}_3[\text{BiI}_6]$	$(\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_4(\text{OH})_2]$
21	$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$	$\text{K}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$	$[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_5]\text{SO}_4$
22	$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4$	$\text{Na}[\text{Ag}(\text{OH})_2]$	$\text{K}_2[\text{PdCl}_2(\text{NO}_2)_2]$
23	$[\text{Mn}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$	$\text{K}_2[\text{HgBr}_4]$	$[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_4\text{Cl}]\text{Cl}$
24	$[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}_2$	$\text{K}_4[\text{Co}(\text{CN})_6]$	$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_3\text{Br}_2]\text{Br}$

12.2. Назовите комплексные соединения, указанные в задании 12.1. По знаку электрического заряда внутренней сферы определите тип комплексных соединений.

12.3. Составьте уравнения диссоциации соединений, указанных в задании 12.1, в водных растворах.

12.4. Напишите формулы следующих комплексных соединений:

- 01 хлорид гексааквахрома(III);
 02 хлорид тетраамминцинка(II);

- 03 нитрат гексаакваникеля(II);
- 04 гексахлороплатинат(IV) калия;
- 05 сульфат бромопентаамминкобальта(III);
- 06 тетрацианоаурат(III) калия;
- 07 сульфат гексааквамарганца(II);
- 08 гексацианоферрат(III) калия;
- 09 нитрат гексаакважелеза(III);
- 10 бромид пентаамминаквокобальта(III);
- 11 тетрахлоропалладат(II) калия;
- 12 гексафтороалюминат(III) натрия;
- 13 гексахлороплатинат(IV) калия;
- 14 хлорид хлоротриамминплатины(II);
- 15 хлорид пентаамминаквохрома(III);
- 16 гексагидроксоплюмбат(IV) натрия;
- 17 хлорид дихлоротетраамминплатины(IV);
- 18 нитрат диаамминсеребра(I);
- 19 тетраиодомеркурат(II) калия;
- 20 гексагидроксохромат(III) калия;
- 21 тетрацианоплатинат(II) калия;
- 22 тетрахлорокупрат(II) натрия;
- 23 хлорид дибромотетраамминплатины(IV);
- 24 гексаиодоплатинат(IV) калия.

12.5. Используя метод валентных связей, определите для комплексных ионов: а) тип гибридизации орбиталей комплексо-образователя; б) пространственное строение.

Охарактеризуйте магнитные свойства ионов.

01	$[\text{FeF}_6]^{3-}$,	$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$;
02	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$,	$[\text{AgBr}_2]^-$;
03	$[\text{TlBr}_6]^{3-}$,	$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$;
04	$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$,	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$;
05	$[\text{CdI}_4]^{2-}$,	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$;
06	$[\text{Ga}(\text{OH})_6]^{3-}$,	$[\text{PbI}_4]^{2-}$;
07	$[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$,	$[\text{PdCl}_6]^{4+}$;
08	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$,	$[\text{Cd I}_6]^{4+}$;
09	$[\text{SnF}_6]^{2-}$,	$[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$;
10	$[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}$,	$[\text{SnCl}_6]^{2-}$;
11	$[\text{Ag}(\text{OH})_2]^-$,	$[\text{Tl I}_4]^-$,
12	$[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$,	$[\text{CuI}_2]^-$;
13	$[\text{Cd}(\text{OH})_4]^{2-}$,	$[\text{BeF}_4]^{2-}$;
14	$[\text{CdBr}_4]^{2-}$,	$[\text{BiBr}_6]^{3-}$;
15	$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$,	$[\text{HgI}_4]^{2-}$;
16	$[\text{InF}_4]^-$,	$[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$;
17	$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$,	$[\text{In}(\text{OH})_4]^-$;
18	$[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$,	$[\text{CdCl}_6]^{4+}$;
19	$[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$,	$[\text{AgI}_2]$;
20	$[\text{Hg}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$,	$[\text{AlF}_6]^{3-}$;
21	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$,	$[\text{HgBr}_4]^{2-}$;
22	$[\text{Sn}(\text{OH})_6]^{2-}$,	$[\text{HgCl}_4]^{2-}$;
23	$[\text{TlBr}_4]^-$,	$[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$;
24	$[\text{Co}(\text{CN})_6]^{4-}$,	$[\text{AgCl}_2]^-$.

12.6.* Составьте выражения общих констант нестойкости комплексных ионов, указанных в задании 12.5, и приведите их значения. Какой из этих ионов является наиболее устойчивым?

12.7.* Вычислите ΔG_{298}^0 процесса диссоциации комплексных ионов, приведенных в задании 12.5.

12.8.* Вычислите равновесную молярную концентрацию иона комплексообразователя в растворе комплексной соли, указанной в задании 12.1(б), с молярной концентрацией 0,1 моль/дм³, используя значение $K_{\text{нест.}}$ комплексного иона.

13. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

13.1. Назовите указанные вещества и определите, какие свойства в окислительно-восстановительных реакциях они могут проявлять: только окислительные;

только восстановительные;

как окислительные, так и восстановительные.

Ответ подтвердите электронными уравнениями.

	а)	б)	в)	г)
01	H ₂ SO ₄ (конц.),	KI,	P ₂ O ₃ ,	NH ₃ ;
02	HNO ₃ (конц.),	C,	SiH ₄ ,	H ₃ PO ₃ ;
03	KMnO ₄ ,	KNO ₂ ,	FeCl ₂ ,	Ca;
04	K ₂ Cr ₂ O ₇ ,	FeSO ₄ ,	KBrO,	Ag;
05	FeCl ₃ ,	Zn,	Cl ₂ ,	H ₂ SeO ₄ (конц.)
06	PbO ₂ ,	Na ₂ O ₂ ,	H ₂ SeO ₃ ,	Mg;
07	S,	CuCl,	HClO ₄ ,	CaH ₂ ;
08	H ₂ S,	MnO ₂ ,	H ₃ AsO ₄ ,	SeO ₂ ;

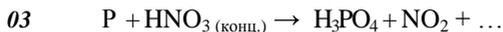
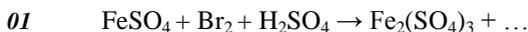
* Необходимые для выполнения заданий значения $K_{\text{нест.}}$ приведены в Приложении 1.

09	H ₂ ,	NaClO,	SbH ₃ ,	SnCl ₄ ;
10	KClO ₃ ,	HI,	O ₂ ,	K ₂ CrO ₄ ;
11	HNO ₃ (разб.),	PH ₃ ,	K ₂ SO ₃ ,	Se;
12	HClO,	H ₂ Se,	Al,	H ₃ AsO ₄ ;
13	K ₂ MnO ₄ ,	HBr,	MnSO ₄ ,	O ₃ ;
14	H ₂ SO ₃ ,	Pb,	NO ₂ ,	V ₂ O ₅ ;
15	Mn(OH) ₂ ,	Br ₂ ,	HNO ₃ (оч.разб.),	Na;
16	N ₂ O ₅ ,	CrCl ₃ ,	Ba,	NaIO;
17	H ₂ O ₂ ,	AsH ₃ ,	KBrO ₃ ,	Sb ₂ O ₅ ;
18	KBr,	SO ₂ ,	CuCl ₂ ,	Be;
19	Cu,	Fe ₂ (SO ₄) ₃ ,	KBiO ₃ ,	Te;
20	BaO ₂ ,	Al,	HNO ₂ ,	Mn ₂ O ₇ ;
21	F ₂ ,	KBrO ₃ ,	HgCl ₂ ,	Fe;
22	SnCl ₂ ,	HBrO,	OF ₂ ,	P;
23	HCl (разб.),	H ₂ Te,	Na ₂ CrO ₄ ,	I ₂ ;
24	H ₂ SO ₄ (разб.),	LiH,	Fe(OH) ₃ ,	Na ₂ S.

13.2. Закончите уравнения окислительно-восстановительных реакций, протекающих в водных растворах, и определите их тип.

Расставьте коэффициенты, используя метод ионно-электронных уравнений.

а) Реакции в кислой среде:



- 06 $\text{KMnO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \dots$
- 07 $\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{MnSO}_4 + \dots$
- 08 $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2 + \dots$
- 09 $\text{Sb} + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow \text{HSbO}_3 + \text{NO}_2 + \dots$
- 10 $\text{KMnO}_4 + \text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{MnSO}_4 + \dots$
- 11 $\text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{MnSO}_4 + \dots$
- 12 $\text{HCl} (\text{конц.}) + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{MnCl}_2 + \dots$
- 13 $\text{Co} + \text{HNO}_3 (\text{разб.}) \rightarrow \text{Co}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2 + \dots$
- 14 $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{S} + \dots$
- 15 $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{MnSO}_4 + \dots$
- 16 $\text{Hg} + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \dots$
- 17 $\text{Ag} + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \dots$
- 18 $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$
- 19 $\text{Au} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{H}[\text{AuCl}_4] + \text{NO} + \dots$
- 20 $\text{MnO}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{MnSO}_4 + \dots$
- 21 $\text{Sn} + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow \text{H}_2\text{SnO}_3 + \text{NO}_2 + \dots$
- 22 $\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) \rightarrow \text{Br}_2 + \text{SO}_2 + \dots$
- 23 $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + \dots$
- 24 $\text{MnO}_2 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \text{MnSO}_4 + \dots$
- 25 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$
- 26 $\text{FeSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KCl} + \dots$
- 27 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NaNO}_3 + \dots$
- 28 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$
- 29 $\text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} + \text{HI} + \dots$
- 30 $\text{HClO}_3 + \text{HCl} (\text{конц.}) \rightarrow \text{Cl}_2 + \dots$
- 31 $\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{NaBr} + \text{HCl} \rightarrow \text{CrCl}_3 + \text{Br}_2 + \dots$
- 32 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$

- 33 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 34 $\text{H}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$
- 35 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl}_{(\text{конц.})} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{CrCl}_3 + \dots$
- 36 $\text{Mg} + \text{HNO}_3_{(\text{разб.})} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \dots$
- 37 $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} + \text{FeCl}_2 + \dots$
- 38 $\text{MnO}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{MnSO}_4 + \dots$
- 39 $\text{Zn} + \text{HNO}_3_{(\text{разб.})} \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \dots$
- 40 $\text{Zn} + \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{AsH}_3 + \text{ZnCl}_2 + \dots$
- 41 $\text{Zn} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{MnSO}_4 + \dots$
- 42 $\text{KI} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NO} + \text{I}_2 + \dots$
- 43 $\text{Ag} + \text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{конц.})} \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \dots$
- 44 $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$
- 45 $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 46 $\text{KNO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{MnSO}_4 + \dots$
- 47 $\text{Si} + \text{HNO}_3 + \text{HF} \rightarrow \text{H}_2[\text{SiF}_6] + \text{NO} + \dots$
- 48 $\text{CuCl} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{CrCl}_3 + \dots$
- 49 $\text{FeCl}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_3 + \text{MnCl}_2 + \dots$
- 50 $\text{FeSO}_4 + \text{HBrO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Br}_2 + \dots$
- 51 $\text{FeSO}_4 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \dots$
- 52 $\text{KClO}_3 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KCl} + \text{I}_2 + \dots$
- 53 $\text{KIO}_3 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 54 $\text{KNO}_2 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NO} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$
- 55 $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{KNO}_3 + \dots$
- 56 $\text{NaI} + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NO} + \text{I}_2 + \dots$
- 57 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{O}_2 + \text{MnSO}_4 + \dots$
- 58 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O} + \dots$
- 59 $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$

- 60 $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HMnO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \dots$
- 61 $\text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{I}_2 + \text{O}_2 + \dots$
- 62 $\text{AsH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{MnSO}_4 + \dots$
- 63 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HClO} \rightarrow \text{HCl} + \text{O}_2 + \dots$
- 64 $\text{HI} + \text{HNO}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{I}_2 + \dots$
- 65 $\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} + \text{NO} + \dots$
- 66 $\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) + \text{KI} \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 + \dots$
- 67 $\text{Zn} + \text{HNO}_3 (\text{оч. разб.}) \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \dots$
- 68 $\text{Pt} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2[\text{PtCl}_6] + \text{NO} + \dots$
- 69 $\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 70 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{SnCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{SnCl}_4 + \text{CrCl}_3 + \dots$
- 71 $\text{NaNO}_2 + \text{FeCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{NO} + \text{FeCl}_3 + \dots$
- 72 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{O}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$

б) Реакции в нейтральной среде:

- 01 $\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 + \dots$
- 02 $\text{KMnO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{KNO}_3 + \dots$
- 03 $\text{KMnO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 + \dots$
- 04 $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 05 $\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 06 $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 07 $\text{SO}_2 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \dots$
- 08 $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HBr} + \dots$
- 09 $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \dots$
- 10 $\text{Se} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_4 + \dots$
- 11 $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{O}_2 + \dots$
- 12 $\text{KMnO}_4 + \text{MnCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{HCl} + \dots$

- 13 $\text{KMnO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 14 $\text{KI} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HIO}_3 + \dots$
- 15 $\text{Na}_2\text{S} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{S} + \dots$
- 16 $\text{SO}_2 + \text{NaIO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 17 $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \dots$
- 18 $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 19 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI} \rightarrow \text{CuI} + \text{I}_2 + \dots$
- 20 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HBr} + \dots$
- 21 $\text{Se} + \text{AuCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Au} + \text{H}_2\text{SeO}_3 + \dots$
- 22 $\text{ReO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HReO}_4 + \dots$
- 23 $\text{AgNO}_3 + \text{AsH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag} + \text{H}_3\text{AsO}_4 + \dots$
- 24 $\text{CaH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \dots$
- 25 $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \dots$
- 26 $\text{Ca}(\text{ClO})\text{Cl} + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{Br}_2 + \dots$
- 27 $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \dots$
- 28 $\text{SO}_2 + \text{SeO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Se} + \dots$
- 29 $\text{Na}_3\text{AsO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_3\text{AsO}_4 + \dots$
- 30 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{O}_2 + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \dots$
- 31 $\text{K}_2\text{S} + \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{S} + \text{MnO}_2 + \dots$
- 32 $\text{P} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{HPO}_4 + \text{MnO}_2 + \dots$
- 33 $\text{Cl}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HIO}_3 + \dots$
- 34 $\text{SiH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 + \dots$
- 35 $\text{Br}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HBrO}_3 + \dots$
- 36 $\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 37 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{S} + \dots$
- 38 $\text{PdCl}_2 + \text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Pd} + \text{CO}_2 + \dots$
- 39 $\text{KI} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + \text{I}_2 + \dots$

- 40 $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{I}_2 + \dots$
- 41 $\text{KI} + \text{NO}_2 \rightarrow \text{KNO}_2 + \dots$
- 42 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{KI} \rightarrow \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \dots$
- 43 $\text{Au} + \text{NaCN} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2] + \dots$
- 44 $\text{Cu} + \text{KCN} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}[\text{Cu}(\text{CN})_2] + \text{H}_2 + \dots$
- 45 $\text{KClO} + \text{K}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \dots$
- 46 $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO} + \dots$
- 47 $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO} + \dots$
- 48 $\text{As} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \dots$
- 49 $\text{As} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \dots$
- 50 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \dots$
- 51 $\text{NO}_2 + \text{NaMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{HNO}_3 + \dots$
- 52 $\text{I}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HI} + \dots$
- 53 $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 54 $\text{K}_2\text{ReO}_4 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KReO}_4 + \dots$
- 55 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 56 $\text{KMnO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 57 $\text{Na}_2\text{SeO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SeO}_4 + \dots$
- 58 $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KMnO}_4 + \dots$
- 59 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaClO} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 60 $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{S} + \dots$
- 61 $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{Br}_2 + \dots$
- 62 $\text{KMnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{I}_2 + \text{MnO}_2 + \dots$
- 63 $\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{I}_2 + \dots$
- 64 $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 65 $\text{NaNO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaNO}_3 + \dots$
- 66 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots$

- 67 $\text{NaNO}_2 + \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{NaNO}_3 + \dots$
- 68 $\text{FeCl}_3 + \text{KI} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{I}_2 + \dots$
- 69 $\text{SeO}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_4 + \dots$
- 70 $\text{Na}_2\text{S} + \text{F}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 71 $\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{S} + \text{MnO}_2 + \dots$
- 72 $\text{K}_3\text{AsO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_3\text{AsO}_4 + \dots$

в) Реакции в щелочной среде:

- 01 $\text{CrCl}_3 + \text{NaClO} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{NaCl} + \dots$
- 02 $\text{FeSO}_4 + \text{NaClO} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe(OH)}_3 + \text{NaCl} + \dots$
- 03 $\text{MnCl}_2 + \text{KBrO} + \text{KOH} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{KBr} + \dots$
- 04 $\text{Be} + \text{KClO} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2[\text{Be(OH)}_4] + \dots$
- 05 $\text{Al} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al(OH)}_6] + \dots$
- 06 $\text{Ni(OH)}_2 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{Ni(OH)}_3 + \dots$
- 07 $\text{NO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \dots$
- 08 $\text{K}_2[\text{Sn(OH)}_4] + \text{Bi(NO}_3)_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2[\text{Sn(OH)}_6] + \text{Bi} + \dots$
- 09 $\text{NaNO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaNO}_3 + \dots$
- 10 $\text{Co(OH)}_2 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Co(OH)}_3 + \dots$
- 11 $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{Ca(BrO}_3)_2 + \text{CaBr}_2 + \dots$
- 12 $\text{S} + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{K}_2\text{S} + \dots$
- 13 $\text{P} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KH}_2\text{PO}_2 + \text{PH}_3$
- 14 $\text{ClO}_2 + \text{Ba(OH)}_2 \rightarrow \text{Ba(ClO}_2)_2 + \text{Ba(ClO}_3)_2 + \dots$
- 15 $\text{CsOH}_{(\text{конц.})} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CsBr} + \text{CsBrO}_3 + \dots$
- 16 $\text{K}_3[\text{Fe(CN)}_6] + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_4[\text{Fe(CN)}_6] + \text{O}_2 + \dots$
- 17 $\text{K}_3[\text{Cr(OH)}_6] + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KBr} + \dots$
- 18 $\text{Br}_2 + \text{KOH}_{(\text{конц.})} \rightarrow \text{KBrO}_3 + \text{KBr} + \dots$
- 19 $\text{K}_3[\text{Cr(OH)}_6] + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KCl} + \dots$

- 20 $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + \dots$
- 21 $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4] + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6] + \dots$
- 22 $\text{Be} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4] + \dots$
- 23 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{KBr} + \dots$
- 24 $\text{Cl}_2 + \text{NaOH}_{(\text{разб.})} \rightarrow \text{NaClO} + \text{NaCl} + \dots$
- 25 $\text{AuCl}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{Au} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \dots$
- 26 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \dots$
- 27 $\text{S} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \dots$
- 28 $\text{KMnO}_4 + \text{NaNO}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{NaNO}_3 + \dots$
- 29 $\text{CoBr}_2 + \text{O}_2 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_3 + \text{KBr}$
- 30 $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{FeO}_4 + \text{KCl} + \dots$
- 31 $\text{ClO}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KClO}_3 + \text{KClO}_2 + \dots$
- 32 $\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + \dots$
- 33 $\text{MnSO}_4 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{MnO}_4 + \text{NaBr} + \dots$
- 34 $\text{CrCl}_3 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{NaBr} + \dots$
- 35 $\text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 36 $\text{I}_2 + \text{NaOH}_{(\text{конц.})} \rightarrow \text{NaIO}_3 + \text{NaI} + \dots$
- 37 $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{AgNO}_3 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{Ag} + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \dots$
- 38 $\text{Bi}_2\text{O}_3 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KBiO}_3 + \text{KCl} + \dots$
- 39 $\text{Si} + \text{H}_2\text{O} + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 + \dots$
- 40 $\text{Na}_2\text{SeO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SeO}_4 + \text{NaCl} + \dots$
- 41 $\text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KSbO}_3 + \text{KBr} + \dots$
- 42 $\text{CrBr}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{NaBr} + \dots$
- 43 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$
- 44 $\text{MnCl}_2 + \text{KClO} + \text{KOH} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{KCl} + \dots$
- 45 $\text{MnBr}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \dots$
- 46 $\text{Sn} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4] + \dots$

- 47 $\text{SiH}_4 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 + \dots$
- 48 $\text{Ga} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_3[\text{Ga}(\text{OH})_6] + \dots$
- 49 $\text{Pb} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4] + \dots$
- 50 $\text{NaBrO}_3 + \text{F}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaBrO}_4 + \text{NaF} + \dots$
- 51 $\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{KCl} + \dots$
- 52 $\text{KIO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_3\text{IO}_6 + \text{KCl} + \dots$
- 53 $\text{BiCl}_3 + \text{SnCl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{Bi} + \text{K}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6] + \dots$
- 54 $\text{Bi}(\text{OH})_3 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KBiO}_3 + \text{KBr} + \dots$
- 55 $\text{Se} + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SeO}_3 + \text{K}_2\text{Se} + \dots$
- 56 $\text{Zn} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \dots$
- 57 $\text{PbO} + \text{ClO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{PbO}_2 + \text{NaClO}_2 + \dots$
- 58 $\text{Cl}_2 + \text{FeCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{FeO}_4 + \dots$
- 59 $\text{NO}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_2 + \text{KNO}_3 + \dots$
- 60 $\text{AsH}_3 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_3\text{AsO}_4 + \text{KBr} + \dots$
- 61 $\text{BiCl}_3 + \text{Cl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaBiO}_3 + \text{NaCl} + \dots$
- 62 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{PbO}_2 + \text{KCl} + \dots$
- 63 $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4] + \text{NaOH} \rightarrow \text{Bi} + \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6] + \dots$
- 64 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaClO} + \text{NaOH} \rightarrow \text{PbO}_2 + \text{NaCl} + \dots$
- 65 $\text{Te} + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{TeO}_3 + \text{K}_2\text{Te} + \dots$
- 66 $\text{Sb} + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6] + \dots$
- 67 $\text{KClO} + \text{Zn} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \dots$
- 68 $\text{NaAsO}_2 + \text{I}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{AsO}_4 + \text{NaI} + \dots$
- 69 $\text{Cl}_2 + \text{KI} + \text{KOH} \rightarrow \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \dots$
- 70 $\text{Br}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KBr} + \dots$
- 71 $\text{ClO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaClO}_2 + \text{NaClO}_3 + \dots$
- 72 $\text{KBrO} + \text{MnCl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{KBr} + \dots$

13.3. Напишите уравнения реакций между указанными веществами в водных растворах и расставьте коэффициенты в них, используя метод ионно-электронных уравнений:

01	перманганатом калия и иодоводородом в среде серной кислоты;
02	перманганатом калия и пероксидом водорода в среде серной кислоты;
03	оксидом свинца(IV) и нитратом марганца(II) в среде азотной кислоты;
04	перманганатом натрия и ортомышьяковистой кислотой в среде серной кислоты;
05	азотной кислотой (конц.) и углеродом;
06	азотной кислотой (конц.) и серой;
07	манганатом калия и сероводородом в среде серной кислоты;
08	манганатом натрия и бромоводородной кислотой;
09	оксидом марганца(IV) и иодоводородной кислотой;
10	пероксидом водорода и сульфатом железа(II) в среде серной кислоты;
11	оксидом марганца(IV) и серной кислотой (конц.);
12	манганатом натрия и азотистой кислотой в среде серной кислоты;
13	нитритом натрия и хлоридом железа(II) в среде хлороводородной кислоты;
14	азотной кислотой (разб.) и оловом;
15	пероксидом водорода и иодидом натрия в среде серной кислоты;
16	дихроматом натрия и оксидом серы(IV) в среде серной кислоты;
17	серной кислотой (конц.) и иодидом натрия;
18	серной кислотой (конц.) и бромидом калия;
19	иодоводородной и азотистой кислотами;
20	дихроматом калия и ортофосфористой кислотой в среде серной кислоты;
21	азотной кислотой (конц.) и фосфором;
22	дихроматом натрия и хлоридом олова(II) в среде хлороводородной кислоты;

23	хлоридом железа(II) и перманганатом калия в среде хлороводородной кислоты;
24	раствором гидроксида натрия (конц.) и хлором;
25	дихроматом калия и бромоводородной кислотой;
26	хлоридом железа(III) и бромом в среде гидроксида калия;
27	раствором гидроксида натрия и алюминием;
28	перманганатом калия и сульфидом калия в среде гидроксида калия;
29	раствором гидроксида бария (конц.) и иодом;
30	гидроксидом кобальта(II) и гипобромитом калия в среде гидроксида натрия;
31	перманганатом натрия и оксидом серы(IV) в среде гидроксида натрия;
32	раствором гидроксида натрия (конц.) и бромом;
33	раствором гидроксида калия (конц.) и оловом;
34	перманганатом калия и нитритом натрия в среде гидроксида калия;
35	гидроксидом железа(III) и бромом в среде гидроксида натрия;
36	гипобромитом калия и сульфатом марганца(II) в среде гидроксида калия;
37	пероксидом водорода и алюминием в среде гидроксида натрия;
38	дихроматом калия и хлороводородной кислотой (конц.);
39	гипохлоритом калия и алюминием в среде гидроксида натрия;
40	гидроксидом никеля(II) и бромом в среде гидроксида калия;
41	оксидом азота(IV) и гидроксидом калия;
42	хлором и сульфитом калия в среде гидроксида натрия;
43	серой и раствором гидроксида калия;
44	хлоридом кобальта(II) и бромом в среде гидроксида калия;
45	гипобромитом натрия и бериллием в среде гидроксида натрия;
46	гидроксидом железа(II) и хлором в среде гидроксида калия;
47	бериллием и гидроксидом натрия;
48	сульфатом марганца(II) и хлором в среде гидроксида калия.

13.4. Вычислите молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя в реакциях, указанных в задании 13.2.

13.5. Используя значения стандартных электродных потенциалов, определите, между какими окислительно-восстановительными системами возможны реакции. Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения этих реакций.

	$E^0_{298}, \text{В}$
01 $\text{I}_{2(\text{кр.})} + 2\bar{e} = 2\text{I}^-$	+0,54
$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	+0,17
$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,23
02 $\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} = \text{NO}_2^- + 2\text{OH}^-$	+0,01
$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,60
$\text{S} + 2\bar{e} = \text{S}^{2-}$	- 0,48
03 $\text{Co}(\text{OH})_3 + \bar{e} = \text{Co}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	+0,17
$\text{BrO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} = \text{Br}^- + 2\text{OH}^-$	+0,76
$\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} = \text{O}_2 + 2\text{OH}^-$	+1,24
04 $\text{Fe}^{3+} + \bar{e} = \text{Fe}^{2+}$	+0,77
$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,51
$\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{HAsO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,56
05 $\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	- 0,28
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\bar{e} = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	+1,33
$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\bar{e} = \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,66
06 $2\text{HClO} + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,63
$\text{H}_2\text{SO}_3 + 4\text{H}^+ + 4\bar{e} = \text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,45
$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \bar{e} = \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0,80

07	$2\text{NO} + 4\text{H}^+ + 4\bar{e} = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,68
	$\text{Br}_{2(\text{ж.})} + 2\bar{e} = 2\text{Br}^-$	+1,07
	$\text{H}_2\text{SeO}_3 + 6\text{H}^+ + 6\bar{e} = \text{H}_2\text{Se} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,36
08	$\text{MnO}_4^- + \bar{e} = \text{MnO}_4^{2-}$	+0,56
	$\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\bar{e} = \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,45
	$\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$	- 0,12
09	$\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 8\bar{e} = \text{S}^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,15
	$\text{Cl}_2 + 2\bar{e} = 2\text{Cl}^-$	+1,36
	$\text{HIO} + \text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{I}^- + \text{H}_2\text{O}$	+0,99
10	$2\text{IO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O} + 10\bar{e} = \text{I}_2 + 12\text{OH}^-$	+0,21
	$\text{SeO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} = \text{SeO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	+0,05
	$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,60
11	$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + 2\bar{e} = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$	- 1,22
	$2\text{ClO}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} = \text{Cl}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,49
	$\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} = \text{O}_2 + 2\text{OH}^-$	+1,24
12	$2\text{HNO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\bar{e} = \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,44
	$\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	- 0,28
	$\text{H}_2\text{SO}_3 + 4\text{H}^+ + 4\bar{e} = \text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,45
13	$2\text{BrO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O} + 10\bar{e} = \text{Br}_{2(\text{ж.})} + 12\text{OH}^-$	+0,50
	$\text{AsO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} = \text{AsO}_2^- + 4\text{OH}^-$	- 0,71
	$2\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} + 4\bar{e} = \text{N}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,85

14	$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 8\bar{\text{e}} = \text{S}^{2-} + 8\text{OH}^-$	- 0,68
	$\text{IO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\bar{\text{e}} = \text{IO}^- + 4\text{OH}^-$	+0,56
	$\text{BrO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\bar{\text{e}} = \text{BrO}^- + 4\text{OH}^-$	+0,54
15	$\text{Sn}^{4+} + 2\bar{\text{e}} = \text{Sn}^{2+}$	+0,15
	$2\text{IO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\bar{\text{e}} = \text{I}_{2(\text{кп.})} + 6\text{H}_2\text{O}$	+1,20
	$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\bar{\text{e}} = \text{H}_2\text{O}_2$	+0,68
16	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\bar{\text{e}} = \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,46
	$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\bar{\text{e}} = \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	+0,17
	$2\text{HClO} + 2\text{H}^+ + 2\bar{\text{e}} = \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,63
17	$\text{AsO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{\text{e}} = \text{AsO}_2^- + 4\text{OH}^-$	- 0,71
	$\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{\text{e}} = \text{N}_2 + 2\text{OH}^-$	+0,94
	$\text{ClO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6\bar{\text{e}} = \text{Cl}^- + 6\text{OH}^-$	+0,63
18	$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\bar{\text{e}} = \text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$	- 0,13
	$\text{Pb}^{4+} + 2\bar{\text{e}} = \text{Pb}^{2+}$	+1,69
	$\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{\text{e}} = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,60
19	$2\text{HNO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\bar{\text{e}} = \text{N}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,30
	$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\bar{\text{e}} = \text{H}_2\text{O}_2$	+0,68
	$2\text{HBrO} + 2\text{H}^+ + 2\bar{\text{e}} = \text{Br}_{2(\text{ж.})} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,60
20	$2\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} + 4\bar{\text{e}} = \text{N}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,85
	$\text{IO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6\bar{\text{e}} = \text{I}^- + 6\text{OH}^-$	+0,26
	$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{\text{e}} = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,60

21	$\text{ClO}_4^- + 8\text{H}^+ + 8\bar{e} = \text{Cl}^- + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,38
	$\text{TeO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{TeO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	+0,90
	$\text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 6\bar{e} = \text{S}^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,23
22	$\text{I}_{2(\text{кр.})} + 2\bar{e} = 2\text{I}^-$	+0,54
	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\bar{e} = 2\text{H}_2\text{O}$	+1,23
	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\bar{e} = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	+1,33
23	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,51
	$\text{Fe}^{3+} + \bar{e} = \text{Fe}^{2+}$	+0,77
	$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{H}_2\text{O}_2$	+0,68
24	$\text{H}_3\text{BO}_3 + 3\text{H}^+ + 3\bar{e} = \text{B} + 3\text{H}_2\text{O}$	- 0,87
	$\text{NO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	+1,03
	$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	+0,17

14.* ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ

14.1. Используя значения стандартных электродных потенциалов, определите возможность протекания реакции между металлом и водным раствором электролита. Закончите уравнения возможных реакций и расставьте коэффициенты в них с помощью метода электронных уравнений.

01	$\text{Fe} + \text{HCl}_{(\text{разб.})}$;	$\text{Au} + \text{AgNO}_3$;
02	$\text{Ag} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$;	$\text{Be} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{разб.})}$;
03	$\text{Cu} + \text{HCl}_{(\text{разб.})}$;	$\text{Mn} + \text{FeSO}_4$;

* Необходимые для выполнения заданий стандартные электродные потенциалы (E°) приведены в Приложении 2.

04	$\text{Zn} + \text{MgSO}_4$;	$\text{Fe} + \text{HNO}_3$ (разб.);
05	$\text{Mg} + \text{NiCl}_2$;	$\text{Bi} + \text{HCl}$ (конц.);
06	$\text{Ni} + \text{NaCl}$;	$\text{Co} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.);
07	$\text{Pb} + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2$;	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (разб.);
08	$\text{Mg} + \text{CuSO}_4$;	$\text{Hg} + \text{HCl}$ (конц.);
09	$\text{Cu} + \text{AgNO}_3$;	$\text{Ni} + \text{HCl}$ (разб.);
10	$\text{Zn} + \text{FeSO}_4$;	$\text{Ag} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (разб.);
11	$\text{Ag} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2$;	$\text{Cu} + \text{HNO}_3$ (разб.);
12	$\text{Ni} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (разб.);	$\text{Bi} + \text{FeCl}_3$;
13	$\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (разб.);	$\text{Zn} + \text{NiSO}_4$;
14	$\text{Al} + \text{MgCl}_2$;	$\text{Mg} + \text{HCl}$ (конц.);
15	$\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (разб.);	$\text{Sn} + \text{CoCl}_2$;
16	$\text{Zn} + \text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$;	$\text{Sn} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (разб.);
17	$\text{Fe} + \text{ZnCl}_2$;	$\text{Hg} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.);
18	$\text{Zn} + \text{CuSO}_4$;	$\text{Ag} + \text{HCl}$ (разб.);
19	$\text{Pt} + \text{HCl}$ (разб.);	$\text{Cd} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$;
20	$\text{Cr} + \text{AgNO}_3$;	$\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (разб.);
21	$\text{Ag} + \text{Cr}(\text{NO}_3)_3$;	$\text{Cr} + \text{HCl}$ (разб.);
22	$\text{Al} + \text{NiSO}_4$;	$\text{Au} + \text{HNO}_3$ (конц.);
23	$\text{Co} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (разб.);	$\text{Hg} + \text{SnSO}_4$;
24	$\text{Cu} + \text{AuCl}_3$;	$\text{Pt} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.).

14.2. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых указанный металл является катодом, а в другом – анодом. Укажите для каждого элемента электродные процессы и рассчитайте ЭДС в стандартных условиях.

<i>01</i>	Цинк	<i>13</i>	Палладий
<i>02</i>	Никель	<i>14</i>	Магний
<i>03</i>	Медь	<i>15</i>	Висмут
<i>04</i>	Железо	<i>16</i>	Бериллий
<i>05</i>	Олово	<i>17</i>	Титан
<i>06</i>	Свинец	<i>18</i>	Молибден
<i>07</i>	Кобальт	<i>19</i>	Технеций
<i>08</i>	Алюминий	<i>20</i>	Галлий
<i>09</i>	Серебро	<i>21</i>	Ванадий
<i>10</i>	Скандий	<i>22</i>	Таллий
<i>11</i>	Хром	<i>23</i>	Кадмий
<i>12</i>	Марганец	<i>24</i>	Индий

14.3. Составьте схему гальванического элемента из пластин металлов M_1 и M_2 , опущенных в водные растворы солей с одноименными ионами M_1^{n+} и M_2^{n+} .

Вычислите ЭДС этого элемента при 298 К, если

а) $c(M_1^{n+}) = c(M_2^{n+}) = 1$ моль/дм³;

б) $c(M_1^{n+}) = 0,01$ моль/дм³; $c(M_2^{n+}) = 0,001$ моль/дм³.

	M_1 :	M_2 :
<i>01</i>	кобальт;	серебро;
<i>02</i>	олово;	палладий;
<i>03</i>	медь;	свинец;
<i>04</i>	железо;	алюминий;
<i>05</i>	никель;	олово;
<i>06</i>	хром;	кадмий;

07	магний;	цинк;
08	цинк;	кобальт;
09	свинец;	никель;
10	алюминий;	цинк;
11	олово;	хром;
12	висмут;	серебро;
13	железо;	магний;
14	серебро;	свинец;
15	цинк;	марганец;
16	медь;	никель;
17	платина;	медь;
18	кобальт;	свинец;
19	никель;	алюминий;
20	марганец;	хром;
21	олово;	медь;
22	медь;	серебро;
23	алюминий;	висмут;
24	кобальт;	магний.

15.* ЭЛЕКТРОЛИЗ

15.1. Напишите уравнения катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе водных растворов указанных веществ на графитовых электродах.

* Необходимые для выполнения заданий стандартные электродные потенциалы (E^0) приведены в Приложении 2.

01	Бромид натрия	25	Перманганат калия
02	Хлорид меди(II)	26	Нитрат олова(II)
03	Нитрат свинца(II)	27	Хлорид хрома(III)
04	Хлорид бария	28	Нитрат бериллия
05	Нитрат кальция	29	Иодид калия
06	Сульфат хрома(III)	30	Нитрат платины(II)
07	Бромид магния	31	Ортофосфат натрия
08	Сульфат калия	32	Бромид марганца(II)
09	Нитрат магния	33	Иодид кобальта(II)
10	Нитрат цинка	34	Иодид кальция
11	Нитрат серебра(I)	35	Сульфат лития
12	Хлорид натрия	36	Нитрат марганца(II)
13	Гидроксид натрия	37	Сульфат никеля(II)
14	Хлорид цинка	38	Ортофосфат калия
15	Сульфид калия	39	Перхлорат натрия
16	Гидроксид калия	40	Сульфат железа(III)
17	Сульфат меди(II)	41	Бромид калия
18	Хлорид ртути(II)	42	Сульфат бериллия
19	Сульфат никеля(II)	43	Хлорид золота(III)
20	Иодид натрия	44	Нитрат меди(II)
21	Хлорид железа(III)	45	Карбонат калия
22	Сульфат алюминия	46	Бромид лития
23	Нитрат свинца(II)	47	Дихромат калия
24	Иодид цинка	48	Хлорид никеля(II)

15.2. Напишите уравнения электродных процессов, протекающих при электролизе водных растворов солей с указанным анодом:

01	сульфат меди(II)	(анод медный);
02	хлорид цинка	(анод цинковый);
03	сульфат алюминия	(анод алюминиевый);
04	нитрат серебра(I)	(анод серебряный);
05	сульфат никеля(II)	(анод никелевый);
06	хлорид железа(III)	(анод железный);
07	нитрат свинца(II)	(анод свинцовый);
08	хлорид хрома(III)	(анод хромовый);
09	нитрат олова(II)	(анод оловянный);
10	хлорид кадмия(II)	(анод кадмиевый);
11	иодид цинка	(анод цинковый);
12	ацетат свинца(II)	(анод свинцовый);
13	бромид алюминия	(анод алюминиевый);
14	нитрат марганца(II)	(анод марганцевый);
15	нитрат кобальта(II)	(анод кобальтовый);
16	сульфат хрома(III)	(анод хромовый);
17	хлорид олова(II)	(анод оловянный);
18	иодид кобальта(II)	(анод кобальтовый);
19	сульфат цинка	(анод цинковый);
20	хлорид золота(III)	(анод золотой);
21	хлорид меди(II)	(анод медный);
22	нитрат никеля(II)	(анод никелевый);
23	сульфат железа(III)	(анод железный);
24	хлорид платины(IV)	(анод платиновый).

15.3. Укажите последовательность восстановления ионов металлов при электролизе водного раствора их солей на графитовых электродах при стандартных условиях.

<i>01</i>	$\text{Fe}^{2+}, \text{Ag}^+, \text{Bi}^{3+}, \text{Pb}^{2+};$	<i>13</i>	$\text{Hg}^{2+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Ag}^+;$
<i>02</i>	$\text{Au}^{3+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Sb}^{3+}, \text{Pd}^{2+};$	<i>14</i>	$\text{Sn}^{2+}, \text{Au}^{3+}, \text{Bi}^{3+}, \text{Fe}^{2+};$
<i>03</i>	$\text{Pb}^{2+}, \text{Sn}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Ni}^{2+};$	<i>15</i>	$\text{Co}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Pt}^{2+};$
<i>04</i>	$\text{Cu}^{2+}, \text{Pt}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Cr}^{3+};$	<i>16</i>	$\text{Pd}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Au}^{3+}, \text{Cu}^{2+};$
<i>05</i>	$\text{Zn}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Pt}^{2+}, \text{Bi}^{3+};$	<i>17</i>	$\text{Cu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Bi}^{3+}, \text{Ag}^+;$
<i>06</i>	$\text{Fe}^{2+}, \text{Au}^{3+}, \text{Ag}^+, \text{Cd}^{2+};$	<i>18</i>	$\text{Ni}^{2+}, \text{Pd}^{2+}, \text{Sb}^{3+}, \text{Cr}^{3+};$
<i>07</i>	$\text{Co}^{2+}, \text{Ag}^+, \text{Cu}^{2+}, \text{Mn}^{2+};$	<i>19</i>	$\text{Zn}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Ag}^+, \text{Cu}^{2+};$
<i>08</i>	$\text{Ni}^{2+}, \text{Pt}^{2+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Pb}^{2+};$	<i>20</i>	$\text{Sb}^{3+}, \text{Pb}^{2+}, \text{Sn}^{2+}, \text{Pt}^{2+};$
<i>09</i>	$\text{Sn}^{2+}, \text{Bi}^{3+}, \text{Au}^{3+}, \text{Pd}^{2+};$	<i>21</i>	$\text{Sn}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Ag}^+;$
<i>10</i>	$\text{Pb}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Cr}^{3+};$	<i>22</i>	$\text{Fe}^{2+}, \text{Pb}^{2+}, \text{Pt}^{2+}, \text{Ni}^{2+};$
<i>11</i>	$\text{Zn}^{2+}, \text{Ag}^+, \text{Fe}^{2+}, \text{Au}^{3+};$	<i>23</i>	$\text{Zn}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Au}^{3+}, \text{Mn}^{2+};$
<i>12</i>	$\text{Cd}^{2+}, \text{Pb}^{2+}, \text{Bi}^{3+}, \text{Ag}^+;$	<i>24</i>	$\text{Mn}^{2+}, \text{Bi}^{3+}, \text{Sn}^{2+}, \text{Sb}^{3+}.$

15.4. Определите массу и объем газообразных продуктов (н.у.), выделяющихся при электролизе водных растворов веществ, указанных в задании 15.1, если через раствор в течение 1 часа проходит электрический ток силой 5А.

16. КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

16.1. Рассмотрите электрохимическую коррозию при контакте приведенных металлов во влажном воздухе и в водных растворах кислот. Ответ мотивируйте, используя Приложение 2 или справочники.

01	<u>Fe</u> /Cu	07	Cr/ <u>Sn</u>
02	Cu/ <u>Ag</u>	08	<u>Ni</u> /Cu
03	Pb/ <u>Zn</u>	09	Co/ <u>Zn</u>
04	<u>Cr</u> /Cu	10	<u>Cd</u> /Hg
05	Fe/ <u>Mn</u>	11	<u>Mg</u> /Cr
06	Fe/ <u>Zn</u>	12	<u>Zn</u> /Cu
13	<u>Mn</u> /Pt	19	<u>Fe</u> /Mo
14	Fe/ <u>Cr</u>	20	<u>Zn</u> /Bi
15	<u>Be</u> /Cu	21	Cu/ <u>Pb</u>
16	<u>Sn</u> /Hg	22	W/ <u>Fe</u>
17	<u>Be</u> /Sn	23	Pt/ <u>Zn</u>
18	<u>Ni</u> /Pt	24	<u>Mg</u> /Fe

16.2. Приведете не менее трех способов защиты от коррозии подчеркнутого металла в указанных условиях (16.1). Ответ обоснуйте.

17. ВОДОПОДГОТОВКА

17.1. Рассчитайте временную, постоянную и общую жесткость воды, содержащей в объеме V указанные примеси.

Определите пригодность этой воды для технологических процессов пищевой промышленности и предложите методы ее умягчения. Ответ мотивируйте уравнениями реакций.

	$V(\text{H}_2\text{O})$	Примеси:	
01	5 м ³	2 кг CaCl ₂ ;	50 г Mg(HCO ₃) ₂
02	2,5 м ³	0,9 кг CaSO ₄ ;	200 г Ca(HCO ₃) ₂
03	3 м ³	1,1 кг MgCl ₂ ;	0,2 кг Mg(HCO ₃) ₂
04	100 дм ³	20 г MgCl ₂ ;	10 г Ca(HCO ₃) ₂
05	0,4 м ³	0,1 кг CaSO ₄ ;	0,1 кг MgCl ₂
06	30 м ³	3,0 кг CaSO ₄ ;	1,2 кг Mg(HCO ₃) ₂
07	10 м ³	0,7 кг MgSO ₄ ;	1,5 кг Ca(HCO ₃) ₂
08	50 м ³	6 кг CaSO ₄ ;	10 кг MgSO ₄
09	100 дм ³	20 г MgCl ₂ ;	42 г Mg(HCO ₃) ₂
10	10 м ³	1,7 кг CaSO ₄ ;	1,6 кг Ca(HCO ₃) ₂
11	100 м ³	13,6 кг CaSO ₄ ;	24 кг MgSO ₄
12	0,5 м ³	0,13 кг MgCl ₂ ;	0,2 кг Mg(HCO ₃) ₂
13	500 дм ³	170 г CaSO ₄ ;	0,3 кг Mg(HCO ₃) ₂
14	1 м ³	0,27 кг CaSO ₄ ;	0,5 кг Mg(HCO ₃) ₂
15	200 дм ³	90 г CaCl ₂ ;	50 г Mg(HCO ₃) ₂
16	20 м ³	3,4 кг CaSO ₄ ;	2,2 кг MgCl ₂
17	1,5 м ³	0,6 кг MgCl ₂ ;	0,4 кг Ca(HCO ₃) ₂
18	1 м ³	0,25 кг MgSO ₄ ;	0,3 кг Mg(HCO ₃) ₂
19	100 дм ³	12 г Ca(HCO ₃) ₂ ;	30 г MgSO ₄

20	5 м ³	1,3 кг CaSO ₄ ;	2,4 кг Ca(HCO ₃) ₂
21	100 м ³	30,1 кг CaSO ₄ ;	15,2 кг Mg(HCO ₃) ₂
22	1,2 м ³	0,16 кг Ca(HCO ₃) ₂ ;	300 г MgCl ₂
23	100 дм ³	65 г CaCl ₂ ;	12 г Mg(HCO ₃) ₂
24	20 м ³	3,5 кг CaSO ₄ ;	3,3 кг Mg(HCO ₃) ₂

18. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ

18.1. Изучите литературу и напишите реферат на тему, указанную преподавателем.

- 01** Естественные и искусственные причины загрязнения окружающей среды.
- 02** Естественные и искусственные причины загрязнения окружающей среды города Кемерово.
- 03** Естественные и искусственные причины загрязнения окружающей среды промышленных городов Кузбасса.
- 04** Изменение состава атмосферы, гидросферы и верхних слоев литосферы в результате развития химической промышленности.
- 05** Изменение состава атмосферы, гидросферы и верхних слоев литосферы в результате интенсификации сельского хозяйства.
- 06** Угроза экологической катастрофы в мире как результат антропогенной деятельности человека.
- 07** Вода как один из природных ресурсов. Состав сточных вод на:
 - а) предприятиях молочной промышленности;
 - б) предприятиях масло-жировой промышленности;

- в) предприятиях мясной промышленности;
- г) хлебопекарном, макаронном и кондитерском производствах;
- д) заводах пивоварения, дрожжевых;
- е) заводах по производству безалкогольных напитков;
- ж) заводов по производству пищевых концентратов.

08 Методы очистки сточных вод промышленных предприятий.

09 Методы очистки сточных вод на

- а) предприятиях молочной промышленности;
- б) предприятиях масло-жировой промышленности;
- в) предприятиях мясной промышленности;
- г) хлебопекарном, макаронном и кондитерском производствах;
- д) заводах пивоварения, дрожжевых;
- е) заводах по производству безалкогольных напитков;
- ж) заводов по производству пищевых концентратов.

10 Химические элементы, их соединения и проблема безопасности пищи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юстратов В.П. Основы химии / В.П. Юстратов, Л.Н. Мартыновская. – Кемерово, 2011.
2. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия / Н.С. Ахметов. – М., 2009.
3. Гольбрайх З.Е. Сборник задач и упражнений по химии / З.Е. Гольбрайх, Е.И. Маслов. – СПб., 2007.
4. Сенова Р.Н. Основные понятия и законы химии. Классы неорганических соединений / Р.Н. Сенова, Л.Я.Пыжова. – Кемерово, 2009.
5. Краткий справочник физико-химических величин / под. ред. А.А. Равдель, А.М. Пономаревой. – СПб., 2002.

Приложение 1

Общие константы нестойкости
некоторых комплексных ионов в водных растворах
при 298 К

№	Комплексный ион	$K_{\text{нест}}$	№	Комплексный ион	$K_{\text{нест}}$
01	$[\text{AgBr}_2]^-$	$7,8 \cdot 10^{-8}$	18	$[\text{CdCl}_6]^{4-}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$
02	$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$	$8,0 \cdot 10^{-22}$	19	$[\text{Cd I}_4]^{2-}$	$8,0 \cdot 10^{-7}$
03	$[\text{AgCl}_2]^-$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	20	$[\text{Cd I}_6]^{4-}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$
04	$[\text{Ag I}_2]^-$	$1,8 \cdot 10^{-12}$	21	$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$7,6 \cdot 10^{-8}$
05	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	$9,3 \cdot 10^{-8}$	22	$[\text{Cd}(\text{OH})_4]^{2-}$	$3,8 \cdot 10^{-9}$
06	$[\text{Ag}(\text{OH})_2]^-$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	23	$[\text{Co}(\text{CN})_6]^{4-}$	$1,0 \cdot 10^{-19}$
07	$[\text{AlF}_6]^{3-}$	$1,4 \cdot 10^{-20}$	24	$[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$	$1,0 \cdot 10^{-64}$
08	$[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$	$1,0 \cdot 10^{-33}$	25	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$	$8,5 \cdot 10^{-6}$
09	$[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$	$5,0 \cdot 10^{-39}$	26	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$	$3,1 \cdot 10^{-33}$
10	$[\text{AuCl}_4]^-$	$5,0 \cdot 10^{-22}$	27	$[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$	$1,0 \cdot 10^{-30}$
11	$[\text{BiBr}_6]^{3-}$	$3,0 \cdot 10^{-10}$	28	$[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$	$3,9 \cdot 10^{-15}$
12	$[\text{BiCl}_6]^{3-}$	$3,8 \cdot 10^{-7}$	29	$[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$	$5,0 \cdot 10^{-31}$
13	$[\text{Bi I}_6]^{3-}$	$3,1 \cdot 10^{-12}$	30	$[\text{Cu I}_2]^-$	$1,8 \cdot 10^{-9}$
14	$[\text{BeF}_4]^{2-}$	$4,1 \cdot 10^{-14}$	31	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$2,1 \cdot 10^{-13}$
15	$[\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$	$1,0 \cdot 10^{-15}$	32	$[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$	$7,6 \cdot 10^{-7}$
16	$[\text{CdBr}_4]^{2-}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	33	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	$1,0 \cdot 10^{-24}$
17	$[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$	$1,4 \cdot 10^{-19}$	34	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	$1,0 \cdot 10^{-31}$

35	$[\text{FeF}_6]^{3-}$	$7,9 \cdot 10^{-17}$	47	$[\text{PbBr}_4]^{2-}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$
36	$[\text{Ga}(\text{OH})_6]^{3-}$	$5,0 \cdot 10^{-41}$	48	$[\text{PbI}_4]^{2-}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$
37	$[\text{HgCl}_4]^{2-}$	$8,7 \cdot 10^{-16}$	49	$[\text{PbCl}_6]^{4+}$	$5,0 \cdot 10^{-12}$
38	$[\text{HgBr}_4]^{2-}$	$2,0 \cdot 10^{-22}$	50	$[\text{SnCl}_6]^{2-}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$
39	$[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}$	$4,0 \cdot 10^{-42}$	51	$[\text{SnF}_6]^{2-}$	$1,0 \cdot 10^{-25}$
40	$[\text{HgI}_4]^{2-}$	$1,5 \cdot 10^{-30}$	52	$[\text{Sn}(\text{OH})_6]^{2-}$	$1,0 \cdot 10^{-63}$
41	$[\text{Hg}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$5,0 \cdot 10^{-20}$	53	$[\text{TlBr}_4]^-$	$1,3 \cdot 10^{-24}$
42	$[\text{InF}_4]^-$	$2,0 \cdot 10^{-10}$	54	$[\text{TlBr}_6]^{3-}$	$6,3 \cdot 10^{-27}$
43	$[\text{In}(\text{OH})_4]^-$	$6,7 \cdot 10^{-36}$	55	$[\text{TlI}_4]^-$	$1,5 \cdot 10^{-32}$
44	$[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$	$1,8 \cdot 10^{-14}$	56	$[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$	$1,3 \cdot 10^{-17}$
45	$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$1,1 \cdot 10^{-8}$	57	$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$3,5 \cdot 10^{-10}$
46	$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$	$1,9 \cdot 10^{-9}$	58	$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$	$3,6 \cdot 10^{-16}$

Приложение 2

Стандартные электродные потенциалы
некоторых окислительно-восстановительных систем
в водной среде при 298 К

Электродный процесс	$E^\circ, \text{В}$	Электродный процесс	$E^\circ, \text{В}$
$\text{Li}^+ + \bar{e} = \text{Li}$	-3,045	$\text{V}^{2+} + 2\bar{e} = \text{V}$	-1,175
$\text{Rb}^+ + \bar{e} = \text{Rb}$	-2,925	$\text{Nb}^{3+} + 3\bar{e} = \text{Nb}$	-1,100
$\text{K}^+ + \bar{e} = \text{K}$	-2,924	$2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ <small>(щелочная среда)</small>	-0,828
$\text{Cs}^+ + \bar{e} = \text{Cs}$	-2,923	$\text{Zn}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Zn}$	-0,763
$\text{Ba}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Ba}$	-2,905	$\text{Cr}^{3+} + 3\bar{e} = \text{Cr}$	-0,744
$\text{Sr}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Sr}$	-2,888	$\text{Ga}^{3+} + 3\bar{e} = \text{Ga}$	-0,53
$\text{Ca}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Ca}$	-2,866	$\text{S} + 2\bar{e} = \text{S}^{2-}$	-0,48
$\text{Na}^+ + \bar{e} = \text{Na}$	-2,714	$\text{Fe}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Fe}$	-0,447
$\text{Ac}^{3+} + 3\bar{e} = \text{Ac}$	-2,6	$2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ <small>(нейтральная среда)</small>	-0,411
$\text{La}^{3+} + 3\bar{e} = \text{La}$	-2,522	$\text{Cd}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Cd}$	-0,403
$\text{Y}^{3+} + 3\bar{e} = \text{Y}$	-2,372	$\text{In}^{3+} + 3\bar{e} = \text{In}$	-0,343
$\text{Mg}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Mg}$	-2,363	$\text{Tl}^+ + \bar{e} = \text{Tl}$	-0,336
$\text{Sc}^{3+} + 3\bar{e} = \text{Sc}$	-2,077	$\text{Co}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Co}$	-0,277
$\text{Be}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Be}$	-1,847	$\text{Ni}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Ni}$	-0,250
$\text{Al}^{3+} + 3\bar{e} = \text{Al}$	-1,663	$\text{Mo}^{3+} + 3\bar{e} = \text{Mo}$	-0,200
$\text{Ti}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Ti}$	-1,603	$\text{Sn}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Sn}$	-0,136
$\text{Zr}^{4+} + 4\bar{e} = \text{Zr}$	-1,539	$\text{Pb}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Pb}$	-0,126
$\text{Mn}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Mn}$	-1,179	$\text{W}^{3+} + 3\bar{e} = \text{W}$	-0,05

$\text{Fe}^{3+} + 3\bar{\text{e}} = \text{Fe}$	-0,036	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \bar{\text{e}} = \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	0,80
$2\text{H}^+ + 2\bar{\text{e}} = \text{H}_2$	0,00	$\text{Hg}^{2+} + 2\bar{\text{e}} = \text{Hg}$	0,854
$\text{Ge}^{2+} + 2\bar{\text{e}} = \text{Ge}$	0,05	$\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ + 8\bar{\text{e}} = \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$	0,87
$\text{Sb}^{3+} + 3\bar{\text{e}} = \text{Sb}$	0,15	$\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2\bar{\text{e}} = \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	0,94
$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\bar{\text{e}} = \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	0,17	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\bar{\text{e}} = \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,957
$\text{Bi}^{3+} + 3\bar{\text{e}} = \text{Bi}$	0,215	$\text{Pd}^{2+} + 2\bar{\text{e}} = \text{Pd}$	0,987
$\text{Re}^{3+} + 3\bar{\text{e}} = \text{Re}$	0,30	$\text{Br}_2 + 2\bar{\text{e}} = 2\text{Br}^-$	1,065
$\text{SO}_4^{2-} + 10\text{H}^+ + 8\bar{\text{e}} = \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$	0,311	$2\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ + 8\bar{\text{e}} = \text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$	1,116
$\text{Cu}^{2+} + 2\bar{\text{e}} = \text{Cu}$	0,337	$\text{Ir}^{3+} + 3\bar{\text{e}} = \text{Ir}$	1,15
$\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6\bar{\text{e}} = \text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$	0,357	$\text{Pt}^{2+} + 2\bar{\text{e}} = \text{Pt}$	1,188
$\text{Tc}^{2+} + 2\bar{\text{e}} = \text{Tc}$	0,40	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\bar{\text{e}} = 2\text{H}_2\text{O}$	1,229
$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\bar{\text{e}} = 4\text{OH}^-$	0,401	$2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\bar{\text{e}} = \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	1,246
$\text{Ru}^{2+} + 2\bar{\text{e}} = \text{Ru}$	0,45	$\text{Cl}_2 + 2\bar{\text{e}} = 2\text{Cl}^-$	1,359
$\text{I}_2 + 2\bar{\text{e}} = 2\text{I}^-$	0,536	$\text{Au}^{3+} + 3\bar{\text{e}} = \text{Au}$	1,498
$\text{Rh}^{2+} + 2\bar{\text{e}} = \text{Rh}$	0,60	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\bar{\text{e}} = 2\text{SO}_4^{2-}$	2,010
$\text{Ag}^+ + \bar{\text{e}} = \text{Ag}$	0,799	$\text{F}_2 + 2\bar{\text{e}} = 2\text{F}^-$	2,87

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Классы неорганических соединений	4
2. Основные понятия и законы химии	8
3. Строение атома. Периодический закон. Химическая связь	11
4. Энергетика химических процессов	15
5. Скорость химических реакций. Химическое равновесие	18
6. Количественный состав растворов	21
7. Свойства растворов неэлектролитов	27
8. Свойства растворов электролитов	31
9. Произведение растворимости	36
10. Ионное произведение воды. Водородный показатель (рН)	40
11. Гидролиз солей	43
12. Комплексные соединения	46
13. Окислительно-восстановительные реакции	50
14. Гальванический элемент	65
15. Электролиз	68
16. Коррозия металлов	71
17. Водоподготовка	72
18. Неорганическая химия и экология	74
Список литературы	76
Приложение 1	77
Приложение 2	79