

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»**

**ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГИИ И ТОВАРОВЕДЕНИЯ**

**Кафедра химии**

**«НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ С ЭЛЕМЕНТАМИ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ  
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ / РАЗДЕЛУ ХИМИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**для обучающихся заочной формы обучения**

Ф.И.О. студента \_\_\_\_\_

Факультет, курс \_\_\_\_\_ (полный / сокращенный)

\_\_\_\_\_  
(название специальности или направления подготовки)

\_\_\_\_\_  
(шифр для выбора варианта заданий)

\_\_\_\_\_  
(номера заданий, соответствующие шифру)

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

**Рабочая тетрадь для самостоятельной работы по дисциплине** для обучающихся заочной формы обучения биологических специальностей и направлений подготовки на факультетах:

- ФВМТЖ: 36.05.01 Ветеринария, 36.03.02 Зоотехния, 36.03.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза;
- ФААЭ: 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 Агротехнология, 35.03.05 Садоводство;
- ФТТ: 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, 38.03.07 Товароведение, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья.

### **Правила заполнения рабочей тетради**

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

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

Вариант выполняемых заданий определяется по последним двум цифрам номера зачетной книжки (шифр) с помощью таблицы на странице 37. Например, шифру № 15 соответствует вариант № 15, задания: 6, 17, 28, 39, 50, 51, 62, 73.

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

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

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

**e-mail:** [chem-vsau@mail.ru](mailto:chem-vsau@mail.ru)

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





Сделайте расчеты и заполните для своего задания таблицу 1.

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

*Ответ:*

1) Молярная масса:

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 1

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

Вычисления:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## **2 Номенклатура и химические свойства неорганических соединений**

### **Контрольные задания № 11-20**

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

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

**Пример.** Исходные вещества: BeO и Mg(OH)<sub>2</sub>. Составить уравнения возможных реакций.

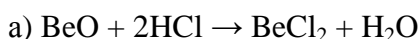
*Ответ:*

BeO – оксид бериллия, амфотерный оксид;

Mg(OH)<sub>2</sub> – гидроксид магния, труднорастворимое основание.

1) С водой амфотерные оксиды и основания не взаимодействуют.

2) С кислотой:



HCl хлороводородная (соляная) кислота, BeCl<sub>2</sub> хлорид бериллия, H<sub>2</sub>O вода;

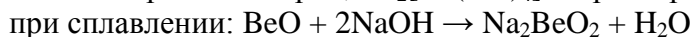


MgCl<sub>2</sub> хлорид магния.

3) Со щелочью:



NaOH гидроксид натрия, Na<sub>2</sub>[Be(OH)<sub>4</sub>] тетрагидроксобериллат натрия;



Na<sub>2</sub>BeO<sub>2</sub> бериллат натрия;

б) основания со щелочами не взаимодействуют.

4) С солью:

а) для оксидов реакции с солями не характерны;

б) для труднорастворимых оснований реакции с солями не характерны.

5) С основным оксидом:



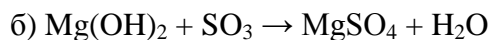
CaO оксид кальция, CaBeO<sub>2</sub> бериллат кальция;

б) основания с основными оксидами не взаимодействуют.

б) С кислотным оксидом:



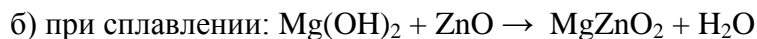
$SO_3$  оксид серы (VI),  $BeSO_4$  сульфат бериллия;



$MgSO_4$  сульфат магния.

7) С амфотерным оксидом:

а) амфотерные оксиды с амфотерными оксидами не взаимодействуют;



$ZnO$  оксид цинка,  $MgZnO_2$  цинкат магния.

Таблица 2

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

Уравнения возможных реакций:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





# 3 Растворы

## Контрольные задания № 21-30

Приведите определение понятия «раствор» и способов выражения состава растворов: массовая доля, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента<sup>2)</sup>.

Lined area for writing the answer.

---

<sup>2)</sup> Устаревшее название «нормальная концентрация»

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

**Пример.** Дано: 100 мл 3 %-ного раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , плотностью 1,026 г/мл.  
Произвести расчеты и заполнить пропуски в таблице.

*Ответ:* Вычислим:

1) массу раствора:

$$m_{\text{р-ра}} = \rho \cdot V = 1,026 \text{ г/мл} \cdot 100 \text{ мл} = 102,6 \text{ г.}$$

2) массу растворенного вещества:

$$m_{\text{в}} = \frac{\omega_{\text{в}} \cdot m_{\text{р-ра}}}{100 \%} = \frac{3 \% \cdot 102,6 \text{ г}}{100 \%} = 3,078 \text{ г}$$

3) молярную концентрацию:

$$c_{\text{м}} = \frac{m_{\text{в}}}{M \cdot V} = \frac{3,078 \text{ г}}{142 \text{ г/моль} \cdot 0,1 \text{ л}} = 0,22 \text{ моль/л}$$

4) молярную концентрацию эквивалента:

$$c_{\text{н}} = \frac{m_{\text{в}}}{M_{\text{Э}} \cdot V}$$

где  $M_{\text{Э}}$  – молярная масса эквивалента вещества, г/моль;

$$M_{\text{Э}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{2} = \frac{142 \text{ г/моль}}{2} = 71 \text{ г/моль,}$$

$$c_{\text{н}} = \frac{3,078 \text{ г}}{71 \text{ г/моль} \cdot 0,1 \text{ л}} = 0,44 \text{ моль/л}$$

Таблица 3

№ задачи	Растворенное вещество	Масса растворенного вещества ( $m_{\text{в}}$ ), г	Масса раствора ( $m_{\text{р-ра}}$ ), г	Объем раствора ( $V$ ), л	Плотность раствора ( $\rho$ ), г/мл	Массовая доля ( $\omega$ ), %	Молярная концентрация ( $c_{\text{м}}$ ), моль/л	Молярная концентрация эквивалента ( $c_{\text{н}}$ ), моль/л
21	$\text{NH}_4\text{NO}_3$			1,0	1,023	6		
22	$\text{K}_2\text{CO}_3$			0,1	1,090			1,58
23	$\text{H}_2\text{SO}_4$			0,5	1,065			2,14
24	$\text{FeCl}_3$	85,36			1,067		0,52	
25	$\text{ZnSO}_4$			0,25	1,040			0,52
26	$\text{KOH}$		525		1050	5,66		
27	$\text{BaCl}_2$	41,6			1,034		0,2	
28	$\text{H}_3\text{PO}_4$		400		1,204	32		
29	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	20,0			1,080	10		
30	$\text{CH}_3\text{COOH}$			2,0	1,007		1	





Blank lined paper with horizontal ruling lines.

Для своего задания в соответствии с таблицей 4 составьте уравнения электролитической диссоциации кислоты и основания (назовите их), а также уравнения возможных реакций между ними, приводящих к образованию средних, кислых и основных солей (назовите их). Реакции запишите в молекулярной и ионно-молекулярной (полной и сокращенной) формах.

**Пример.** Исходные вещества:  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Составить уравнения возможных реакций с образованием средних, кислых и основных солей.

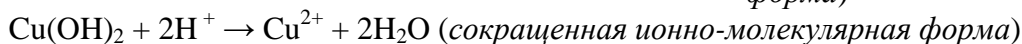
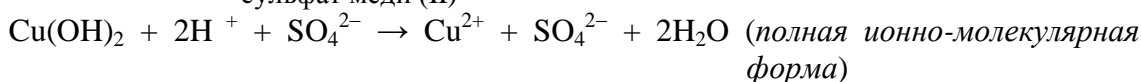
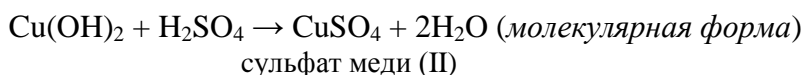
*Ответ:*

$\text{Cu}(\text{OH})_2$  – гидроксид меди (II), малорастворимое слабое *двухкислотное* основание,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – серная кислота, сильная *двухосновная* кислота.

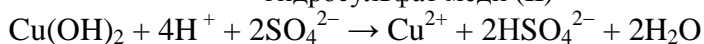
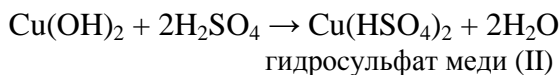
Следовательно, данная кислота и основание диссоциируют в две стадии (ступенчато), образуя по два вида основных и кислотных остатков:



1) Образование средней соли:



2) Образование кислой соли:



3) Образование основной соли:

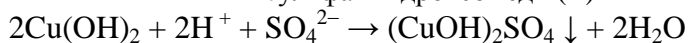
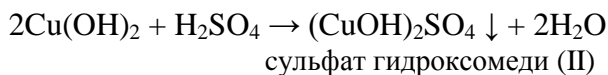


Таблица 4

№ задачи	Основание	Кислота
31	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$\text{H}_2\text{SO}_4$
32	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{HNO}_3$
33	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$\text{H}_2\text{CO}_3$
34	$\text{NaOH}$	$\text{H}_2\text{SO}_4$
35	$\text{LiOH}$	$\text{H}_3\text{PO}_4$
36	$\text{Co}(\text{OH})_2$	$\text{HI}$
37	$\text{NH}_4\text{OH}$	$\text{H}_2\text{S}$
38	$\text{Sr}(\text{OH})_2$	$\text{HClO}_4$
39	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{HCl}$
40	$\text{KOH}$	$\text{H}_2\text{SiO}_3$





# 5 Ионное произведение воды. Водородный показатель

## Контрольные задания № 41-50

Дайте определение ионного произведения воды. Чему оно равно? Что такое pH и pOH, и какова связь между ними? Приведите шкалу pH. Какие значения pH характерны для кислой, нейтральной и щелочной среды водных растворов?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Для своего задания в соответствии с таблицей 5 вычислите pH раствора.

**Вычисление pH ведут по следующим формулам:**

1) Для сильной одноосновной кислоты:

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

2) Для сильного однокислотного основания:

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

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

3) Для слабой одноосновной кислоты:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_{\text{кисл.}} \cdot c_{\text{M}}}, \quad \text{где } K_{\text{кисл.}} \text{ – константа диссоциации слабой кислоты} \quad ^3).$$

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

4) Для слабого однокислотного основания:

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_{\text{осн.}} \cdot c_{\text{M}}}, \quad \text{где } K_{\text{осн.}} \text{ – константа диссоциации слабого основания} \quad ^4).$$

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

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

---

<sup>3)</sup> Значения констант диссоциации слабых электролитов приведены в таблице 2, см. раздел «Справочные данные».

Таблица 5

№ задачи	Кислота или основание	Молярная концентрация ( $C_M$ ), моль/л
41	NaOH	$5 \cdot 10^{-4}$
42	HCl	$3 \cdot 10^{-2}$
43	NH <sub>4</sub> OH	$8 \cdot 10^{-2}$
44	HNO <sub>3</sub>	$6 \cdot 10^{-3}$
45	KOH	$3 \cdot 10^{-3}$
46	HCN	$2 \cdot 10^{-4}$
47	HI	$7 \cdot 10^{-1}$
48	CH <sub>3</sub> COOH	$4 \cdot 10^{-2}$
49	CsOH	$5 \cdot 10^{-3}$
50	HBr	$8 \cdot 10^{-2}$

Вычисления:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 6 Гидролиз солей

### Контрольные задания № 51-60

В чем сущность реакций гидролиза? Какие соли подвергаются гидролизу, и какой характер среды формируется в их водных растворах? Что такое степень и константа гидролиза?

---

---

---

---

---

---

---

---

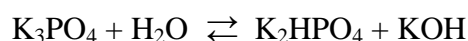
Lined writing area consisting of approximately 30 horizontal lines.

Для своего задания в соответствии с таблицей 6 составьте уравнения гидролиза солей в сокращенной, полной ионно-молекулярной и молекулярной формах. Укажите реакцию среды в растворе соли. Напишите выражение для константы гидролиза.

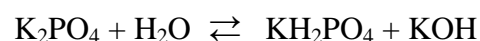
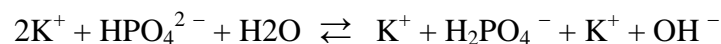
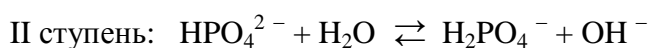
**Пример.** Составить уравнения гидролиза фосфата калия  $K_3PO_4$ .

*Ответ:*

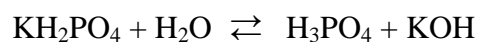
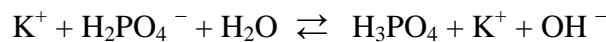
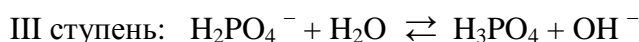
Соль образована сильным основанием (KOH) и слабой кислотой ( $H_3PO_4$ ), поэтому гидролиз идет по аниону. Поскольку анион имеет заряд (-3), то гидролиз протекает по трем ступеням (преимущественно по первой):



$$K_{r1} = \frac{[HPO_4^{2-}] \cdot [OH^-]}{[PO_4^{3-}]}$$



$$K_{r2} = \frac{[H_2PO_4^-] \cdot [OH^-]}{[HPO_4^{2-}]}$$



$$K_{r3} = \frac{[H_3PO_4] \cdot [OH^-]}{[H_2PO_4^-]}$$

где  $K_{r1}$ ,  $K_{r2}$ ,  $K_{r3}$  – константы гидролиза для I, II и III ступеней гидролиза соответственно.

Так как в результате гидролиза накапливаются гидроксид-ионы  $OH^-$ , реакция среды в растворе  $K_3PO_4$  щелочная.

Константа гидролиза соли данного типа может быть вычислена по формуле:

$$K_r = K_W / K_{\text{кисл.}}$$

где  $K_W$  – ионное произведение воды,  $K_{\text{кисл.}}$  – константа диссоциации кислоты по соответствующей ступени.

Таблица 6

№ задачи	Исходная соль	№ задачи	Исходная соль
51	$MnSO_4$	56	$K_2SiO_3$
52	$K_2CO_3$	57	$CuCl_2$
53	$ZnCl_2$	58	$(NH_4)_2SO_4$
54	KCN	59	$FeSO_4$
55	$Mg(NO_3)_2$	60	$Na_2S$





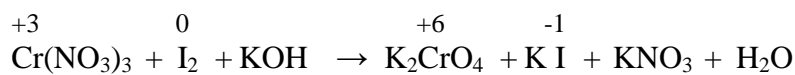
Для своего задания в соответствии с таблицей 7 подберите коэффициенты к окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса. Укажите процессы окисления и восстановления, окислитель и восстановитель.

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

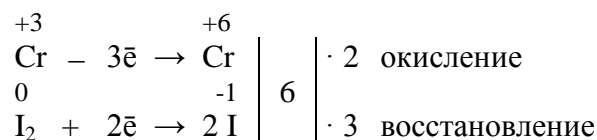


*Ответ:*

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



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



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



$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$  – восстановитель,  $\text{I}_2$  – окислитель.

Таблица 7

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

Выполнение задания:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## **8 Комплексные соединения**

### **Контрольные задания № 71-80**

Приведите определение комплексного соединения. В чем особенность строения комплексных (координационных) структур? Каково значение комплексных соединений для биологических систем?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



В соответствии с номером своего задания заполните таблицу 8. Для каждого комплексного соединения запишите уравнения диссоциации (две ступени) и составьте выражение для константы устойчивости комплексного иона.

Таблица 8

№ задания	Формула комплексного соединения	Название комплексного соединения	Ионы внешней сферы	Внутренняя сфера комплексного соединения	Комплексообразователь	Лиганд	Координационное число
71	$K_3[Fe(CN)_6]$		$Cl^-$		$Ag^+$	$H_2O$	2
72	$[Cr(H_2O)_6]Cl_3$		$K^+$		$Fe^{2+}$	$F^-$	6
73	$Na_3[PtCl_6]$		$SO_4^{2-}$	$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$			
74	$[Co(NH_3)_6]SO_4$		$Na^+$	$[Co(SCN)_4]^{2-}$			
75	$Na_4[FeF_6]$		$NO_3^-$		$Cu^{2+}$	$H_2O$	4
76	$[Ag(NH_3)_2]Cl$		$K^+$		$Co^{3+}$	$NO_2^-$	6
77	$K_2[Cu(NO_2)_4]$		$SO_4^{2-}$	$[Pt(NH_3)_4]^{2+}$			
78	$Fe_3[Fe(CN)_6]_2$		$Cl^-$	$[Cr(NH_3)_6]^{3+}$			
79	$K_2[HgI_4]$		$SO_4^{2-}$		$Ni^{2+}$	$NH_3$	6
80	$Fe_4[Fe(CN)_6]_3$		$Na^+$	$[SiF_6]^{2-}$			



## Варианты контрольных заданий

Шифр	Номера заданий							
<b>00</b>	1	11	21	31	41	51	61	71
<b>01</b>	2	12	22	32	42	52	62	72
<b>02</b>	3	13	23	33	43	53	63	73
<b>03</b>	4	14	24	34	44	54	64	74
<b>04</b>	5	15	25	35	45	55	65	75
<b>05</b>	6	16	26	36	46	56	66	76
<b>06</b>	7	17	27	37	47	57	67	77
<b>07</b>	8	18	28	38	48	58	68	78
<b>08</b>	9	19	29	39	49	59	69	79
<b>09</b>	10	20	30	40	50	60	70	80
<b>10</b>	1	12	23	34	45	56	67	78
<b>11</b>	2	13	24	35	46	57	68	79
<b>12</b>	3	14	25	36	47	58	69	80
<b>13</b>	4	15	26	37	48	59	70	71
<b>14</b>	5	16	27	38	49	60	61	72
<b>15</b>	6	17	28	39	50	51	62	73
<b>16</b>	7	18	29	40	41	52	63	74
<b>17</b>	8	19	30	31	42	53	64	75
<b>18</b>	9	20	21	32	43	54	65	76
<b>19</b>	10	11	22	33	44	55	66	77
<b>20</b>	1	13	25	35	46	57	68	79
<b>21</b>	2	14	26	36	47	58	69	80
<b>22</b>	3	15	27	37	48	59	70	71
<b>23</b>	4	16	28	38	49	60	67	72
<b>24</b>	5	17	29	39	50	56	66	73
<b>25</b>	6	18	30	40	49	55	65	74
<b>26</b>	7	19	24	31	48	54	64	75
<b>27</b>	8	20	23	32	47	53	63	76
<b>28</b>	9	11	22	33	46	52	62	77
<b>29</b>	10	12	21	34	45	51	61	78
<b>30</b>	1	14	27	36	45	53	67	71
<b>31</b>	2	15	28	37	46	51	63	74
<b>32</b>	3	16	29	38	47	55	64	72

Шифр	Номера заданий							
<b>33</b>	4	17	30	39	48	56	65	73
<b>34</b>	5	18	26	40	49	57	62	75
<b>35</b>	6	19	25	35	50	58	61	76
<b>36</b>	7	20	21	34	44	59	68	78
<b>37</b>	8	11	22	33	43	60	66	77
<b>38</b>	9	12	23	32	41	54	69	80
<b>39</b>	10	13	24	31	42	55	70	79
<b>40</b>	1	18	24	36	45	54	63	72
<b>41</b>	2	20	25	40	44	53	62	71
<b>42</b>	3	11	26	39	43	52	61	73
<b>43</b>	4	12	27	38	42	51	64	74
<b>44</b>	5	13	28	37	41	60	65	76
<b>45</b>	6	14	29	31	46	59	66	75
<b>46</b>	7	15	30	35	47	58	67	78
<b>47</b>	8	16	21	34	48	57	68	77
<b>48</b>	9	17	22	33	49	56	70	79
<b>49</b>	10	18	23	32	50	55	69	80
<b>50</b>	1	19	28	37	48	59	68	79
<b>51</b>	2	18	27	37	47	58	69	80
<b>52</b>	3	17	26	35	46	57	70	78
<b>53</b>	4	16	25	34	45	56	67	77
<b>54</b>	5	14	24	33	44	55	66	76
<b>55</b>	6	15	23	32	43	54	65	74
<b>56</b>	7	13	22	31	42	53	64	75
<b>57</b>	8	12	21	38	50	52	63	71
<b>58</b>	10	11	30	39	41	51	62	72
<b>59</b>	9	19	29	40	49	60	61	73
<b>60</b>	1	20	23	35	47	52	66	74
<b>61</b>	1	20	25	34	47	52	63	78
<b>62</b>	9	19	24	35	48	53	62	79
<b>63</b>	8	18	23	36	49	54	61	80
<b>64</b>	7	17	22	37	50	55	70	77
<b>65</b>	6	16	21	38	46	51	65	76
<b>66</b>	5	15	26	39	44	56	67	74
<b>67</b>	4	14	27	40	45	57	66	75

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

# Справочные данные

Таблица 1

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

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

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

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

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

Таблица 2

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

Электролит	Формула	$K_d$
Азотистая кислота	$\text{HNO}_2$	$4,3 \cdot 10^{-4}$
Борная кислота	$\text{H}_3\text{BO}_3$	$5,8 \cdot 10^{-10}$ (I)
Гидроксид аммония	$\text{NH}_4\text{OH}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$
Кремневая кислота	$\text{H}_2\text{SiO}_3$	$2,2 \cdot 10^{-10}$ (I)
		$1,6 \cdot 10^{-12}$ (II)
Муравьиная кислота	$\text{HCOOH}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$
Сернистая кислота	$\text{H}_2\text{SO}_3$	$1,5 \cdot 10^{-2}$ (I)
		$1,0 \cdot 10^{-7}$ (II)
Сероводородная кислота	$\text{H}_2\text{S}$	$9,5 \cdot 10^{-8}$ (I)
		$1,0 \cdot 10^{-14}$ (II)
Угольная кислота	$\text{H}_2\text{CO}_3$	$4,3 \cdot 10^{-7}$ (I)
		$4,7 \cdot 10^{-11}$ (II)
Уксусная кислота	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$
Фосфорная кислота	$\text{H}_3\text{PO}_4$	$7,1 \cdot 10^{-3}$ (I)
		$6,2 \cdot 10^{-8}$ (II)
		$5,0 \cdot 10^{-10}$ (III)
Фтороводородная кислота	$\text{HF}$	$6,6 \cdot 10^{-4}$
Хлорноватистая кислота	$\text{HOCl}$	$3,9 \cdot 10^{-8}$
Циановодородная кислота	$\text{HCN}$	$5,0 \cdot 10^{-10}$




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

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

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

Таблица 4.

### Электрохимический ряд напряжений металлов

Электрод	Электродная реакция	E°, В	 Увеличение восстановительной активности металла
Li <sup>+</sup> / Li	Li <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Li	-3,04	
Cs <sup>+</sup> / Cs	Cs <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Cs	-3,03	
Rb <sup>+</sup> / Rb	Rb <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Rb	-2,98	
K <sup>+</sup> / K	K <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → K	-2,92	
Ba <sup>2+</sup> / Ba	Ba <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Ba	-2,90	
Fr <sup>+</sup> / Fr	Fr <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Fr	-2,92	
Sr <sup>2+</sup> / Sr	Sr <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Sr	-2,90	
Ca <sup>2+</sup> / Ca	Ca <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Ca	-2,87	
Na <sup>+</sup> / Na	Na <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Na	-2,71	
Mg <sup>2+</sup> / Mg	Mg <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Mg	-2,36	
Be <sup>2+</sup> / Be	Be <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Be	-1,85	
Al <sup>3+</sup> / Al	Al <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> → Al	-1,66	
Ti <sup>2+</sup> / Ti	Ti <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Ti	-1,63	
Mn <sup>2+</sup> / Mn	Mn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Mn	-1,18	
Cr <sup>2+</sup> / Cr	Cr <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Cr	-0,85	
Zn <sup>2+</sup> / Zn	Zn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Zn	-0,76	
Cr <sup>3+</sup> / Cr	Cr <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> → Cr	-0,74	
Fe <sup>2+</sup> / Fe	Fe <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Fe	-0,44	
Cd <sup>2+</sup> / Cd	Cd <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Cd	-0,40	
Co <sup>2+</sup> / Co	Co <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Co	-0,28	
Ni <sup>2+</sup> / Ni	Ni <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Ni	-0,25	
Sn <sup>2+</sup> / Sn	Sn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Sn	-0,14	
Pb <sup>2+</sup> / Pb	Pb <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Pb	-0,13	
Fe <sup>3+</sup> / Fe	Fe <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> → Fe	-0,04	
<b>2H<sup>+</sup> / H<sub>2</sub></b>	<b>2H<sup>+</sup> + 2e<sup>-</sup> → H<sub>2</sub></b>	<b>0,00</b>	
Cu <sup>2+</sup> / Cu	Cu <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Cu	0,34	
Cu <sup>+</sup> / Cu	Cu <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Cu	0,52	
Ag <sup>+</sup> / Ag	Ag <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Ag	0,80	
Hg <sup>2+</sup> / Hg	Hg <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Hg	0,85	
Pt <sup>2+</sup> / Pt	Pt <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Pt	1,28	
Au <sup>+</sup> / Au	Au <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Au	1,50	

## Рекомендуемая литература

1. Князев Д. А. Неорганическая химия: учебник для студентов вузов, обучающихся по агрономическим направлениям подготовки бакалавров, магистров и дипломированных специалистов / Д. А. Князев, С. Н. Смарицын. – 4-е изд. – Москва: Юрайт, 2012. – 592 с.
2. Хомченко Г. П. Неорганическая химия: учебник для студентов сельскохозяйственных вузов / Г. П. Хомченко, И. К. Цитович. – СПб.: Гранит, 2009. – 464 с.
3. Егоров, В. В. Неорганическая химия (биогенные и абиогенные элементы) [электронный ресурс] / Егоров В. В. – Москва : Лань, 2009. – 320 с. – [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4025](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4025)
4. Перегончая, О.В. Общая химия [электронный ресурс]: учебное пособие / О.В. Перегончая. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – 162 с. <http://catalog.vsau.ru/elib/books/b86649.pdf>
5. Гельфман, М. И. Неорганическая химия [электронный ресурс] : учеб. пособие / М. И. Гельфман, В. П. Юстратов. – Изд. 2-е, стер. – Москва : Лань, 2009. – 528 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4032](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4032)
6. Базы данных и интернет-источники информации:  
<http://www.xumuk.ru/encyklopedia>  
<http://ru.wikipedia.org/wiki>  
<http://chemistry.vsau.ru>

## Содержание

1 Основные понятия и законы химии .....	3
2 Номенклатура и химические свойства неорганических соединений.....	6
3 Растворы.....	10
4 Электролитическая диссоциация.....	13
5 Ионное произведение воды. Водородный показатель.....	17
6 Гидролиз солей.....	18
7 Окислительно-восстановительные реакции .....	22
8 Комплексные соединения.....	24
Варианты контрольных заданий.....	27
Справочные данные .....	30
Рекомендуемая литература.....	35