

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ПЯТИГОРСКИЙ МЕДИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ –  
ФИЛИАЛ ГБОУ ВПО «ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНЗДРАВА РФ**

Кафедра неорганической химии

**В.А. Компанцев, Л.И. Щербакова, Н.С. Зяблицева,  
А.Л. Белоусова, Т.М. Васина, А.И. Медвецкий,  
Ю.Г. Медвецкая, Е.Г. Санникова**

**СБОРНИК ВОПРОСОВ И ПИСЬМЕННЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ  
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»  
ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «МЕДИЦИНСКАЯ БИОХИМИЯ»**

Учебно-методическое пособие

Пятигорск 2022

УДК 546(078)

ББК 24.1я73

С23

**Рецензент:** зав. кафедрой органической химии ПМФИ – филиала ФГБОУ ВО ВолгГМУ, доктор фармацевтических наук, профессор  
Э.Т. Оганесян

Л.И. Щербакова, В.А. Компанцев, Н.С. Зяблицева, А.Л. Белоусова,  
Т.М. Васина, А.И. Медвецкий, Ю.Г. Медвецкая, Е.Г. Санникова

С 23 Сборник вопросов и письменных домашних заданий для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Неорганическая химия» для специальности «Медицинская биохимия»: учебно-методическое пособие / Л.И. Щербакова [и др.]. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ФГБОУ ВО ВолгГМУ, 2022. – 116 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для самостоятельной внеаудиторной работы студентов. Оно включает теоретические вопросы и письменные задания, состоящие из ситуационных задач и различных упражнений (цепочек превращений, уравнений реакций и др.) с эталонами решений и ответов.

УДК 542+546 (076)

ББК 24.12

Печатается по решению ЦМК ПМФИ – филиала ФГБОУ ВО ВолгГМУ

© ПМФИ – филиал ФГБОУ ВО ВолгГМУ, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Таблица определения вариантов письменных домашних заданий для самоподготовки студентов к занятиям</b> .....	5
<i>Тема: Введение. Правила работы в химической лаборатории. Техника безопасности и оказание первой помощи. Строение электронных оболочек атомов. Периодический закон (ПЗ) и периодическая система (ПС) элементов.</i> .....	6
<i>Тема: Современные теории химической связи. Природа химической связи с точки зрения метода ВС</i> .....	12
<i>Тема: Классификация и номенклатура неорганических веществ. Комплексные соединения. Строение, классификация и устойчивость комплексных соединений.</i> .....	17
<i>Тема: Элементы термодинамики. Химическая кинетика. Химическое равновесие</i> .....	25
<i>Тема: Окислительно-восстановительные реакции. Метод полуреакций. Определение возможности самопроизвольного осуществления ОВ-реакции.</i> .	33
<i>Тема: Растворы. Равновесные процессы в растворах электролитов. Теории кислот и оснований</i> .....	38
<i>Тема: Растворы Равновесные процессы в растворах электролитов. Гидролиз солей</i> .....	46
<i>Тема: Растворы. Способы выражения состава растворов. Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное титрование</i> .....	52
<i>Тема: р-Элементы III и IV групп. Реакции обнаружения соединений р-элементов III и IV групп</i> .....	60
<i>Тема: р-Элементы V группы. Реакции обнаружения соединений р-элементов V группы</i> .....	67

<i>Тема: p-Элементы VI и VII групп. Реакции обнаружения соединений</i> <i>p-элементов VI и VII групп . . . . .</i>	74
<i>Тема: d-Элементы VI и VII групп. Реакции обнаружения соединений</i> <i>d-элементов VI и VII групп. . . . .</i>	83
<i>Тема: d-Элементы VIII группы. Реакции обнаружения соединений</i> <i>d-элементов VIII, I и II групп. . . . .</i>	91
<i>Тема: s-Элементы I и II групп. Обнаружение соединений</i> <i>s-элементов I и II групп . . . . .</i>	99
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ . . . . .</b>	105

**Таблица определения вариантов  
письменных домашних заданий для самостоятельной  
внеаудиторной подготовки студентов к занятиям  
по дисциплине «Неорганическая химия»  
для специальности «Медицинская биохимия»**

<i>№ фамилии студента по журналу</i>	<i>№ варианта письменного задания</i>
1, 9, 17	<b>1</b>
2,10	<b>2</b>
3,11	<b>3</b>
4,12	<b>4</b>
5,13	<b>5</b>
6,14	<b>6</b>
7,15	<b>7</b>
8,16	<b>8</b>

*Тема. Введение. Правила работы в химической лаборатории. Техника безопасности и оказание первой помощи. Строение электронных оболочек атомов. Периодический закон (ПЗ) и периодическая система (ПС) элементов.*

**Вопросы для самостоятельной внеаудиторной подготовки к занятию:**

1. Строение атома (ядро, элементарные частицы: протоны, нейтроны, электроны).
2. Четыре квантовых числа:  $n$ ,  $l$ ,  $m$ ,  $s$ . Орбиталь, подуровень, уровень.
3. Формирование электронных оболочек многоэлектронных атомов:
  - а) принцип наименьшей энергии;
  - б) запрет Паули;
  - в) правило Гунда;
  - г) электронная емкость орбиталей, подуровней, уровней;
  - д) эмпирическое правило составления электронных формул.
4. Периодический закон (ПЗ). Периодическая система (ПС). Конструкция короткопериодного варианта ПС; период, группа, подгруппа.
5. Связь между строением электронной оболочки атома и положением элемента в ПС.
6. Периодический характер изменения орбитальных радиусов, энергии ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности. Вторичная периодичность.
7. Электронные формулы атомов. Основное и возбужденное состояние атома.
8. Четыре семейства (блока) элементов:  $s$ ,  $p$ ,  $d$ ,  $f$ . Электронные формулы их атомов (в общем виде).
9. Ионы. Электронные формулы элементарных ионов. Типы элементарных ионов по строению электронных оболочек.

**Изучив эти вопросы, выполните письменно следующие задания:**

### Вариант № 1

1. В каком периоде, группе, подгруппе находятся элементы, электронные формулы валентного слоя которых:  $\dots 5s^2 5p^4$ ;  $\dots 4d^{10} 5s^2$ ? Назовите эти элементы. К каким семействам они относятся?
2. Составьте полные электронные формулы и электронно-структурные диаграммы валентного слоя атомов: Pb; Cs; Zn.
3. Исходя из положения в ПС, назовите элемент с порядковым номером 25, охарактеризуйте свойства этого элемента (металл или неметалл) и его соединений (высшего оксида и соответствующего ему гидроксида).

### Вариант № 2

1. В каком периоде, группе, подгруппе находятся элементы, электронные формулы валентного слоя которых:  $\dots 3s^1$ ;  $\dots 2s^2 2p^1$ ? Назовите эти элементы. К каким семействам они относятся?
2. Составьте полные электронные формулы и электронно-структурные диаграммы валентного слоя атомов: C; Sr; Cr.
3. Исходя из положения в ПС, назовите элемент с порядковым номером 7, охарактеризуйте свойства этого элемента (металл или неметалл) и его соединений (высшего оксида и соответствующего ему гидроксида).

### Вариант № 3

1. В каком периоде, группе, подгруппе находятся элементы, электронные формулы валентного слоя которых:  $\dots 5s^2$ ;  $\dots 3d^{10} 4s^2$ ? Назовите эти элементы. К каким семействам они относятся?
2. Составьте полные электронные формулы и электронно-структурные диаграммы валентного слоя атомов: P; Ca; Cu.
3. Исходя из положения в ПС, назовите элемент с порядковым номером 24, охарактеризуйте свойства этого элемента (металл или неметалл) и его соединений (высшего оксида и соответствующего ему гидроксида).

#### Вариант № 4

1. В каком периоде, группе, подгруппе находятся элементы, электронные формулы валентного слоя которых:  $\dots 4s^2 4p^3$ ;  $\dots 3d^{10} 4s^1$ ? Назовите эти элементы. К каким семействам они относятся?
2. Составьте полные электронные формулы и электронно-структурные диаграммы валентного слоя атомов: N; K; Mn.
3. Исходя из положения в ПС, назовите элемент с порядковым номером 14, охарактеризуйте свойства этого элемента (металл или неметалл) и его соединений (высшего оксида и соответствующего ему гидроксида).

#### Вариант № 5

1. В каком периоде, группе, подгруппе находятся элементы, электронные формулы валентного слоя которых:  $\dots 5s^2 5p^4$ ;  $\dots 3d^7 4s^2$ ? Назовите эти элементы. К каким семействам они относятся?
2. Составьте полные электронные формулы и электронно-структурные диаграммы валентного слоя атомов: As; Ba; Co.
3. Исходя из положения в ПС, назовите элемент с порядковым номером 12, охарактеризуйте свойства этого элемента (металл или неметалл) и его соединений (высшего оксида и соответствующего ему гидроксида).

#### Вариант № 6

1. В каком периоде, группе, подгруппе находятся элементы, электронные формулы валентного слоя которых:  $\dots 3s^2 3p^3$   $\dots 3d^5 4s^1$ ? Назовите эти элементы. К каким семействам они относятся?
2. Составьте полные электронные формулы и электронно-структурные диаграммы валентного слоя атомов: Li; Al; Ag.
3. Исходя из положения в ПС, назовите элемент с порядковым номером 13, охарактеризуйте свойства этого элемента (металл или неметалл) и его соединений (высшего оксида и соответствующего ему гидроксида).



### Вариант № 7

1. В каком периоде, группе, подгруппе находятся элементы, электронные формулы валентного слоя которых:  $\dots 3s^2$ ;  $\dots 4d^5 5s^2$ ? Назовите эти элементы. К каким семействам они относятся?
2. Составьте полные электронные формулы и электронно-структурные диаграммы валентного слоя атомов: Mg; Se; Fe.
3. Исходя из положения в ПС, назовите элемент с порядковым номером 33, охарактеризуйте свойства этого элемента (металл или неметалл) и его соединений (высшего оксида и соответствующего ему гидроксида).

### Вариант № 8

1. В каком периоде, группе, подгруппе находятся элементы, электронные формулы валентного слоя которых:  $\dots 5s^1$ ;  $\dots 5s^2 5p^3$ ? Назовите эти элементы. К каким семействам они относятся?
2. Составьте полные электронные формулы и электронно-структурные диаграммы валентного слоя атомов: Na; S; Co.
3. Исходя из положения в ПС, назовите элемент с порядковым номером 16, охарактеризуйте свойства этого элемента (металл или неметалл) и его соединений (высшего оксида и соответствующего ему гидроксида).

### Образец выполнения письменных заданий:

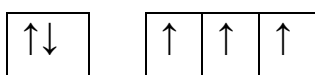
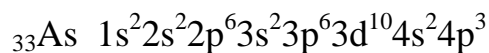
1. В каком периоде, группе, подгруппе находится элемент, электронная формула валентного слоя которого:  $\dots 4s^2 4p^5$ . Назовите этот элемент. К какому семейству он относится?

#### Ответ:

Данный элемент находится в 4 периоде, т. к.  $n = 4$ ; в VII группе, т. к. сумма валентных электронов равна 7; в главной подгруппе, т.к. все валентные электроны расположены на внешнем энергетическом уровне. Это бром – Br, он относится к p-семейству.

2. Составьте полную электронную формулу и электронно-структурную диаграмму валентного слоя атома As.

Ответ:



3. Исходя из положения в ПС, назовите элемент с порядковым номером 17, охарактеризуйте свойства этого элемента (металл или неметалл) и его соединений (высшего оксида и соответствующего ему гидроксида).

Ответ:

Элемент с порядковым номером 17 находится в 3 периоде, VII группе, главной подгруппе. Это хлор – Cl. Хлор является неметаллом. Высший оксид хлора Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub> является кислотным, ему соответствует кислотный гидроксид HClO<sub>4</sub> – хлорная кислота.

### **Литература для подготовки:**

#### ***а) основная литература***

1. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/ Э.Т. Оганесян [и др.]. – М: Издательство Юрайт, 2016. – 447 с.
2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов/ Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; под ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 560 с.

#### ***б) дополнительная литература***

3. Пузаков, С.А. Химия: учебник /С.А. Пузаков – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2006. – 640 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).

4. Слесарев, В.И. Химия. Основы химии живого / В.И. Слесарев. – СПб.: Химиздат, 2000. – С. 14-30.
5. Химия: общая и неорганическая [Электронный ресурс] / сост. Ю.Я. Харитонов, Т.К. Слонская; ГОУ ВПО Моск. мед. акад. им. И.М. Сеченова; Фармац. фак.; Центр. науч. мед. б-ка. – Электрон. дан. – М.: Русский врач, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD- версия). – Загл. этикетки диска. – (Электрон. б-ка для высш. мед. и фармац. образования).
6. Глинка, Н.Л. Общая химия: учебник / Н.Л. Глинка – М.: КНОРУС, 2010. – 886 с.
7. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник / Н.С. Ахметов. – 6-е изд. стер. - М.: ВШ, 2005.- С. 6-45, 289-292.

***в) методические разработки***

8. Введение в неорганическую химию: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 3-е изд. перераб. и доп. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2020. – 156 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).

***г) профессиональные базы данных***

9. [www.books-up.ru](http://www.books-up.ru) – ЭБС Букап, коллекция Большая медицинская библиотека (профессиональная база данных)
10. <http://www.femb.ru/feml/> – Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (профессиональная база данных)
11. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> – PubMed – бесплатная версия базы данных MEDLINE, крупнейшей библиографической базы Национального центра биотехнологической информации (NCBI) на основе раздела «биотехнология» Национальной медицинской библиотеки США (NLM) (профессиональная база данных)

*Тема. Современные теории химической связи. Природа химической связи с точки зрения метода ВС.*

**Вопросы для самостоятельной внеаудиторной подготовки к занятию:**

1. Основные типы химической связи.
2. Важнейшие характеристики ковалентной связи: энергия, длина, валентный угол.
3. Основные положения метода ВС. Природа ковалентной связи. Два механизма ее образования. Насыщаемость и направленность ковалентной связи.
4. Электронно-структурные диаграммы молекул и сложных ионов:  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{HNO}_3$  и др.
5.  $\sigma$ - и  $\pi$ - связи на примере молекул  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ .
6. Гибридизация атомных орбиталей ( $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$ ). Формы частиц, образованных гибридными и «чистыми» орбиталями на примере молекул  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{H}_2\text{S}$ ;  $\text{NH}_3$  и  $\text{PH}_3$ .
7. Ионная связь, ее ненасыщаемость и ненаправленность.
8. Правило Полинга. Степень ионности связи.

**Изучив эти вопросы, выполните письменно следующие задания:**

**Вариант № 1**

1. Составьте электронно-структурные диаграммы частиц по методу ВС:  
 $\text{HF}$ ,  $\text{BeF}_2$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ .
2. Укажите типы гибридизации атомных орбиталей центрального атома в частицах  $\text{BeF}_2$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , если валентные углы равны соответственно  $180^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $104,5^\circ$ .

**Вариант № 2**

1. Составьте электронно-структурные диаграммы частиц по методу ВС:

HBr, MgBr<sub>2</sub>, AlBr<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

2. Укажите типы гибридизации атомных орбиталей центрального атома в частицах MgBr<sub>2</sub>, AlBr<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, если валентные углы равны соответственно 180°, 120°, 109,5°.

### **Вариант № 3**

1. Составьте электронно-структурные диаграммы частиц по методу ВС:  
HCl, BeCl<sub>2</sub>, PbCl<sub>2</sub>, NCl<sub>3</sub>.
2. Укажите типы гибридизации атомных орбиталей центрального атома в частицах BeCl<sub>2</sub>, PbCl<sub>2</sub>, NCl<sub>3</sub>, если валентные углы равны соответственно 180°, ≈120°, 107,5°.

### **Вариант № 4**

1. Составьте электронно-структурные диаграммы частиц по методу ВС:  
HI, BeI<sub>2</sub>, SnI<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>.
2. Укажите типы гибридизации атомных орбиталей центрального атома в частицах BeI<sub>2</sub>, SnI<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, если валентные углы равны соответственно 180°, ≈120°, 107,5°.

### **Вариант № 5**

1. Составьте электронно-структурные диаграммы частиц по методу ВС:  
HF, MgF<sub>2</sub>, AlF<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.
2. Укажите типы гибридизации атомных орбиталей центрального атома в частицах MgF<sub>2</sub>, AlF<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, если валентные углы равны соответственно 180°, 120°, 109,5°.

### **Вариант № 6**

1. Составьте электронно-структурные диаграммы частиц по методу ВС:  
HCl, MgCl<sub>2</sub>, SnCl<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>.

2. Укажите типы гибридизации атомных орбиталей центрального атома в частицах  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ , если валентные углы равны соответственно  $180^\circ$ ,  $\approx 120^\circ$ ,  $107,5^\circ$ .

### Вариант № 7

1. Составьте электронно-структурные диаграммы частиц по методу ВС:  
 $\text{HBr}$ ,  $\text{BeBr}_2$ ,  $\text{SnBr}_2$ ,  $\text{NBr}_3$ .
2. Укажите типы гибридизации атомных орбиталей центрального атома в частицах  $\text{BeBr}_2$ ,  $\text{SnBr}_2$ ,  $\text{NBr}_3$ , если валентные углы равны соответственно  $180^\circ$ ,  $\approx 120^\circ$ ,  $107,5^\circ$ .

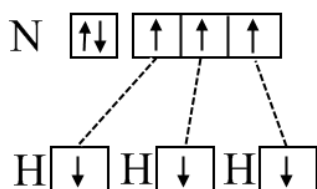
### Вариант № 8

1. Составьте электронно-структурные диаграммы частиц по методу ВС:  
 $\text{HI}$ ,  $\text{MgI}_2$ ,  $\text{AlI}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ .
2. Укажите типы гибридизации атомных орбиталей центрального атома в частицах  $\text{MgI}_2$ ,  $\text{AlI}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , если валентные углы равны соответственно  $180^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $104,5^\circ$ .

### Образец выполнения письменных заданий:

1. Составьте электронно-структурную диаграмму молекулы  $\text{NH}_3$  по методу ВС:

Ответ:



2. Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома в молекуле  $\text{NH}_3$ , если значение валентного угла равно  $107,5^\circ$ .

Ответ: орбитали атома азота находятся в состоянии  $sp^3$ -гибридизации.

## **Литература для подготовки:**

### ***а) основная литература***

1. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/ Э.Т. Оганесян [и др.]. – М: Издательство Юрайт, 2016. – 447 с.
2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов/ Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; под ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 560 с.

### ***б) дополнительная литература***

3. Пузаков, С.А. Химия: учебник /С.А. Пузаков – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2006. – 640 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
4. Слесарев, В.И. Химия. Основы химии живого / В.И. Слесарев. – СПб.: Химиздат, 2000. – С. 14-30.
5. Химия: общая и неорганическая [Электронный ресурс] / сост. Ю.Я. Харитонов, Т.К. Слонская; ГОУ ВПО Моск. мед. акад. им. И.М. Сеченова; Фармац. фак.; Центр. науч. мед. б-ка. – Электрон. дан. – М.: Русский врач, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD- версия). – Загл. этикетки диска. – (Электрон. б-ка для высш. мед. и фармац. образования).
6. Глинка, Н.Л. Общая химия: учебник / Н.Л. Глинка – М.: КНОРУС, 2010. – 886 с.
7. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник / Н.С. Ахметов. – 6-е изд. стер. - М.: ВШ, 2005.- С. 6-45, 289-292.

### ***в) методические разработки***

8. Введение в неорганическую химию: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 3-е изд. перераб. и доп. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2020. – 156 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).

*з) профессиональные базы данных*

9. [www.books-up.ru](http://www.books-up.ru) – ЭБС Букап, коллекция Большая медицинская библиотека (профессиональная база данных)
10. <http://www.femb.ru/feml/> – Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (профессиональная база данных)
11. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> – PubMed – бесплатная версия базы данных MEDLINE, крупнейшей библиографической базы Национального центра биотехнологической информации (NCBI) на основе раздела «биотехнология» Национальной медицинской библиотеки США (NLM) (профессиональная база данных)



*Тема. Классификация и номенклатура неорганических соединений.  
Комплексные соединения. Строение, классификация и  
устойчивость комплексных соединений.*

**Вопросы для самостоятельной внеаудиторной подготовки к занятию:**

1. Что такое номенклатура химических соединений, из чего она складывается?
2. Что означает аббревиатура ИЮПАК?
3. Чем отличается адаптированный вариант номенклатуры неорганических соединений от варианта ИЮПАК?
4. Как в соответствие с принципами адаптированного варианта номенклатуры ИЮПАК образуются названия различных классов неорганических соединений, ионов?
5. Определение понятия комплексное (координационное) соединение (КС).
6. Строение КС:
  - а) центральный атом (ц.а.), типы ц.а. по строению электронных оболочек;
  - б) лиганды, виды лигандов по донорному атому, по дентатности;
  - в) координационное число ц.а.; расчет степени окисления ц.а.;
  - г) комплексный ион, комплексная частица.
7. Классификация КС по заряду комплексной частицы, по типу лигандов: аквакомплексы, аммиакаты, гидроксокомплексы, ацидокомплексы, смешанные комплексы, полигалогениды, хелаты, клатраты, КС с макроциклическими лигандами.
8. Устойчивость КС. Константа нестойкости.
9. Основные принципы номенклатуры КС.

**Изучив эти вопросы, выполните письменно следующие задания:**

### Вариант № 1

1. Назовите химические соединения; укажите, к какому классу они относятся:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Fe}(\text{HSO}_4)_3$ ,  $\text{FeOH}\text{SO}_4$ ,  $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeOCl}$ ,  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

Назовите ионы:  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{FeOH}^+$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2^+$ ,  $\text{HSiO}_3^-$ .

2. Напишите формулы химических соединений и ионов: фосфат гидроксомарганца (II), гидрокарбонат кальция, сульфат аммония, оксид хрома (VI), пентагидрат сульфата меди (II), ион дигидроксохрома (III), дигидрофосфат-ион.

3. Напишите формулы КС:

а) карбонат гексаакважелеза (III);

б) гексафтороферрат (III) калия.

*Для анионного КС укажите ц.а.; лиганды, донорные атомы лигандов; координационное число ц.а.; внешнюю и внутреннюю сферы КС.*

### Вариант № 2

1. Назовите химические соединения; укажите, к какому классу они относятся:  $\text{MnO}$ ,  $\text{MnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{MnOH})_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{HMnO}_4$ ,  $\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{SbOCl}$ .

Назовите ионы:  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{MgOH}^+$ ,  $\text{MnO}_4^{2-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ .

2. Напишите формулы химических соединений и ионов: оксид свинца (IV), гидроксид свинца (II), гептагидрат сульфата железа (II), гидроксид хрома (III), хлорид оксожелеза (III), ион гидроксомеди (II), гидросульфат-ион.

3. Напишите формулы КС:

а) хлорид гексаамминхрома (III);

б) тетраiodомеркурат (II) натрия.

*Для катионного КС укажите ц.а.; лиганды, донорные атомы лигандов; координационное число ц.а.; внешнюю и внутреннюю сферы КС.*

### Вариант № 3

1. Назовите химические соединения; укажите, к какому классу они относятся:  
 $\text{PbO}_2$ ,  $\text{Pb(OH)}_2$ ,  $(\text{PbOH})_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Pb(MnO}_4)_2$ ,  $\text{Pb(HCO}_3)_2$ ,  $\text{Pb(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  
 $\text{H}_2\text{MnO}_4$ ,  $\text{FeONO}_3$ .

Назовите ионы:  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{MnOH}^+$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ .

2. Напишите формулы химических соединений и ионов: оксид железа (III), гидроксид цинка, фосфат никеля (II), гексагидрат хлорида кальция, ион аммония, ион гидроксоалюминия, дихромат-ион.

3. Напишите формулы КС:

а) гексатиоцианатокадмиат калия;

б) гидроксид гексаамминкобальта (III).

*Для анионного КС укажите ц.а.; лиганды, донорные атомы лигандов; координационное число ц.а.; внешнюю и внутреннюю сферы КС.*

### Вариант № 4

1. Назовите химические соединения; укажите, к какому классу они относятся:  
 $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Co(OH)}_2$ ,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cr(OH)}_2\text{NO}_3$ ,  $\text{Cr}_2(\text{HPO}_4)_3$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  
 $\text{CrONO}_3$ .

Назовите ионы:  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Fe(OH)}_2^+$ ,  $\text{HSO}_3^-$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ .

2. Напишите формулы химических соединений и ионов: перхлорат кальция, оксид свинца (II), кремниевая кислота, карбонат гидроксомарганца (II), гидрокарбонат магния, ион гидроксовисмута (III), дигидродифосфат-ион.

3. Напишите формулы КС:

а) гидроксид тетраамминцинка;

б) гексацианоманганат (II) калия.

*Для катионного КС укажите ц.а.; лиганды, донорные атомы лигандов; координационное число ц.а.; внешнюю и внутреннюю сферы КС.*

### Вариант № 5

1. Назовите химические соединения; укажите, к какому классу они относятся:  
 $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{CuOH}$ ,  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Cu}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{HPO}_3$ ,  $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{MgO}_2$ .  
Назовите ионы:  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{CuOH}^+$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ .
2. Напишите формулы химических соединений и ионов: дигидрофосфат кальция, сульфат гидроксохрома (II), гидроксид висмута (III), декагидрат сульфата натрия, оксид фосфора (V), ион гидроксоцинка (II), ион хрома (III).
3. Напишите формулы КС:
  - а) тетраидомеркурат (II) калия;
  - б) гидроксид тетраамминмарганца (II).

*Для анионного КС укажите ц.а.; лиганды, донорные атомы лигандов; координационное число ц.а.; внешнюю и внутреннюю сферы КС.*

### Вариант № 6

1. Назовите химические соединения; укажите, к какому классу они относятся:  
 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{CrONO}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{CaO}_2$ ,  $\text{ZnOHCl}$ ,  $\text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ .  
Назовите ионы:  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{CrOH}^{2+}$ ,  $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{Cl}^-$ .
2. Напишите формулы химических соединений и ионов: гексагидрат нитрата железа (III), оксид висмута (III), фосфат никеля (II), пероксид водорода, сульфат хрома (II), ион гидроксомарганца (II), нитрит-ион.
3. Напишите формулы КС:
  - а) сульфат гексаамминхрома (III);
  - б) гексагидроксокобальтат (II) калия.

*Для катионного КС укажите ц.а.; лиганды, донорные атомы лигандов; координационное число ц.а.; внешнюю и внутреннюю сферы КС.*

### Вариант № 7

1. Назовите химические соединения; укажите, к какому классу они относятся:  
 $\text{SnO}_2$ ,  $\text{SnOHCl}$ ,  $\text{Pb}(\text{HSO}_4)_2$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{SrO}_2$ .

Назовите ионы:  $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{BiOH}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ .

2. Напишите формулы химических соединений и ионов: пероксид калия, гидроксид висмута (III), хлороводородная кислота, дифосфат калия, оксид-ион, ион гидроксижелеза (III), гидросиликат-ион.

3. Напишите формулы КС:

а) гексацианоманганат (II) натрия;

б) хлорид гексаамминкобальта (III).

*Для анионного КС укажите ц.а.; лиганды, донорные атомы лигандов; координационное число ц.а.; внешнюю и внутреннюю сферы КС.*

### Вариант № 8

1. Назовите химические соединения; укажите, к какому классу они относятся:  
 $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $(\text{CoOH})_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{CrOCl}$ .

Назовите ионы:  $\text{Li}^+$ ,  $\text{ZnOH}^+$ ,  $\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ .

2. Напишите формулы химических соединений и ионов: оксид мышьяка (V), сернистая кислота, гидроксид никеля (II), дигидрат сульфата кальция; гидрокарбонат висмута (III), нитрат гидроксомеди (II), дифосфат-ион.

3. Напишите формулы КС:

а) йодид тетрааквацинкка;

б) гексацианоферрат (III) натрия.

*Для катионного КС укажите ц.а.; лиганды, донорные атомы лигандов; координационное число ц.а.; внешнюю и внутреннюю сферы КС.*

### Образец выполнения письменных заданий:

1. Назовите химические соединения; укажите, к какому классу они относятся:

$\text{CdO}$ ,  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ ,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{Cd}(\text{HSO}_3)_2$ ,  $\text{CdCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{BiONO}_3$ .

Назовите ионы:  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{PbOH}^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HS}^-$ .

Ответ:

$\text{CdO}$  – оксид кадмия, класс – оксиды, основной оксид;

$\text{Cd}(\text{OH})_2$  – гидроксид кадмия, класс – гидроксиды, основание;

$\text{H}_2\text{CrO}_4$  – хромовая кислота, класс – гидроксиды, оксокислота;

$\text{Cd}(\text{HSO}_3)_2$  – гидросульфит кадмия, класс – соли, кислая соль;

$\text{CdCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$  – гексагидрат хлорида кадмия, класс – соли, средняя соль, кристаллогидрат;

$\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$  – нитрат дигидроксоалюминия, класс – соли, основная соль;

$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  – нитрат железа (II), класс – соли, средняя соль;

$\text{BiONO}_3$  – нитрат оксовисмута (III), класс – соли, оксосоль;

$\text{Sr}^{2+}$  – ион стронция;

$\text{PbOH}^+$  – ион гидроксоплатины (II);

$\text{PO}_4^{3-}$  – фосфат-ион;

$\text{HS}^-$  – гидросульфид-ион.

2. Напишите формулы химических соединений и ионов: фосфат аммония; хлорат калия; дигидрат сульфата кальция; хлорид гидроксомарганца (II); гидрофосфат цинка; ион гидроксоалюминия; дифосфат-ион.

Ответ:

фосфат аммония –  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ; хлорат калия –  $\text{KClO}_3$ ; дигидрат сульфата кальция –  $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ ; хлорид гидроксомарганца (II) –  $\text{MnOHCl}$ ; гидрофосфат цинка –  $\text{ZnHPO}_4$ ; ион гидроксоалюминия –  $\text{AlOH}^{2+}$ ; дифосфат-ион –  $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ .

3. Напишите формулы КС:

а) нитрат гексааквахрома (III);

б) гексацианоферрат (II) калия.

Для катионного КС укажите ц.а.; лиганды, донорные атомы лигандов; координационное число ц.а.; внешнюю и внутреннюю сферы КС.

Ответ:

а) нитрат гексааквахрома (III) –  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6](\text{NO}_3)_3$ ;

б) гексацианоферрат (II) калия –  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6](\text{NO}_3)_3$  – катионное КС:

$\text{Cr}^{3+}$  – ц.а.; к.ч. – 6;

$6\text{H}_2\text{O}$  – лиганды, донорные атомы лигандов – атомы О;

$3\text{NO}_3^-$  – внешняя сфера,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  – внутренняя сфера.

### **Литература для подготовки:**

#### ***а) основная литература***

1. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/ Э.Т. Оганесян [и др.]. – М: Издательство Юрайт, 2016. – 447 с.
2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов/ Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; под ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 560 с.

#### ***б) дополнительная литература***

3. Пузаков, С.А. Химия: учебник /С.А. Пузаков – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2006. – 640 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
4. Слесарев, В.И. Химия. Основы химии живого / В.И. Слесарев. – СПб.: Химиздат, 2000. – С. 14-30.
5. Химия: общая и неорганическая [Электронный ресурс] / сост. Ю.Я. Харитонов, Т.К. Слонская; ГОУ ВПО Моск. мед. акад. им. И.М. Сеченова; Фармац. фак.; Центр. науч. мед. б-ка. – Электрон. дан. – М.: Русский врач, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD- версия). – Загл. этикетки диска. – (Электрон. б-ка для высш. мед. и фармац. образования).

6. Глинка, Н.Л. Общая химия: учебник / Н.Л. Глинка – М.: КНОРУС, 2010. – 886 с.
7. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник / Н.С. Ахметов. – 6-е изд. стер. - М.: ВШ, 2005.- С. 6-45, 289-292.

***в) методические разработки***

8. Введение в неорганическую химию: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 3-е изд. перераб. и доп. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2020. – 156 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).

***г) профессиональные базы данных***

9. [www.books-up.ru](http://www.books-up.ru) – ЭБС Букап, коллекция Большая медицинская библиотека (профессиональная база данных)
10. <http://www.femb.ru/feml/> – Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (профессиональная база данных)
11. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> – PubMed – бесплатная версия базы данных MEDLINE, крупнейшей библиографической базы Национального центра биотехнологической информации (NCBI) на основе раздела «биотехнология» Национальной медицинской библиотеки США (NLM) (профессиональная база данных)



*Тема. Элементы термодинамики. Химическая кинетика. Химическое равновесие.*

**Вопросы для самостоятельной внеаудиторной подготовки к занятию:**

1. Что изучает термодинамика, химическая термодинамика?
2. Что называется системой? Что такое система открытая, закрытая, изолированная? Какая из этих систем используется в термодинамике в качестве модели?
3. Что называется состоянием системы?
4. Что называется процессом? Изобарный, изохорный и изотермический процесс.
5. Что изучает термохимия? Что называется тепловым эффектом химической реакции, каким символом он обозначается, в каких единицах измеряется? В чём отличие термохимических уравнений, от химических и термодинамических?
6. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса.
7. Что такое термодинамические параметры системы? Какие термодинамические характеристики называются функциями состояния системы?
8. Что называется внутренней энергией системы? Каким символом она обозначается, в каких единицах измеряется?
9. Что называется энтальпией, каким символом она обозначается, в каких единицах измеряется? Чему равна стандартная энтальпия образования простого вещества?
10. Что называется энтропией, каким символом она обозначается, в каких единицах измеряется? Что называется микро- и макросостоянием системы? Энтропия как мера термодинамической вероятности системы?

11. Изобарно-изотермический потенциал системы (энергия Гиббса).  
Уравнение Гиббса. Анализ уравнения. Условия, при которых процесс идет самопроизвольно.
12. Что изучает химическая кинетика (формальная и молекулярная)? Значение химической кинетики для фармации.
13. Гомо- и гетерогенные, простые и сложные реакции. Что такое "молекулярность" и "порядок" реакции?
14. Скорость химической реакции. Факторы, влияющие на скорость гомо- и гетерогенной реакции.
15. Закон действующих масс для скорости реакции. Физический смысл константы скорости, факторы, влияющие на константу скорости.
16. Правило Вант-Гоффа. Температурный коэффициент.
17. Понятие обратимые и необратимые реакции. Абсолютно необратимые и практически необратимые реакции.
18. Химическое равновесие. Константа равновесия.
19. Понятие "смещение" или "сдвиг" химического равновесия. Факторы, влияющие на смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье.

**Изучив эти вопросы, выполните письменно следующие задания:**

**Вариант № 1**

1. Определите, во сколько раз увеличится скорость реакции, если температура возрастет от 20°C до 50°C. Температурный коэффициент равен 2.  
Ответ: скорость реакции увеличится в 8 раз.
2. Обоснуйте, при изменении каких факторов равновесие можно сместить в сторону образования продуктов реакции:  
$$\text{N}_{2(\text{г})} + 3\text{H}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(\text{г})}; \Delta H^\circ < 0.$$
3. Напишите выражение закона действующих масс для скорости прямых реакций и химического равновесия:

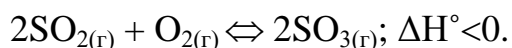
- а)  $\text{Br}_{2(\text{r})} + \text{H}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{HBr}_{(\text{r})}$   
б)  $\text{C}_{(\text{к})} + 2\text{Cl}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons \text{CCl}_{4(\text{r})}$   
в)  $2\text{SO}_{2(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(\text{r})}$

### Вариант № 2

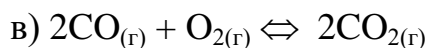
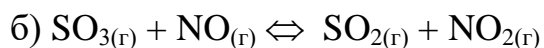
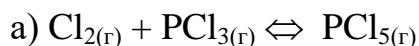
1. Определите, на сколько градусов необходимо увеличить температуру, чтобы скорость реакции увеличилась в 16 раз. Температурный коэффициент равен 2.

Ответ: температуру необходимо увеличить на 40°C.

2. Обоснуйте, при изменении каких факторов равновесие можно сместить в сторону образования продуктов реакции:



3. Напишите выражение закона действующих масс для скорости прямых реакций и химического равновесия:

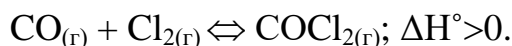


### Вариант № 3

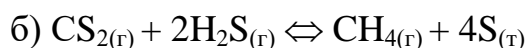
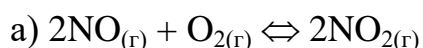
1. Рассчитайте, температурный коэффициент химической реакции, если при увеличении температуры на 50°C скорость реакции увеличилась в 32 раза.

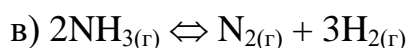
Ответ: температурный коэффициент равен 2.

2. Обоснуйте, при изменении каких факторов равновесие можно сместить в сторону образования исходных веществ:



3. Напишите выражение закона действующих масс для скорости прямых реакций и химического равновесия:



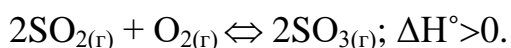


#### Вариант № 4

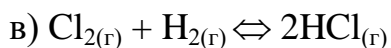
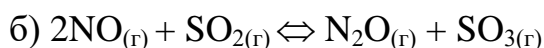
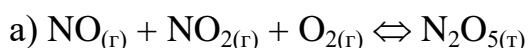
1. Определите, во сколько раз увеличится скорость реакции, если температура возрастет от 10°C до 50°C. Температурный коэффициент равен 3.

Ответ: скорость реакции увеличится в 81 раз.

2. Обоснуйте, при изменении каких факторов равновесие можно сместить в сторону образования продуктов реакции:



3. Напишите выражение закона действующих масс для скорости прямых реакций и химического равновесия:

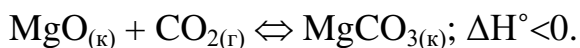


#### Вариант № 5

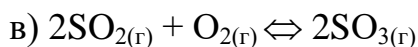
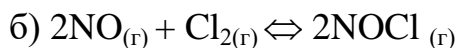
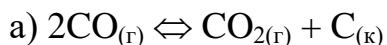
1. Определите, во сколько раз увеличится скорость реакции, если температура возрастет от 10°C до 50°C. Температурный коэффициент равен 4.

Ответ: скорость реакции увеличится в 256 раз.

2. Обоснуйте, при изменении каких факторов равновесие можно сместить в сторону образования продуктов реакции:



3. Напишите выражение закона действующих масс для скорости прямых реакций и химического равновесия:



### Вариант № 6

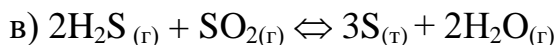
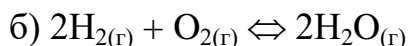
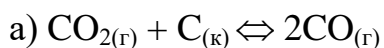
1. Определите, на сколько градусов необходимо увеличить температуру, чтобы скорость реакции увеличилась в 64 раз. Температурный коэффициент равен 2.

Ответ: температуру необходимо увеличить на 60°C.

2. Обоснуйте, при изменении каких факторов равновесие можно сместить в сторону образования продуктов реакции:



3. Напишите выражение закона действующих масс для скорости прямых реакций и химического равновесия:

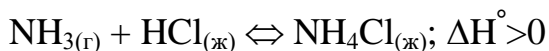


### Вариант № 7

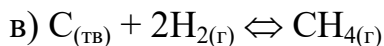
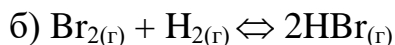
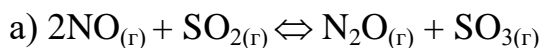
1. Рассчитайте, температурный коэффициент химической реакции, если при увеличении температуры на 40°C скорость реакции увеличилась в 81 раз.

Ответ: температурный коэффициент равен 3.

2. Обоснуйте, при изменении каких факторов равновесие можно сместить в сторону образования исходных веществ:



3. Напишите выражение закона действующих масс для скорости прямых реакций и химического равновесия:



### Вариант № 8

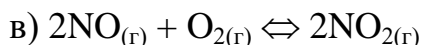
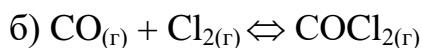
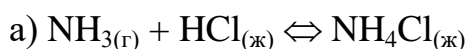
1. Определите, во сколько раз увеличится скорость реакции, если температура возрастет от 10°C до 30°C. Температурный коэффициент равен 4.

Ответ: скорость реакции увеличится в 16 раз.

2. Обоснуйте, при изменении каких факторов равновесие можно сместить в сторону образования продуктов реакции:



3. Напишите выражение закона действующих масс для скорости прямых реакций и химического равновесия:



### Образец выполнения письменных заданий:

1. Определите, на сколько градусов была повышена температура некоторой реакции, если известно, что скорость реакции увеличилась в 16 раз, а температурный коэффициент равен 2.

Решение:

В уравнение Вант-Гоффа

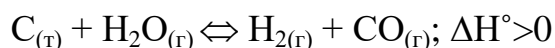
$$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

подставим известные значения и рассчитаем изменение температуры:

$$16 = 2^{\frac{t_2 - t_1}{10}}; 2^4 = 2^{\frac{t_2 - t_1}{10}}; 4 = \frac{t_2 - t_1}{10}; t_2 - t_1 = 40^\circ \text{C}$$

Ответ: температура увеличится на 40°C.

2. Обоснуйте, при изменении каких факторов равновесие можно сместить в сторону образования продуктов реакции:

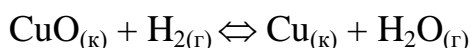


Ответ:

В соответствии с принципом Ле Шателье равновесие можно сместить в сторону образования продуктов реакции при:

- 1) повышении температуры, т.к. прямая реакция является эндотермической ( $\Delta H^\circ > 0$ );
- 2) понижении давления, т.к. в результате прямой реакции число газообразных частиц возрастает;
- 3) повышении концентрации исходного вещества  $H_2O$  или понижении концентрации одного из продуктов реакции  $H_2$  или  $CO$ .

3. Напишите выражение закона действующих масс для скорости прямой реакции и химического равновесия:



Ответ:

Для скорости реакции –  $V = k \cdot C(H_2)$

Для химического равновесия –  $K_p = \frac{[H_2O]}{[H_2]}$

**Литература для подготовки:**

***а) основная литература***

1. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/ Э.Т. Оганесян [и др.]. – М: Издательство Юрайт, 2016. – 447 с.
2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов/ Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; под ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 560 с.

***б) дополнительная литература***

3. Пузаков, С.А. Химия: учебник /С.А. Пузаков – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2006. – 640 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).

4. Слесарев, В.И. Химия. Основы химии живого / В.И. Слесарев. – СПб.: Химиздат, 2000. – С. 14-30.
5. Химия: общая и неорганическая [Электронный ресурс] / сост. Ю.Я. Харитонов, Т.К. Слонская; ГОУ ВПО Моск. мед. акад. им. И.М. Сеченова; Фармац. фак.; Центр. науч. мед. б-ка. – Электрон. дан. – М.: Русский врач, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD- версия). – Загл. этикетки диска. – (Электрон. б-ка для высш. мед. и фармац. образования).
6. Глинка, Н.Л. Общая химия: учебник / Н.Л. Глинка – М.: КНОРУС, 2010. – 886 с.
7. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник / Н.С. Ахметов. – 6-е изд. стер. - М.: ВШ, 2005.- С. 6-45, 289-292.

***в) методические разработки***

8. Введение в неорганическую химию: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 3-е изд. перераб. и доп. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2020. – 156 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).

***г) профессиональные базы данных***

9. [www.books-up.ru](http://www.books-up.ru) – ЭБС Букап, коллекция Большая медицинская библиотека (профессиональная база данных)
10. <http://www.femb.ru/feml/> – Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (профессиональная база данных)
11. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> – PubMed – бесплатная версия базы данных MEDLINE, крупнейшей библиографической базы Национального центра биотехнологической информации (NCBI) на основе раздела «биотехнология» Национальной медицинской библиотеки США (NLM) (профессиональная база данных)



**Тема.** Окислительно-восстановительные реакции. Метод полуреакций.

Определение возможности самопроизвольного осуществления  
ОВ-реакции.

**Вопросы для самостоятельной внеаудиторной подготовки к занятию:**

1. Какие реакции называются окислительно-восстановительными?
2. Электронная теория окислительно-восстановительных реакций.
3. Типы окислительно-восстановительных реакций.
4. Что называется стандартным ОВ-потенциалом системы? Как определяют направление ОВ-реакции по значению ОВ-потенциалов?
5. Какая существует взаимосвязь между  $\Delta G^\circ$  и  $\Delta E^\circ$  (ЭДС) ОВ-реакции при стандартных условиях (какой формулой эта взаимосвязь выражается)?

**Изучив эти вопросы, выполните письменно следующие задания:**

**Вариант № 1**

Составьте схемы электронного баланса. Расставьте коэффициенты, укажите окислитель и восстановитель, процессы восстановления и окисления:

- 1)  $\text{KIO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{MnSO}_4 + \text{KIO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HMnO}_4 + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$
- 3)  $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KI} + \text{K}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$

**Вариант № 2**

Составьте схемы электронного баланса. Расставьте коэффициенты, укажите окислитель и восстановитель, процессы восстановления и окисления:

- 1)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{O}_2 + \text{MnO}_2 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{MnCl}_2 + \text{KBrO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{KBr} + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{Cu} + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{K}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{S} + \text{KOH}$

### Вариант № 3

Составьте схемы электронного баланса. Расставьте коэффициенты, укажите окислитель и восстановитель, процессы восстановления и окисления:

- 1)  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
- 4)  $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O}$

### Вариант № 4

Составьте схемы электронного баланса. Расставьте коэффициенты, укажите окислитель и восстановитель, процессы восстановления и окисления:

- 1)  $\text{Zn} + \text{HNO}_3(\text{разб.}) \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{NaCrO}_2 + \text{PbO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{Na}_2\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{Al} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$
- 4)  $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$

### Вариант № 5

Составьте схемы электронного баланса. Расставьте коэффициенты, укажите окислитель и восстановитель, процессы восстановления и окисления:

- 1)  $\text{Zn} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$
- 2)  $\text{Cu} + \text{HNO}_3(\text{разб.}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{SO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4$
- 4)  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$

### Вариант № 6

Составьте схемы электронного баланса. Расставьте коэффициенты, укажите окислитель и восстановитель, процессы восстановления и окисления:

- 1)  $\text{KMnO}_4 + \text{SnCl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_3 + \text{K}_2\text{SnO}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$

- 2)  $\text{SO}_2 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$
- 3)  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KBr} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{AsH}_3 + \text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{Ag} + \text{HNO}_3$

### Вариант № 7

Составьте схемы электронного баланса. Расставьте коэффициенты, укажите окислитель и восстановитель, процессы восстановления и окисления:

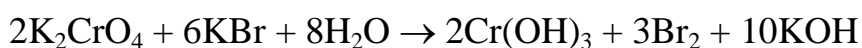
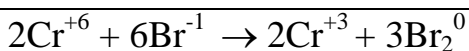
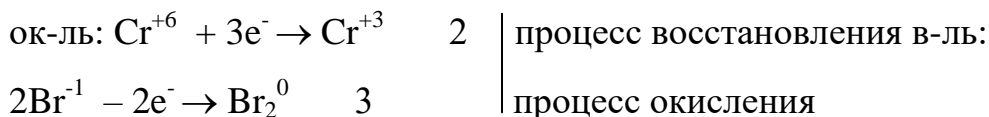
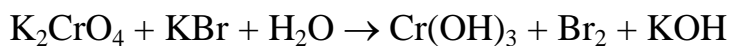
- 1)  $\text{KMnO}_4 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{NO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{S} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$

### Вариант № 8

Составьте схемы электронного баланса. Расставьте коэффициенты, укажите окислитель и восстановитель, процессы восстановления и окисления:

- 1)  $\text{KMnO}_4 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{S} + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{KNO}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{NO} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{I}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$

### Образец выполнения письменных заданий:



## **Литература для подготовки:**

### ***а) основная литература***

1. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/ Э.Т. Оганесян [и др.]. – М: Издательство Юрайт, 2016. – 447 с.
2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов/ Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; под ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 560 с.

### ***б) дополнительная литература***

3. Пузаков, С.А. Химия: учебник /С.А. Пузаков – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2006. – 640 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
4. Слесарев, В.И. Химия. Основы химии живого / В.И. Слесарев. – СПб.: Химиздат, 2000. – С. 14-30.
5. Химия: общая и неорганическая [Электронный ресурс] / сост. Ю.Я. Харитонов, Т.К. Слонская; ГОУ ВПО Моск. мед. акад. им. И.М. Сеченова; Фармац. фак.; Центр. науч. мед. б-ка. – Электрон. дан. – М.: Русский врач, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD- версия). – Загл. этикетки диска. – (Электрон. б-ка для высш. мед. и фармац. образования).
6. Глинка, Н.Л. Общая химия: учебник / Н.Л. Глинка – М.: КНОРУС, 2010. – 886 с.
7. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник / Н.С. Ахметов. – 6-е изд. стер. - М.: ВШ, 2005.- С. 6-45, 289-292.

### ***в) методические разработки***

8. Введение в неорганическую химию: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 3-е изд. перераб. и доп. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2020. – 156 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).

*з) профессиональные базы данных*

9. [www.books-up.ru](http://www.books-up.ru) – ЭБС Букап, коллекция Большая медицинская библиотека (профессиональная база данных)
10. <http://www.femb.ru/feml/> – Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (профессиональная база данных)
11. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> – PubMed – бесплатная версия базы данных MEDLINE, крупнейшей библиографической базы Национального центра биотехнологической информации (NCBI) на основе раздела «биотехнология» Национальной медицинской библиотеки США (NLM) (профессиональная база данных)

*Тема. Растворы. Равновесные процессы в растворах электролитов. Теории кислот и оснований.*

**Вопросы для самостоятельной внеаудиторной подготовки к занятию:**

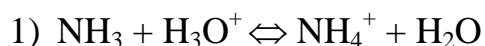
1. Что называется электролитической диссоциацией? Электролиты и неэлектролиты. Приведите примеры. К каким классам неорганических соединений относятся электролиты? Назовите основные положения теории электролитической диссоциации С. Аррениуса.
2. Как влияет природа химической связи на диссоциацию веществ в растворах? Поясните механизм процесса электролитической диссоциации, приведите примеры и схемы диссоциации в воде электролитов с ионным типом связи и ковалентной полярной связью. Что такое сольваты (гидраты)?
3. Что такое степень диссоциации? Какие электролиты называются сильными и слабыми? Приведите примеры.
4. Зависимость степени диссоциации от:
  - от природы электролита и растворителя; роль диэлектрической проницаемости растворителя в процессе диссоциации;
  - концентрации электролита и изменения концентрации одноименных ионов;
  - температуры; термодинамический анализ процесса диссоциации.
5. Константа электролитической диссоциации. От каких факторов она зависит? Закон разбавления Оствальда для слабых бинарных электролитов.
6. Дайте определения кислоте, основанию и соли (средней, кислой, основной, двойной) согласно теории электролитической диссоциации.
7. Какие достоинства и недостатки имеет теория кислот и оснований С. Аррениуса?

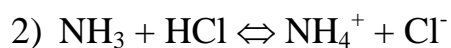
8. Какое определение кислоте и основанию дает протолитическая теория? Какие частицы называются амфолитами? Примеры.
9. Какие реакции называются протолитическими? Какие частицы называют сопряженными кислотами и сопряженными основаниями?
10. Какие достоинства и недостатки имеет протолитическая теория кислот и оснований?
11. Основные положения электронной теории кислот и оснований Льюиса. Определение понятий кислоты и основания. В чём заключается по этой теории взаимодействие между кислотой и основанием?
12. Какие достоинства и недостатки имеет электронная теория Льюиса?
13. Какие представления лежат в основе концепции "жестких" и "мягких" частиц (кислот и оснований)? Какое существует правило взаимодействия этих частиц?
14. Какие достоинства и недостатки имеет концепция ЖМКО?

**Изучив эти вопросы, выполните письменно следующие задания:**

**Вариант № 1**

1. Какие электролиты диссоциируют необратимо, а какие – обратимо? Покажите это на примерах следующих электролитов:  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NaHSO}_3$ ,  $\text{MgOHCl}$ . Назовите все образующиеся ионы по номенклатуре ИЮПАК.
2. Составьте молекулярные, полные и сокращенные ионно-молекулярные уравнения для следующих реакций:
  - 1)  $\text{FeCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$
  - 2)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
  - 3)  $\text{AgNO}_3 + \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
3. Укажите сопряжённые кислотно-основные пары в уравнениях протолитических реакций:





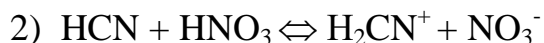
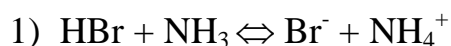
### Вариант № 2

1. Какие электролиты диссоциируют необратимо, а какие – обратимо? Покажите это на примерах следующих электролитов:  $\text{HCl}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $(\text{FeOH})_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$ . Назовите все образующиеся ионы по номенклатуре ИЮПАК.
2. Составьте молекулярные, полные и сокращенные ионно-молекулярные уравнения для следующих реакций:
  - 1)  $\text{AlCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$
  - 2)  $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow$
  - 3)  $\text{HBr} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
3. Укажите кислотно-основные сопряжённые пары в уравнениях протолитических реакций:
  - 1)  $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$
  - 2)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{NH}_4^+$

### Вариант № 3

1. Какие электролиты диссоциируют необратимо, а какие – обратимо? Покажите это на примерах следующих электролитов:  $\text{HClO}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{FeOH}\text{SO}_4$ ,  $\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$ . Назовите все образующиеся ионы по номенклатуре ИЮПАК.
2. Составьте молекулярные, полные и сокращенные ионно-молекулярные уравнения для следующих реакций:
  - 1)  $\text{FeSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$
  - 2)  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
  - 3)  $\text{HCl} + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
3. Укажите кислотно-основные сопряжённые пары в уравнениях протолитических реакций:

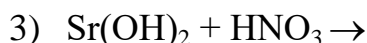
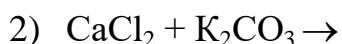
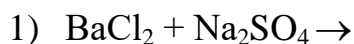




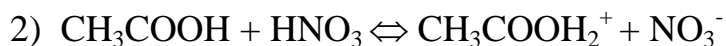
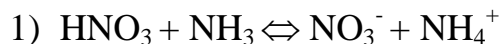
#### Вариант № 4

1. Какие электролиты диссоциируют необратимо, а какие – обратимо? Покажите это на примерах следующих электролитов:  $\text{HClO}_3$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{AlOHSO}_4$ ,  $\text{Ca(H}_2\text{PO}_4)_2$ . Назовите все образующиеся ионы по номенклатуре ИЮПАК.

2. Составьте молекулярные, полные и сокращенные ионно-молекулярные уравнения для следующих реакций:



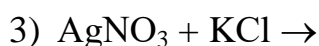
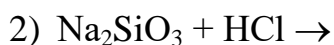
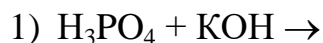
3. Укажите кислотно-основные сопряжённые пары в уравнениях протолитических реакций:



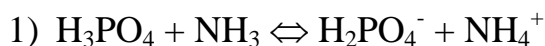
#### Вариант № 5

1. Какие электролиты диссоциируют необратимо, а какие – обратимо? Покажите это на примерах следующих электролитов:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{CaOHCl}$ . Назовите все образующиеся ионы по номенклатуре ИЮПАК.

2. Составьте молекулярные, полные и сокращенные ионно-молекулярные уравнения для следующих реакций:

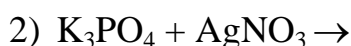
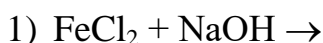


3. Укажите кислотно-основные сопряжённые пары в уравнениях протолитических реакций:

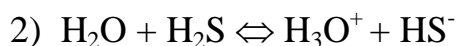
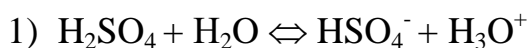


### Вариант № 6

1. Какие электролиты диссоциируют необратимо, а какие – обратимо? Покажите это на примерах следующих электролитов:  $\text{HClO}_3$ ,  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $(\text{CaOH})_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$ . Назовите все образующиеся ионы по номенклатуре ИЮПАК.
2. Составьте молекулярные, полные и сокращённые ионно-молекулярные уравнения для следующих реакций:

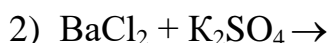
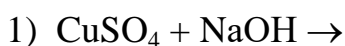


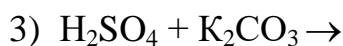
3. Укажите кислотно-основные сопряжённые пары в уравнениях протолитических реакций:



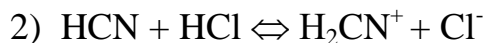
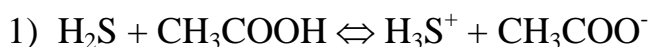
### Вариант № 7

1. Какие электролиты диссоциируют необратимо, а какие – обратимо? Покажите это на примерах следующих электролитов:  $\text{HClO}_2$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{AlOHSO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$ . Назовите все образующиеся ионы по номенклатуре ИЮПАК.
2. Составьте молекулярные, полные и сокращённые ионно-молекулярные уравнения для следующих реакций:



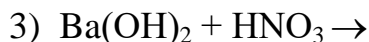
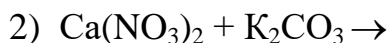
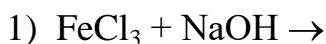


3. Укажите кислотно-основные сопряжённые пары в уравнениях протолитических реакций:

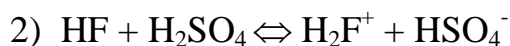
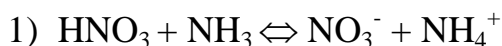


### Вариант № 8

1. Какие электролиты диссоциируют необратимо, а какие – обратимо? Покажите это на примерах следующих электролитов:  $\text{HClO}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{CrOH}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Mg(H}_2\text{PO}_4)_2$ . Назовите все образующиеся ионы по номенклатуре ИЮПАК.
2. Составьте молекулярные, полные и сокращённые ионно-молекулярные уравнения для следующих реакций:

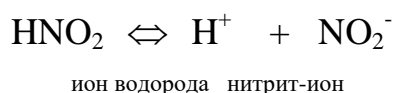
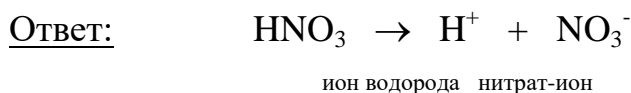


3. Укажите кислотно-основные сопряжённые пары в уравнениях протолитических реакций:



### Образец выполнения письменных заданий:

1. Какие электролиты диссоциируют необратимо, а какие - обратимо? Покажите это на примерах следующих электролитов:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{LiOH}$ ,  $\text{Mg(HSO}_4)_2$ . Назовите все образующиеся ионы по номенклатуре ИЮПАК.



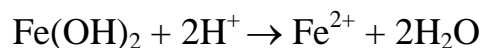
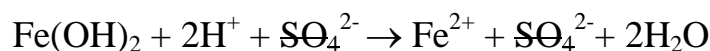
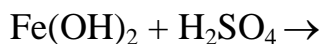


ион лития    гидроксид-ион



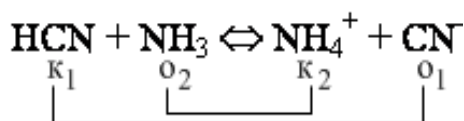
ион магния    гидросульфат-ион

2. Составьте молекулярное, полное и сокращенное ионно-молекулярные уравнения для следующей реакции:



3. Укажите кислотно-основные сопряжённые пары в уравнениях протолитической реакции:  $\text{HCN} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{CN}^-$

Ответ:



### Литература для подготовки:

#### *а) основная литература*

1. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/ Э.Т. Оганесян [и др.]. – М: Издательство Юрайт, 2016. – 447 с.
2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов/ Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; под ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 560 с.

#### *б) дополнительная литература*

3. Пузаков, С.А. Химия: учебник /С.А. Пузаков – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2006. – 640 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
4. Слесарев, В.И. Химия. Основы химии живого / В.И. Слесарев. – СПб.: Химиздат, 2000. – С. 14-30.

5. Химия: общая и неорганическая [Электронный ресурс] / сост. Ю.Я. Харитонов, Т.К. Слонская; ГОУ ВПО Моск. мед. акад. им. И.М. Сеченова; Фармац. фак.; Центр. науч. мед. б-ка. – Электрон. дан. – М.: Русский врач, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD- версия). – Загл. этикетки диска. – (Электрон. б-ка для высш. мед. и фармац. образования).
6. Глинка, Н.Л. Общая химия: учебник / Н.Л. Глинка – М.: КНОРУС, 2010. – 886 с.
7. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник / Н.С. Ахметов. – 6-е изд. стер. - М.: ВШ, 2005.- С. 6-45, 289-292.

***в) методические разработки***

8. Введение в неорганическую химию: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 3-е изд. перераб. и доп. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2020. – 156 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).

***г) профессиональные базы данных***

9. [www.books-up.ru](http://www.books-up.ru) – ЭБС Букап, коллекция Большая медицинская библиотека (профессиональная база данных)
10. <http://www.femb.ru/feml/> – Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (профессиональная база данных)
11. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> – PubMed – бесплатная версия базы данных MEDLINE, крупнейшей библиографической базы Национального центра биотехнологической информации (NCBI) на основе раздела «биотехнология» Национальной медицинской библиотеки США (NLM) (профессиональная база данных)

*Тема. Растворы. Равновесные процессы в растворах электролитов.  
Гидролиз солей.*

**Вопросы для самостоятельной внеаудиторной подготовки к занятию:**

1. Ионное произведение воды. Водородный показатель – рН; гидроксидный показатель – рОН. Сумма рН и рОН. Значения концентрации  $C(H^+)$  и рН в различных средах.
2. Определение понятия «гидролиз солей».
3. Поляризующее действие ионов. Факторы, от которых оно зависит: для катионов тип электронной оболочки и величина ионного потенциала; для тетраэдрических и треугольных оксоанионов – величина делокализованного заряда на атомах кислорода, для элементарных анионов – величина ионного потенциала.
4. Гидролиз солей, как результат поляризационного взаимодействия ионов соли с молекулами воды.
5. Факторы, влияющие на процесс гидролиза солей: а) природа ионов соли; б) концентрация ионов соли; в) температура.
6. Гидролиз, как обратимый процесс. Константа гидролиза. Смещение равновесия процесса гидролиза.
7. Гидролиз солей с позиций протолитической теории кислот и оснований.
8. Совместный гидролиз.

**Изучив эти вопросы, выполните письменно следующие задания:**

**Вариант № 1**

1. Какая из приведенных солей подвергается гидролизу только по катиону, а какая – только по аниону:  $NaCl$ ,  $CuSO_4$ ,  $Na_3PO_4$ ,  $Fe(CH_3COO)_2$ ? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей. Укажите ориентировочное значение рН растворов этих солей ( $pH > 7$ ,  $pH < 7$ ,

pH≈7). Назовите продукты гидролиза по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

2. Допишите продукты гидролиза, учитывая, что это случай совместного гидролиза:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$

### Вариант № 2

1. Какая из приведенных солей подвергается гидролизу только по катиону, а какая – только по аниону:  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{KNO}_2$ ,  $\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей. Укажите ориентировочное значение pH растворов этих солей (pH>7, pH<7, pH≈7). Назовите продукты гидролиза по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).
2. Допишите продукты гидролиза, учитывая, что это случай совместного гидролиза:  $\text{FeCl}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$

### Вариант № 3

1. Какая из приведенных солей подвергается гидролизу только по катиону, а какая – только по аниону:  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей. Укажите ориентировочное значение pH растворов этих солей (pH>7, pH<7, pH≈7). Назовите продукты гидролиза по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).
2. Допишите продукты гидролиза, учитывая, что это случай совместного гидролиза:  $\text{CrCl}_3 + \text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$

### Вариант № 4

1. Какая из приведенных солей подвергается гидролизу только по катиону, а какая – только по аниону:  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_3\text{AsO}_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих

солей. Укажите ориентировочное значение pH растворов этих солей ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ). Назовите продукты гидролиза по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

2. Допишите продукты гидролиза, учитывая, что это случай совместного гидролиза:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$

### Вариант № 5

1. Какая из приведенных солей подвергается гидролизу только по катиону, а какая – только по аниону:  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_3\text{AsO}_4$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Cr}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ ? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей. Укажите ориентировочное значение pH растворов этих солей ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ). Назовите продукты гидролиза по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).
2. Допишите продукты гидролиза, учитывая, что это случай совместного гидролиза:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$

### Вариант № 6

1. Какая из приведенных солей подвергается гидролизу только по катиону, а какая – только по аниону:  $\text{NaI}$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ ? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей. Укажите ориентировочное значение pH растворов этих солей ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ). Назовите продукты гидролиза по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).
2. Допишите продукты гидролиза, учитывая, что это случай совместного гидролиза:  $\text{AlCl}_3 + \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$

### Вариант № 7

1. Какая из приведенных солей подвергается гидролизу только по катиону, а какая – только по аниону:  $\text{NaBr}$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ? Составьте



ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей. Укажите ориентировочное значение pH растворов этих солей (pH>7, pH<7, pH≈7). Назовите продукты гидролиза по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

2. Допишите продукты гидролиза, учитывая, что это случай совместного гидролиза:  $\text{FeCl}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$

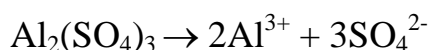
### Вариант № 8

1. Какая из приведенных солей подвергается гидролизу только по катиону, а какая – только по аниону:  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{CdSO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей. Укажите ориентировочное значение pH растворов этих солей (pH>7, pH<7, pH≈7). Назовите продукты гидролиза по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).
2. Допишите продукты гидролиза, учитывая, что это случай совместного гидролиза:  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$

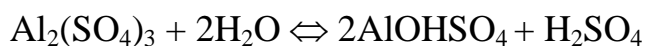
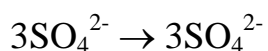
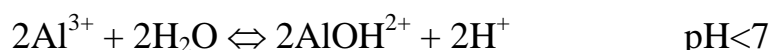
### Образец выполнения письменных заданий:

1. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакции гидролиза соли  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Укажите ориентировочное значение pH раствора этой соли (pH>7, pH<7, pH≈7). Назовите продукты гидролиза по номенклатуре ИЮПАК.

Ответ:



Соль образована слабым основанием  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и сильной кислотой  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , поэтому гидролиз соли протекает по катиону:

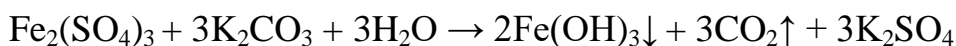


$\text{AlOHSO}_4$  – сульфат гидроксоалюминия;

$\text{H}_2\text{SO}_4$  – серная кислота.

2. Допишите продукты гидролиза, учитывая, что это случай совместного гидролиза:  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$

Ответ:



### **Литература для подготовки:**

#### ***а) основная литература***

1. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/ Э.Т. Оганесян [и др.]. – М: Издательство Юрайт, 2016. – 447 с.
2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов/ Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; под ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 560 с.

#### ***б) дополнительная литература***

3. Пузаков, С.А. Химия: учебник /С.А. Пузаков – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2006. – 640 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
4. Слесарев, В.И. Химия. Основы химии живого / В.И. Слесарев. – СПб.: Химиздат, 2000. – С. 14-30.
5. Химия: общая и неорганическая [Электронный ресурс] / сост. Ю.Я. Харитонов, Т.К. Слонская; ГОУ ВПО Моск. мед. акад. им. И.М. Сеченова; Фармац. фак.; Центр. науч. мед. б-ка. – Электрон. дан. – М.: Русский врач, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD- версия). – Загл. этикетки диска. – (Электрон. б-ка для высш. мед. и фармац. образования).
6. Глинка, Н.Л. Общая химия: учебник / Н.Л. Глинка – М.: КНОРУС, 2010. – 886 с.
7. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник / Н.С. Ахметов. –

6-е изд. стер. - М.: ВШ, 2005.- С. 6-45, 289-292.

***в) методические разработки***

8. Введение в неорганическую химию: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 3-е изд. перераб. и доп. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2020. – 156 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).

***г) профессиональные базы данных***

9. [www.books-up.ru](http://www.books-up.ru) – ЭБС Букап, коллекция Большая медицинская библиотека (профессиональная база данных)
10. <http://www.femb.ru/feml/> – Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (профессиональная база данных)
11. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> – PubMed – бесплатная версия базы данных MEDLINE, крупнейшей библиографической базы Национального центра биотехнологической информации (NCBI) на основе раздела «биотехнология» Национальной медицинской библиотеки США (NLM) (профессиональная база данных)

*Тема. Растворы. Способы выражения состава растворов. Титриметрические методы анализа. Кисотно-основное титрование.*

**Вопросы для самостоятельной внеаудиторной подготовки к занятию:**

1. Общие понятия: раствор, растворитель, растворенное вещество.
2. Растворимость. Назовите факторы, от которых зависит растворимость веществ.
3. Процесс растворения веществ. Из каких стадий состоит процесс растворения? Что называется тепловым эффектом растворения?
4. Какие растворы называются насыщенными, ненасыщенными и пересыщенными? Каковы условия их получения? Может ли быть насыщенный раствор разбавленным, а концентрированный – ненасыщенным? Приведите примеры.
5. Назовите известные вам способы выражения количественного состава растворов.
6. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Закон эквивалентов.
7. Титриметрический анализ. На чем он основан?
8. Требования, предъявляемые к реакциям, используемым при титриметрическом анализе.
9. Что называется точкой эквивалентности?
10. Что называется конечной точкой титрования?
11. Основные группы методов титриметрического анализа.
12. Метод кислотно-основного титрования. Разновидности метода кислотно-основного титрования: ацидометрия и алкалиметрия.
13. Что называется скачком титрования?

**Изучив эти вопросы, выполните письменно следующие задания:**

### Вариант № 1

1. К раствору массой 250 г с  $\omega(\text{соли}) = 10\%$  добавили эту же соль массой 15 г. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

Ответ: 15,09 %.

2. Смешали раствор массой 200 г с  $\omega(\text{NaOH}) = 1\%$  с раствором массой 50 г с  $\omega(\text{NaOH}) = 4\%$ . Вычислите массовую долю гидроксида натрия в полученном растворе.

Ответ: 1,6%.

3. Эквиваленты хлора и серы в соединениях HCl и H<sub>2</sub>S соответственно равны:

а) 1 моль и 1 моль

в) 1 моль и 1/2 моль

б) 1 моль и 2 моль

г) 1/2 моль и 1 моль

### Вариант № 2

1. К 250 г раствора с  $\omega(\text{FeSO}_4) = 10\%$  добавили 150 мл воды. Рассчитайте массовую долю сульфата железа (II) в полученном растворе. Ответ: 6,25%

2. Смешали раствор массой 150 г с  $\omega(\text{KOH}) = 5\%$  с раствором массой 200 г с  $\omega(\text{KOH}) = 10\%$ . Вычислите массовую долю щелочи в полученном растворе.

Ответ: 7,86%.

3. Эквиваленты азота и углерода в соединениях NH<sub>3</sub> и CH<sub>4</sub> соответственно равны:

а) 3 моль и 4 моль

в) 1/4 моль и 1/3 моль

б) 1/3 моль и 1/4 моль

г) 4 моль и 3 моль

### Вариант № 3

1. К раствору массой 450 г с  $\omega(\text{NaCl}) = 3\%$  добавили эту же соль массой 25 г. Рассчитайте массовую долю NaCl в полученном растворе.

Ответ: 8,10%.

2. Смешали раствор массой 300 г с массовой долей растворенного вещества 2% с раствором массой 140 г с массовой долей растворенного вещества 6%. Вычислите массовую долю этого вещества в полученном растворе.

Ответ: 3,27%.

3. Эквиваленты брома и азота в соединениях  $\text{HBr}$  и  $\text{NH}_3$  соответственно равны:

а) 3 моль и 1 моль

в) 1 моль и  $1/3$  моль

б)  $1/3$  моль и 1 моль

г) 1 моль и 3 моль

#### **Вариант № 4**

1. К раствору массой 150 г с  $\omega(\text{KOH}) = 10\%$  добавили гидроксид калия массой 5 г. Рассчитайте массовую долю KOH в полученном растворе.

Ответ: 12,9%.

2. Смешали раствор массой 60 г с массовой долей растворенного вещества 2% с раствором массой 150 г с массовой долей растворенного вещества 5%. Вычислите массовую долю этого вещества в полученном растворе.

Ответ: 4,14%.

3. Эквиваленты селена и фтора в соединениях  $\text{H}_2\text{Se}$  и  $\text{HF}$  соответственно равны:

а.) 1 моль и 1 моль

в) 2 моль и 1 моль

б) 1 моль и 2 моль

г)  $1/2$  моль и 1 моль

#### **Вариант № 5**

1. В растворе массой 500 г с  $\omega(\text{CuSO}_4) = 4\%$  растворили сульфат меди (II) массой 25 г. Рассчитайте массовую долю  $\text{CuSO}_4$  в полученном растворе.

Ответ: 8,57%.

2. Смешали раствор массой 300 г с  $\omega(\text{NaCl}) = 20\%$  с раствором массой 500 г с  $\omega(\text{NaCl}) = 40\%$ . Вычислите массовую долю хлорида натрия в полученном растворе.

Ответ: 32,5%.

3. Эквиваленты мышьяка и хлора в соединениях  $AsH_3$  и  $HCl$  соответственно равны:

а) 3 моль и 1 моль

в) 1 моль и  $1/3$  моль

б)  $1/3$  моль и 1 моль

г) 1 моль и 3 моль

### **Вариант № 6**

1. К раствору массой 260 г с  $\omega(Na_2SO_4) = 4\%$  добавили сульфат натрия массой 20 г. Рассчитайте массовую долю  $Na_2SO_4$  в полученном растворе.

Ответ: 10,86%.

2. Смешали раствор массой 250 г с  $\omega(NaOH) = 16\%$  с раствором массой 200 г с  $\omega(NaOH) = 20\%$ . Вычислите массовую долю гидроксида натрия в полученном растворе.

Ответ: 17,78%.

3. Эквиваленты бора и кремния в соединениях  $BH_3$  и  $SiH_4$  соответственно равны:

а) 4 моль и 3 моль

в)  $1/3$  моль и  $1/4$  моль

б)  $1/4$  моль и  $1/3$  моль

г) 3 моль и 4 моль

### **Вариант № 7**

1. К раствору массой 300 г с  $\omega(ZnSO_4) = 5\%$  добавили сульфат цинка массой 20 г. Рассчитайте массовую долю  $ZnSO_4$  в полученном растворе.

Ответ: 10,94%.

2. Смешали раствор массой 120 г с  $\omega(KOH) = 9\%$  с раствором массой 380 г с  $\omega(KOH) = 12\%$ . Вычислите массовую долю гидроксида калия в полученном растворе.

Ответ: 11,28%.

3. Эквиваленты брома и углерода в соединениях  $HBr$  и  $CH_4$  соответственно равны:

а) 1 моль и 4 моль

в) 1 моль и 1/4 моль

б) 1/4 моль и 1 моль

г) 4 моль и 1 моль

### Вариант № 8

1. К раствору массой 80 г с массовой долей соли 20% добавили воду объемом 40 мл. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

Ответ: 13,33%.

2. Смешали раствор массой 300 г с  $\omega(\text{NaCl}) = 10\%$  с раствором массой 200 г с  $\omega(\text{NaCl}) = 20\%$ . Вычислите массовую долю хлорида натрия в полученном растворе.

Ответ: 14%.

3. Эквиваленты селена и мышьяка в соединениях  $\text{H}_2\text{Se}$  и  $\text{AsH}_3$  соответственно равны:

а) 3 моль и 2 моль

в) 1/2 моль и 1/3 моль

б) 1/3 моль и 1/2 моль

г) 2 моль и 3 моль

### Образец выполнения письменных заданий:

1. К раствору массой 540 г с  $\omega(\text{KOH}) = 20\%$  добавили воду массой 110 г. Рассчитайте массовую долю гидроксида калия в полученном растворе.

Решение:

- 1) Рассчитаем массу KOH в растворах:

$$m_1(\text{KOH}) = \frac{\omega_1(\text{KOH}) \cdot m_1(p-pa)}{100\%} = \frac{540\text{г} \cdot 20\%}{100\%} = 108 \text{ г}$$

$$m_2(\text{KOH}) = m_1(\text{KOH}) = 108 \text{ г}$$

- 2) Найдем массу полученного раствора:

$$m_2(p-pa) = m_1(p-pa) + m(\text{H}_2\text{O}) = 540 \text{ г} + 110 \text{ г} = 650 \text{ г}$$

- 3) Рассчитаем массовую долю KOH в полученном растворе:

$$\omega_2(\text{KOH}) = \frac{m_2(\text{KOH})}{m_2(p-pa)} \cdot 100\% = \frac{108 \text{ г}}{650\text{г}} \cdot 100\% = 16,62 \%$$



Ответ: 16,62%.

2. Смешали раствор массой 250 г с  $\omega(\text{NaCl}) = 12\%$  с раствором массой 300 г с  $\omega(\text{NaCl}) = 8\%$ . Вычислите массовую долю хлорида натрия в полученном растворе.

Решение:

- 1) Рассчитаем массу NaCl в растворе с массовой долей соли 12%:

$$m_1(\text{NaCl}) = \frac{\omega_1(\text{NaCl}) \cdot m_1(p-pa)}{100\%} = \frac{250 \text{ г} \cdot 12\%}{100\%} = 30 \text{ г}$$

- 2) Найдем массу NaCl в растворе с массовой долей соли 8%:

$$m_2(\text{NaCl}) = \frac{\omega_2(\text{NaCl}) \cdot m_2(p-pa)}{100\%} = \frac{300 \text{ г} \cdot 8\%}{100\%} = 24 \text{ г}$$

- 3) Рассчитаем массу полученного раствора:

$$m_3(p-pa) = m_1(p-pa) + m_2(p-pa) = 250 \text{ г} + 300 \text{ г} = 550 \text{ г}$$

- 4) Найдем массу соли в полученном растворе:

$$m_3(\text{NaCl}) = m_1(\text{NaCl}) + m_2(\text{NaCl}) = 30 \text{ г} + 24 \text{ г} = 54 \text{ г}$$

- 5) Рассчитаем массовую долю соли в полученном растворе:

$$\omega_3(\text{NaCl}) = \frac{m_3(\text{NaCl})}{m_3(p-pa)} \cdot 100\% = \frac{54 \text{ г}}{550 \text{ г}} \cdot 100\% = 9,82 \%$$

Ответ: 9,82%.

3. Эквиваленты кислорода и йода в соединениях  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{HI}$  соответственно равны:

а) 1 моль и 1 моль

в) 1 моль и 1/2 моль

б) 1 моль и 2 моль

г) 1/2 моль и 1 моль

Решение:

Эквивалентом элемента называют такое его количество, которое соединяется с 1 моль атомов водорода или замещает то же количество атомов водорода в химических реакциях.

В соединениях  $H_2O$  и  $HI$  эквиваленты кислорода и йода соответственно равны  $1/2$  моль и 1 моль.

Ответ: г.  $1/2$  моль и 1 моль

### **Литература для подготовки:**

#### ***а) основная литература***

1. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/ Э.Т. Оганесян [и др.]. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 447 с.
2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов/ Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; под ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 560 с.

#### ***б) дополнительная литература***

3. Пузаков, С.А. Химия: учебник /С.А. Пузаков – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2006. – 640 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
4. Слесарев, В.И. Химия. Основы химии живого / В.И. Слесарев. – СПб.: Химиздат, 2000. – С. 14-30.
5. Химия: общая и неорганическая [Электронный ресурс] / сост. Ю.Я. Харитонов, Т.К. Слонская; ГОУ ВПО Моск. мед. акад. им. И.М. Сеченова; Фармац. фак.; Центр. науч. мед. б-ка. – Электрон. дан. – М.: Русский врач, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD- версия). – Загл. этикетки диска. – (Электрон. б-ка для высш. мед. и фармац. образования).
6. Глинка, Н.Л. Общая химия: учебник / Н.Л. Глинка – М.: КНОРУС, 2010. – 886 с.
7. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник / Н.С. Ахметов. – 6-е изд. стер. - М.: ВШ, 2005. - С. 6-45, 289-292.
8. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учебник / Ю.Я. Харитонов. – М.: ВШ, 2001- 2005 г.г. – Т. 2. – С. 81-127.

9. Глинка, Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии/ Н.Л. Глинка. - М.: Интеграл–Пресс, 2007. – 240 с.

***в) методические разработки***

10. Введение в неорганическую химию: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 3-е изд. перераб. и доп. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2020. – 156 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
11. Количественный анализ: учеб.-метод. пособие по аналитической химии для студентов 2 курса очного и заочного отделения + [Электронный ресурс] / Зайцев В.П. [и др.]. – Пятигорск: Пятигорская ГФА, 2011. – С. 16-28.

***г) профессиональные базы данных***

12. [www.books-up.ru](http://www.books-up.ru) – ЭБС Букап, коллекция Большая медицинская библиотека (профессиональная база данных)
13. <http://www.femb.ru/feml/> – Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (профессиональная база данных)
14. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> – PubMed – бесплатная версия базы данных MEDLINE, крупнейшей библиографической базы Национального центра биотехнологической информации (NCBI) на основе раздела «биотехнология» Национальной медицинской библиотеки США (NLM) (профессиональная база данных)

*Тема. р-Элементы III и IV групп. Реакции обнаружения соединений р-элементов III и IV групп.*

**Вопросы для самостоятельной внеаудиторной подготовки к занятию:**

1. Общая характеристика р-элементов III группы (положение в периодической системе, электронные формулы атомов, возможные степени окисления, валентность).
2. Оксид бора, борная кислота (получение, свойства). Реакция обнаружения борной кислоты.
3. Соли борной кислоты (метабораты, тетрабораты). Гидролиз тетрабората натрия (буры). Перлы.
4. Соединения алюминия: оксид, гидроксид. Амфотерные свойства гидроксида алюминия с позиций теории электролитической диссоциации и протолитической теории кислот и оснований. Реакция обнаружения иона  $Al^{3+}$ .
5. Соли алюминия (средние, двойные – квасцы), их гидролиз.
6. Общая характеристика р-элементов IV группы (положение в периодической системе элементов, электронные формулы и электронно-структурные диаграммы атомов, проявляемые степени окисления и валентность).
7. Особенность строения атома углерода. Углерод, как основа органических соединений.
8. Аллотропия углерода. Что такое активированный уголь? Понятие об адсорбции.
10. Оксид углерода (IV). Строение молекулы, физические и химические свойства.
11. Угольная кислота и ее соли: карбонаты, гидрокарбонаты; растворимость в воде, гидролиз, термическое разложение.
12. Реакции обнаружения оксида углерода (IV), карбонат- и гидрокарбонат-ионов.

13. Оксид кремния (IV). Кремниевые кислоты (орто-, мета- метадикремниевая).  
Силикагель. Силикаты: растворимость в воде, гидролиз.
14. Реакции обнаружения силикат-ионов.
16. Соединения олова (II и IV) и свинца (II и IV), оксиды, гидроксиды (кислотно-основные свойства). Соли: растворимость в воде, гидролиз.
18. Реакции обнаружения ионов  $\text{Sn}^{2+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$ .
19. Применение соединений p-элементов III и IV групп в медицине и аналитической практике.

**Изучив эти вопросы, выполните письменно следующие задания:**

### **Вариант № 1**

1. Сульфид алюминия  $\text{Al}_2\text{S}_3$  получают только сухим путем, например, спеканием порошков алюминия с серой. Напишите уравнение этой реакции. Что произойдет с полученными желтыми кристаллами при их контакте с водой? Ответ подтвердите уравнением реакции.
2. Опишите качественные реакции на карбонат- и гидрокарбонат- ионы. Напишите уравнения соответствующих реакций. Укажите аналитический эффект.
3. Как можно получить гидроксид олова (II) в лаборатории? Укажите, какими свойствами он обладает с точки зрения теории электролитической диссоциации. Ответ подтвердите уравнениями реакций.

### **Вариант № 2**

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



Назовите соединения алюминия, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

2. Охарактеризуйте углерод, исходя из положения в периодической системе элементов: электронная формула и электронно-структурная диаграмма, особенности атома углерода, возможные степени окисления.
3. Как можно получить гидроксид свинца (II) в лаборатории? Укажите, какими свойствами он обладает с точки зрения теории электролитической диссоциации. Ответ подтвердите уравнениями реакций.

### Вариант № 3

1. Допишите уравнение реакции  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$ , учитывая, что гидролиз протекает до конца.
2. Составьте электронно-структурную диаграмму молекулы оксида углерода (IV). Укажите тип гибридизации атомных орбиталей углерода (валентный угол  $180^\circ$ ) и геометрическую форму молекулы. Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей образует атом углерода в этой молекуле?
3. Как можно получить гидроксид олова (II) в лаборатории? Укажите, какими свойствами он обладает с точки зрения теории электролитической диссоциации. Ответ подтвердите уравнениями реакций.

### Вариант № 4

1. Как можно получить гидроксид алюминия в лаборатории? Укажите, какими свойствами он обладает с точки зрения теории электролитической диссоциации. Ответ подтвердите уравнениями реакций.
2. Допишите уравнение реакции  $\text{FeCl}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$ , учитывая, что гидролиз протекает до конца.
4. Составьте электронно-структурную диаграмму молекулы  $\text{SnCl}_2$ . Укажите тип гибридизации атомных орбиталей олова в этой молекуле, если валентный угол составляет  $\sim 120^\circ$ . Изобразите перекрывание атомных орбиталей. Укажите тип связей по характеру перекрывания атомных орбиталей. Какую форму имеет молекула?

### Вариант № 5

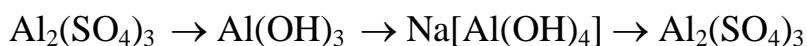
1. Назовите кислоты бора:  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{HBO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$ . Укажите, для какой из них не существуют соли.
2. Составьте электронно-структурную диаграмму молекулы  $\text{AlF}_3$ , укажите тип гибридизации атомных орбиталей, если валентный угол составляет  $120^\circ$ . Какую форму имеет молекула? Изобразите перекрывание атомных орбиталей алюминия и фтора.
3. Как можно получить гидроксид свинца (II) в лаборатории? Укажите, какими свойствами он обладает с точки зрения теории электролитической диссоциации. Ответ подтвердите уравнениями реакций.

### Вариант № 6

1. Составьте электронно-структурную диаграмму молекулы  $\text{BCl}_3$ , укажите тип гибридизации атомных орбиталей бора, если валентный угол составляет  $120^\circ$ . Какую форму имеет молекула? Изобразите перекрывание атомных орбиталей бора и хлора.
2. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения:  
$$\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$$
Назовите соединения углерода, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).
3. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения гидролиза нитрата свинца (II). Укажите значение pH раствора ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ). Рассмотрите процесс гидролиза с точки зрения протолитической теории кислот и оснований.

### Вариант № 7

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

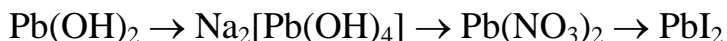


Назовите соединения алюминия, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

2. Какая равновесная система возникает при растворении оксида углерода (IV) в воде? Укажите, куда сместится равновесие (влево или вправо), если в эту систему ввести катионы водорода.
3. Как можно получить гидроксид свинца (II) в лаборатории? Укажите, какими свойствами он обладает с точки зрения теории электролитической диссоциации. Ответ подтвердите уравнениями реакций.

### **Вариант № 8**

1. Как можно получить гидроксид алюминия в лаборатории? Укажите, какими свойствами он обладает с точки зрения теории электролитической диссоциации. Ответ подтвердите уравнениями реакций.
2. Охарактеризуйте кремний, исходя из положения в периодической системе элементов. Напишите электронную формулу и электронно-структурную диаграмму валентного слоя атома кремния. Укажите возможные степени окисления. Напишите уравнение реакции получения кремниевой кислоты.
3. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения:



Назовите соединения свинца, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

### **Литература для подготовки:**

#### ***а) основная литература***

1. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/ Э.Т. Оганесян [и др.]. – М: Издательство Юрайт, 2016. – 447 с.



2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов/ Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; под ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 560 с.

***б) дополнительная литература***

3. Пузаков, С.А. Химия: учебник /С.А. Пузаков – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2006. – 640 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
4. Слесарев, В.И. Химия. Основы химии живого / В.И. Слесарев. – СПб.: Химиздат, 2000. – С. 14-30.
5. Химия: общая и неорганическая [Электронный ресурс] / сост. Ю.Я. Харитонов, Т.К. Слопская; ГОУ ВПО Моск. мед. акад. им. И.М. Сеченова; Фармац. фак.; Центр. науч. мед. б-ка. – Электрон. дан. – М.: Русский врач, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD- версия). – Загл. этикетки диска. – (Электрон. б-ка для высш. мед. и фармац. образования).
6. Глинка, Н.Л. Общая химия: учебник / Н.Л. Глинка – М.: КНОРУС, 2010. – 886 с.
7. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник / Н.С. Ахметов. – 6-е изд. стер. - М.: ВШ, 2005.- С. 6-45, 289-292.

***в) методические разработки***

8. Введение в неорганическую химию: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 3-е изд. перераб. и доп. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2020. – 156 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
9. Химия элементов: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 2-е изд. перераб. и доп. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2017. – 261 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
10. Основы бионеорганической химии: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2017. – 104 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).

*з) профессиональные базы данных*

11. [www.books-up.ru](http://www.books-up.ru) – ЭБС Букап, коллекция Большая медицинская библиотека (профессиональная база данных)
12. <http://www.femb.ru/feml/> – Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (профессиональная база данных)
13. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> – PubMed – бесплатная версия базы данных MEDLINE, крупнейшей библиографической базы Национального центра биотехнологической информации (NCBI) на основе раздела «биотехнология» Национальной медицинской библиотеки США (NLM) (профессиональная база данных)

*Тема. p-Элементы V группы. Реакции обнаружения соединений p-элементов V группы.*

**Вопросы для самостоятельной внеаудиторной подготовки к занятию:**

1. Общая характеристика p-элементов V группы (положение в ПС элементов, электронные формулы и электронно-структурные диаграммы валентных слоев атомов и элементарных ионов, возможные и проявляемые степени окисления).
2. Строение молекулы азота по методу ВС. Зависимость химических свойств азота от строения молекулы.
3. Аммиак. Получение в лаборатории и в промышленности. Строение молекулы аммиака, способность образовывать водородную связь и ее влияние на растворимость. Физические и химические свойства аммиака (кисотно-основные свойства с позиций теории электролитической диссоциации, протолитической теории кислот и оснований; электронно-донорные свойства; окислительно-восстановительные свойства).
4. Гидролиз солей аммония.
5. Реакции обнаружения аммиака и иона аммония.
6. Азотистая кислота. Нитриты, растворимость в воде, способность к гидролизу. Окислительно-восстановительные свойства нитритов.
7. Азотная кислота. Нитраты, растворимость в воде, способность к гидролизу. Окислительно-восстановительные свойства азотной кислоты различных концентраций и ее солей.
8. Реакции обнаружения нитрит- и нитрат-ионов.
9. Соединения фосфора (V). Фосфорные кислоты (мета-, орто- и дифосфорная кислоты), соли фосфорных кислот. Растворимость ортофосфатов в воде, способность к гидролизу.
10. Реакции обнаружения анионов фосфорных кислот.
11. Оксиды и гидроксиды мышьяка (III и V), сурьмы (III и V), висмута (III).

Их кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.

12. Особенности гидролиза солей сурьмы (III) и висмута (III).
13. Реакции обнаружения арсенит- и арсенат-ионов, ионов сурьмы (III) и висмута (III).
14. Применение соединений р-элементов V группы в медицине и аналитической практике.

**Изучив эти вопросы, выполните письменно следующие задания:**

**Вариант № 1**

1. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:
  - а)  $\text{KNO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{MnSO}_4 + \dots$
  - б)  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{SnCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Bi} + \text{Na}_2\text{SnO}_3 + \dots$
2. Объясните различие валентных углов в  $\text{NBr}_3$  ( $\angle 107,5^\circ$ ) и  $\text{PBr}_3$  ( $\angle 90^\circ$ ). Составьте электронно-структурную диаграмму молекулы  $\text{PBr}_3$ . Изобразите перекрывание атомных орбиталей, образующих связи в этой молекуле. Укажите тип связей по характеру перекрывания атомных орбиталей и форму молекулы.
3. Назовите комплексное соединение  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , укажите его составные части, напишите уравнения первичной и вторичной диссоциации, выражение для общей константы нестойкости.

**Вариант № 2**

1. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:
  - а)  $\text{KNO}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$
  - б)  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{SnCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Bi} + \text{Na}_2\text{SnO}_3 + \dots$
2. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $\text{K}_3\text{PO}_4$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное

и молекулярное уравнения гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите значение рН раствора  $K_3PO_4$  ( $pH > 7$ ,  $pH < 7$ ,  $pH \approx 7$ ).

3. Объясните различие валентных углов в  $NH_3$  ( $\angle 107,5^\circ$ ) и  $AsH_3$  ( $\angle 90^\circ$ ). Составьте электронно-структурную диаграмму молекулы  $AsH_3$ . Изобразите перекрывание атомных орбиталей, образующих связи в этой молекуле. Укажите тип связей по характеру перекрывания атомных орбиталей и форму молекулы.

### Вариант № 3

1. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:
  - а)  $Mg + HNO_{3(конц.)} \rightarrow Mg(NO_3)_2 + NO\uparrow + \dots$
  - б)  $Bi(NO_3)_3 + SnCl_2 + NaOH \rightarrow Bi + Na_2SnO_3 + \dots$
2. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $Na_3PO_4$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите значение рН раствора  $Na_3PO_4$  ( $pH > 7$ ,  $pH < 7$ ,  $pH \approx 7$ ).
3. Объясните различие валентных углов в  $NH_3$  ( $\angle 107,5^\circ$ ) и  $AsH_3$  ( $\angle 90^\circ$ ). Составьте электронно-структурную диаграмму молекулы  $NH_3$ . Изобразите перекрывание атомных орбиталей, образующих связи в этой молекуле. Укажите тип связей по характеру перекрывания атомных орбиталей и форму молекулы.

### Вариант № 4

1. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:
  - а)  $PH_3 + KMnO_4 + HCl \rightarrow H_3PO_4 + MnCl_2 + \dots$



- Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $\text{NaNO}_2$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите значение pH раствора  $\text{NaNO}_2$  ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ).
- Объясните различие валентных углов в  $\text{NCl}_3$  ( $\angle 107,5^\circ$ ) и  $\text{AsCl}_3$  ( $\angle 90^\circ$ ). Составьте электронно-структурную диаграмму молекулы  $\text{NCl}_3$ . Изобразите перекрывание атомных орбиталей, образующих связи в этой молекуле. Укажите тип связей по характеру перекрывания атомных орбиталей и форму молекулы.

### Вариант № 5

- Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:
  - $\text{NaNO}_3 + \text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NO}_2 \uparrow + \text{CuSO}_4 + \dots$
  - $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{SnCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Bi} + \text{Na}_2\text{SnO}_3 + \dots$
- Объясните различие валентных углов в  $\text{NCl}_3$  ( $\angle 107,5^\circ$ ) и  $\text{AsCl}_3$  ( $\angle 90^\circ$ ). Составьте электронно-структурную диаграмму молекулы  $\text{AsCl}_3$ . Изобразите перекрывание атомных орбиталей, образующих связи в этой молекуле. Укажите тип связей по характеру перекрывания атомных орбиталей и форму молекулы.
- Назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант); укажите, к какому классу они относятся:  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{BiONO}_3$ ;  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{NH}_4\text{CaPO}_4$ ;  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ;  $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ ;  $\text{As}_2\text{O}_5$ ;  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ .

### Вариант № 6

- Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:
  - $\text{HNO}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$



2. Объясните различие валентных углов в  $\text{NH}_3$  ( $\angle 107,5^\circ$ ) и  $\text{PH}_3$  ( $\angle 90^\circ$ ). Составьте электронно-структурную диаграмму молекулы  $\text{PH}_3$ . Изобразите перекрывание атомных орбиталей, образующих связи в этой молекуле. Укажите тип связей по характеру перекрывания атомных орбиталей и форму молекулы.
3. Назовите комплексное соединение  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , укажите его составные части, напишите уравнения первичной и вторичной диссоциации, выражение для общей константы нестойкости.

### Вариант № 7

1. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:
  - а)  $\text{NaNO}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$
  - б)  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{SnCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Bi} + \text{Na}_2\text{SnO}_3 + \dots$
2. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $\text{K}_3\text{AsO}_4$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите значение pH раствора  $\text{K}_3\text{AsO}_4$  ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ).
3. Назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант); укажите, к какому классу они относятся:  $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{HPO}_3$ ;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ;  $\text{KNO}_2$ ;  $\text{FeOH}(\text{NO}_3)_2$ ;  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ;  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ;  $\text{SbOCl}$ .

### Вариант № 8

1. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:
  - а)  $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{MnSO}_4 + \dots$
  - б)  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{SnCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Bi} + \text{Na}_2\text{SnO}_3 + \dots$

- Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $\text{KNO}_2$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите значение pH раствора  $\text{KNO}_2$  ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ).
- Объясните различие валентных углов в  $\text{NBr}_3$  ( $\angle 107,5^\circ$ ) и  $\text{PBr}_3$  ( $\angle 90^\circ$ ). Составьте электронно-структурную диаграмму молекулы  $\text{NBr}_3$ . Изобразите перекрывание атомных орбиталей, образующих связи в этой молекуле. Укажите тип связей по характеру перекрывания атомных орбиталей и форму молекулы.

### Литература для подготовки:

#### *а) основная литература*

- Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/ Э.Т. Оганесян [и др.]. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 447 с.
- Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов/ Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; под ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 560 с.

#### *б) дополнительная литература*

- Пузаков, С.А. Химия: учебник /С.А. Пузаков – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2006. – 640 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
- Слесарев, В.И. Химия. Основы химии живого / В.И. Слесарев. – СПб.: Химиздат, 2000. – С. 14-30.
- Химия: общая и неорганическая [Электронный ресурс] / сост. Ю.Я. Харитонов, Т.К. Слонская; ГОУ ВПО Моск. мед. акад. им. И.М. Сеченова; Фармац. фак.; Центр. науч. мед. б-ка. – Электрон. дан. – М.: Русский врач, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD- версия). – Загл. этикетки диска. – (Электрон. б-ка для высш. мед. и фармац. образования).



6. Глинка, Н.Л. Общая химия: учебник / Н.Л. Глинка – М.: КНОРУС, 2010. – 886 с.

7. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник / Н.С. Ахметов. – 6-е изд. стер. - М.: ВШ, 2005.- С. 6-45, 289-292.

***в) методические разработки***

8. Введение в неорганическую химию: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 3-е изд. перераб. и доп. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2020. – 156 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).

9. Химия элементов: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 2-е изд. перераб. и доп. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2017. – 261 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).

10. Основы бионеорганической химии: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2017. – 104 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).

***г) профессиональные базы данных***

11. [www.books-up.ru](http://www.books-up.ru) – ЭБС Букап, коллекция Большая медицинская библиотека (профессиональная база данных)

12. <http://www.femb.ru/feml/> – Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (профессиональная база данных)

13. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> – PubMed – бесплатная версия базы данных MEDLINE, крупнейшей библиографической базы Национального центра биотехнологической информации (NCBI) на основе раздела «биотехнология» Национальной медицинской библиотеки США (NLM) (профессиональная база данных)

*Тема. р-Элементы VI и VII групп. Реакции обнаружения соединений р-элементов VI и VII групп.*

**Вопросы для самостоятельной внеаудиторной подготовки к занятию:**

1. Общая характеристика р-элементов VI группы: электронные формулы и электронно-структурные диаграммы атомов, возможные степени окисления и валентность; особенность кислорода. Типы образуемых ионов.
2. Кислород. Оксиды, пероксиды.
3. Вода. Строение молекулы, её особенности, влияние на физические свойства воды. Жесткость воды, способы её устранения. Вода очищенная.
4. Пероксид водорода:
  - а) строение молекулы, получение, физические свойства;
  - б) кислотно-основные свойства;
  - в) окислительно-восстановительные свойства;
  - г) качественные реакции (реакция обнаружения);
  - д) условия хранения.
4. Сероводород. Строение молекулы по методу ВС. Получение. Физические свойства. Сероводородная кислота. Сульфиды и гидросульфиды, растворимость в воде, гидролиз. Восстановительные свойства сероводорода и сульфидов. Реакции обнаружения сероводорода и растворимых сульфидов.
5. Кислородные соединения серы.
  - 1) Оксид серы (IV). Физические свойства. Сернистая кислота. Сульфиты и гидросульфиты, гидролиз. Окислительно-восстановительные свойства соединений серы (IV). Реакции обнаружения оксида серы (IV) и сульфит-иона.
  - 2) Оксид серы (VI). Серная кислота. Окислительные свойства разбавленной и концентрированной серной кислоты. Сульфаты и гидросульфаты. Реакции обнаружения сульфат-иона.

6. Тиосульфаты. Получение. Реакции с кислотами и окислителями. Реакции обнаружения тиосульфат-иона.
7. Биологическая роль кислорода и серы. Применение кислорода, серы и их соединений в медицине и аналитической практике.
8. Общая характеристика р-элементов VII группы: электронные формулы и электронно-структурные диаграммы атомов, возможные степени окисления и валентность; особенность фтора. Типы образуемых ионов.
9. Физические свойства галогенов. Растворимость галогенов в полярных и неполярных растворителях. Растворимость йода в растворе иодида калия.
10. Химические свойства галогенов: окислительные свойства; взаимодействие с водой и щелочами.
11. Галогеноводороды. Способы получения. Восстановительные свойства галогенид-ионов. Изменение силы галогеноводородных кислот от HF к HI. Реакции обнаружения галогенид-ионов.
12. Соединения галогенов с кислородом. Оксокислоты. Изменение их силы, устойчивости, окислительной способности. Соли оксокислот галогенов.
13. Препараты «активного хлора». Получение, применение.
14. Применение галогенов и их соединений в медицине и фармации.
15. Биологическая роль галогенов. Применение галогенов и их соединений в медицине и аналитической практике.

**Изучив эти вопросы, выполните письменно следующие задания:**

**Вариант № 1**

1. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:



Укажите окислитель и его восстановленную форму, восстановитель и его окисленную форму.

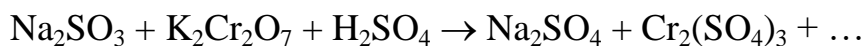
2. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $\text{Li}_2\text{SO}_3$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора  $\text{Li}_2\text{SO}_3$  ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ).
3. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения:



Назовите все полученные вещества по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант). Для КС укажите составные части, напишите уравнения первичной и вторичной диссоциации и выражение для общей константы нестойкости.

### Вариант № 2

1. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:



Укажите окислитель и его восстановленную форму, восстановитель и его окисленную форму.

2. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $\text{Na}_2\text{S}$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора  $\text{Na}_2\text{S}$  ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ).

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



Назовите все полученные вещества по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант). Для КС укажите составные части, напишите

уравнения первичной и вторичной диссоциации и выражение для общей константы нестойкости.

### Вариант № 3

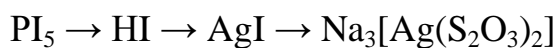
1. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:



Укажите окислитель и его восстановленную форму, восстановитель и его окисленную форму.

2. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $\text{K}_2\text{S}$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора  $\text{K}_2\text{S}$  ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ).

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



Назовите все полученные вещества по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант). Для КС укажите составные части, напишите уравнения первичной и вторичной диссоциации и выражение для общей константы нестойкости.

### Вариант № 4

1. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:



Укажите окислитель и его восстановленную форму, восстановитель и его окисленную форму.

2. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  (pH>7, pH<7, pH≈7).

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



Назовите все полученные вещества по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант). Для КС укажите составные части, напишите уравнения первичной и вторичной диссоциации и выражение для общей константы нестойкости.

### Вариант № 5

1. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:



Укажите окислитель и его восстановленную форму, восстановитель и его окисленную форму.

2. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $\text{Na}_2\text{S}$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора  $\text{Na}_2\text{S}$  (pH>7, pH<7, pH≈7).

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



Назовите все полученные вещества по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант). Для КС укажите составные части, напишите уравнения первичной и вторичной диссоциации и выражение для общей константы нестойкости.

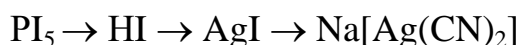
### Вариант № 6

1. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:



Укажите окислитель и его восстановленную форму, восстановитель и его окисленную форму.

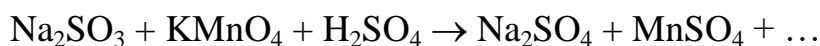
2. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $\text{Li}_2\text{S}$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора  $\text{Li}_2\text{S}$  ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ).
3. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения:



Назовите все полученные вещества по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант). Для КС укажите составные части, напишите уравнения первичной и вторичной диссоциации и выражение для общей константы нестойкости.

### Вариант № 7

1. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:



Укажите окислитель и его восстановленную форму, восстановитель и его окисленную форму.

- Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $K_2S$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора  $K_2S$  ( $pH > 7$ ,  $pH < 7$ ,  $pH \approx 7$ ).

- Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения:



Назовите все полученные вещества по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант). Для КС укажите составные части, напишите уравнения первичной и вторичной диссоциации и выражение для общей константы нестойкости.

### Вариант № 8

- Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:



Укажите окислитель и его восстановленную форму, восстановитель и его окисленную форму.

- Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $K_2SO_3$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора  $K_2SO_3$  ( $pH > 7$ ,  $pH < 7$ ,  $pH \approx 7$ ).

- Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения:





Назовите все полученные вещества по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант). Для КС укажите составные части, напишите уравнения первичной и вторичной диссоциации и выражение для общей константы нестойкости.

### **Литература для подготовки:**

#### ***а) основная литература***

1. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/ Э.Т. Оганесян [и др.]. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 447 с.
2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов/ Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; под ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 560 с.

#### ***б) дополнительная литература***

3. Пузаков, С.А. Химия: учебник /С.А. Пузаков – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2006. – 640 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
4. Слесарев, В.И. Химия. Основы химии живого / В.И. Слесарев. – СПб.: Химиздат, 2000. – С. 14-30.
5. Химия: общая и неорганическая [Электронный ресурс] / сост. Ю.Я. Харитонов, Т.К. Слонская; ГОУ ВПО Моск. мед. акад. им. И.М. Сеченова; Фармац. фак.; Центр. науч. мед. б-ка. – Электрон. дан. – М.: Русский врач, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD- версия). – Загл. этикетки диска. – (Электрон. б-ка для высш. мед. и фармац. образования).
6. Глинка, Н.Л. Общая химия: учебник / Н.Л. Глинка – М.: КНОРУС, 2010. – 886 с.
7. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник / Н.С. Ахметов. – 6-е изд. стер. - М.: ВШ, 2005.- С. 6-45, 289-292.

#### ***в) методические разработки***

8. Введение в неорганическую химию: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 3-е изд. перераб. и доп. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2020. – 156 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
9. Химия элементов: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 2-е изд. перераб. и доп. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2017. – 261 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
10. Основы бионеорганической химии: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2017. – 104 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).

***з) профессиональные базы данных***

11. [www.books-up.ru](http://www.books-up.ru) – ЭБС Букап, коллекция Большая медицинская библиотека (профессиональная база данных)
12. <http://www.femb.ru/feml/> – Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (профессиональная база данных)
13. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> – PubMed – бесплатная версия базы данных MEDLINE, крупнейшей библиографической базы Национального центра биотехнологической информации (NCBI) на основе раздела «биотехнология» Национальной медицинской библиотеки США (NLM) (профессиональная база данных)

*Тема. d-Элементы VI и VII групп. Реакции обнаружения соединений d-элементов VI и VII групп.*

**Вопросы для самостоятельной внеаудиторной подготовки к занятию:**

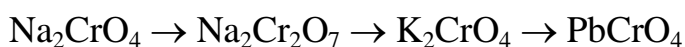
1. Положение хрома, молибдена, вольфрама в ПС элементов. Электронные формулы и электронно-структурные диаграммы валентных слоев атома хрома и ионов хрома (III) и (VI).
2. Соединения хрома (II). Оксид и гидроксид хрома (II). Кислотно-основные свойства, устойчивость гидроксида хрома (II).
3. Соединения хрома (III). Оксид и гидроксид хрома (III). Амфотерные свойства гидроксида хрома (III) с позиций теории электролитической диссоциации и протолитической теории кислот и оснований. Окислительно-восстановительные свойства соединений хрома (III), влияние рН среды на вид образующихся продуктов.
4. Соединения хрома (VI). Оксид хрома (VI). Хромовая и дихромовая кислоты. Хроматы и дихроматы. Окислительные свойства, влияние рН среды на вид образующихся продуктов. Реакции обнаружения хромат- и дихромат-ионов.
5. Применение соединений хрома в аналитической практике.
6. Положение марганца в ПС элементов. Электронные формулы и электронно-структурные диаграммы валентных слоев атома марганца и его ионов (реальных и гипотетических).
7. Соединения марганца (II). Оксид и гидроксид марганца (II), их кислотно-основные свойства. Гидролиз солей марганца (II). Окислительно-восстановительные свойства соединений марганца (II). Реакция обнаружения иона марганца (II).
8. Соединения марганца (IV). Оксид и гидроксид, их кислотно-основные свойства. Соли марганцеватистой кислоты. Окислительно-восстановительные свойства соединений марганца (IV).

9. Соединения марганца (VI) и (VII). Марганцовистая и марганцевая кислоты, их соли. Окислительно-восстановительные свойства соединений марганца (VI) и (VII).
10. Применение соединений марганца в медицине и аналитической практике.

**Изучив эти вопросы, выполните письменно следующие задания:**

**Вариант № 1**

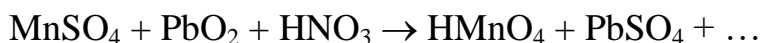
1. Напишите уравнений реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Назовите соединения хрома, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

2. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакций гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$  ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ).

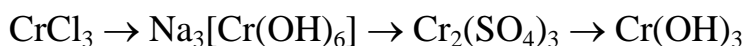
3. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:



Укажите окислитель и его восстановленную форму, восстановитель и его окисленную форму.

**Вариант № 2**

1. Напишите уравнений реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Назовите соединения хрома, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

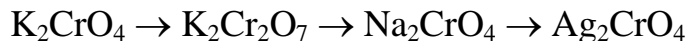
2. Напишите электронные формулы атома хрома, его ионов (реальных и возможного гипотетического), укажите типы электронных оболочек ионов. Рассмотрите гидролиз иона Cr (III) с позиций протолитической теории кислот и оснований.
3. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:



Укажите окислитель и его восстановленную форму, восстановитель и его окисленную форму.

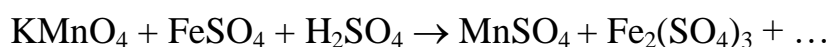
### Вариант № 3

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



Назовите соединения хрома, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

2. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $\text{MnSO}_4$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакции гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора  $\text{MnSO}_4$  (pH > 7, pH < 7, pH ≈ 7).
3. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:



Укажите окислитель и его восстановленную форму, восстановитель и его окисленную форму.

#### Вариант № 4

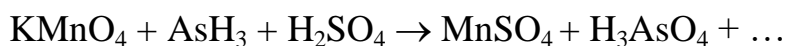
1. Напишите уравнений реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Назовите соединения хрома, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

2. Напишите электронные формулы атома марганца, его реальных и возможных гипотетических ионов, укажите типы электронных оболочек ионов. Рассмотрите гидролиз иона  $\text{Mn}(\text{II})$  с позиций протолитической теории кислот и оснований.

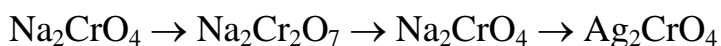
3. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:



Укажите окислитель и его восстановленную форму, восстановитель и его окисленную форму.

#### Вариант № 5

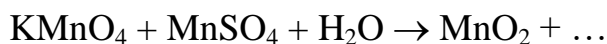
1. Напишите уравнений реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Назовите соединения хрома, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

2. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $\text{CrCl}_3$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакций гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение  $\text{pH}$  раствора  $\text{CrCl}_3$  ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ).

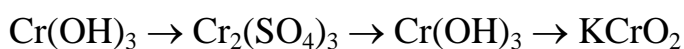
3. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:



Укажите окислитель и его восстановленную форму, восстановитель и его окисленную форму.

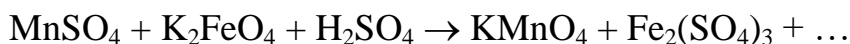
### Вариант № 6

1. Напишите уравнений реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Назовите соединения хрома, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

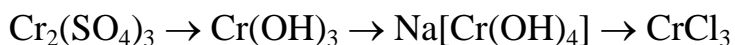
2. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $\text{MnCl}_2$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакции гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора  $\text{MnCl}_2$  (pH > 7, pH < 7, pH ≈ 7).
3. Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:



Укажите окислитель и его восстановленную форму, восстановитель и его окисленную форму.

### Вариант № 7

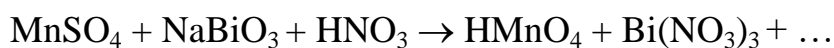
1. Напишите уравнений реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Назовите соединения хрома, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

- Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакций гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ).

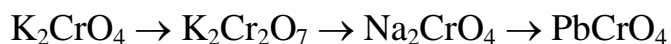
- Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:



Укажите окислитель и его восстановленную форму, восстановитель и его окисленную форму.

### Вариант № 8

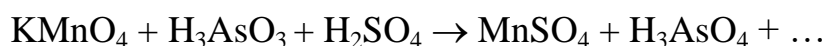
- Напишите уравнений реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Назовите соединения хрома, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

- Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$  к гидролизу. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакции гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$  ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ).

- Составьте уравнения полуреакций (методом ионно-электронного баланса), на их основе допишите продукты реакции и расставьте коэффициенты:





Укажите окислитель и его восстановленную форму, восстановитель и его окисленную форму.

### **Литература для подготовки:**

#### ***а) основная литература***

1. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/ Э.Т. Оганесян [и др.]. – М: Издательство Юрайт, 2016. – 447 с.
2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов/ Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; под ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 560 с.

#### ***б) дополнительная литература***

3. Пузаков, С.А. Химия: учебник /С.А. Пузаков – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2006. – 640 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
4. Слесарев, В.И. Химия. Основы химии живого / В.И. Слесарев. – СПб.: Химиздат, 2000. – С. 14-30.
5. Химия: общая и неорганическая [Электронный ресурс] / сост. Ю.Я. Харитонов, Т.К. Слонская; ГОУ ВПО Моск. мед. акад. им. И.М. Сеченова; Фармац. фак.; Центр. науч. мед. б-ка. – Электрон. дан. – М.: Русский врач, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD- версия). – Загл. этикетки диска. – (Электрон. б-ка для высш. мед. и фармац. образования).
6. Глинка, Н.Л. Общая химия: учебник / Н.Л. Глинка – М.: КНОРУС, 2010. – 886 с.
7. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник / Н.С. Ахметов. – 6-е изд. стер. - М.: ВШ, 2005.- С. 6-45, 289-292.

#### ***в) методические разработки***

8. Введение в неорганическую химию: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 3-е изд. перераб. и доп. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2020.

– 156 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).

9. Химия элементов: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 2-е изд. перераб. и доп. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2017. – 261 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
10. Основы бионеорганической химии: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. – Пятигорск: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2017. – 104 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).

***з) профессиональные базы данных***

11. [www.books-up.ru](http://www.books-up.ru) – ЭБС Букап, коллекция Большая медицинская библиотека (профессиональная база данных)
12. <http://www.femb.ru/feml/> – Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (профессиональная база данных)
13. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> – PubMed – бесплатная версия базы данных MEDLINE, крупнейшей библиографической базы Национального центра биотехнологической информации (NCBI) на основе раздела «биотехнология» Национальной медицинской библиотеки США (NLM) (профессиональная база данных)

*Тема. d-элементы VIII, I и II групп. Реакции обнаружения соединений d-элементов VIII, I и II групп.*

**Вопросы для самостоятельной внеаудиторной подготовки к занятию:**

1. Особенность конструкции VIII группы ПС Д.И. Менделеева. Семейства железа и платиновых металлов.
2. Электронные формулы и электронно-структурные диаграммы валентных слоев атомов железа, кобальта, никеля и ионов железа (II, III, VI), кобальта (II и III), никеля (II и III).
3. Соединения железа (II, III, VI): получение, свойства, устойчивость. Изменение характера гидроксидов железа с увеличением степени окисления.
4. Реакции обнаружения ионов железа (II и III).
5. Соединения кобальта (II и III): получение, свойства, устойчивость.
6. Соединения никеля (II и III): получение, свойства, устойчивость.
7. Применение железа и его соединений в медицине и аналитической практике. Применение соединений кобальта в медицине и аналитической практике.
8. Положение меди и серебра в ПС. Особенность строения и электронные формулы атомов d-элементов I группы. Возможные и проявляемые степени окисления. Электронные формулы ионов, типы их оболочек.
9. Соединения меди (II): оксид, гидроксид, получение, кислотные свойства; сульфат меди (II) и его окислительно-восстановительные свойства на примере взаимодействия с йодидом калия; КС меди (II) – аммиакат, гидроксокомплекс.
10. Соединения серебра (I): оксид, нитрат серебра (I), галогениды серебра. Реакция обнаружения иона серебра (I). КС серебра с аммиаком, с тиосульфат-ионом.
11. Применение соединений меди и серебра в медицине и аналитической

практике.

12. Положение цинка и ртути в ПС. Электронные формулы атомов d-элементов II группы. Возможные и проявляемые степени окисления. Электронные формулы ионов, тип их оболочек.
13. Соединения цинка: оксид, гидроксид, сульфат – получение, свойства.
14. Соединения ртути (II). Оксид, получение, свойства. Хлорид ртути (II), получение, гидролиз, фотолиз, аммонолиз. Амидхлорид ртути (II).
15. Соединения ртути (I): хлорид ртути (I) – получение; диспропорционирование.
16. Применение соединений цинка в медицине. Применение соединений цинка, кадмия, ртути в медицине и аналитической практике.

**Изучив эти вопросы, выполните письменно следующие задания:**

**Вариант № 1**

1. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли сульфата железа (II) к гидролизу. Напишите ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакции гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора ( $pH > 7$ ,  $pH < 7$ ,  $pH \approx 7$ ).
2. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  
$$\text{Cu} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow (\text{CuOH})_2\text{SO}_4 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$$
Назовите соединения меди, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).
3. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения:  
$$\text{Hg} \rightarrow \text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{HgNH}_2\text{Cl}$$

Назовите соединения ртути, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

### Вариант № 2

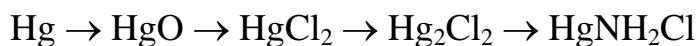
1. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли сульфата железа (III) к гидролизу. Напишите ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакции гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ).

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



Назовите соединения серебра, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

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



Назовите соединения ртути, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

### Вариант № 3

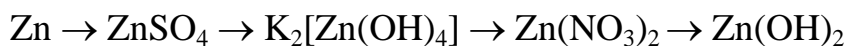
1. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли хлорида никеля (II) к гидролизу. Напишите ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакции гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ).

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



Назовите соединения серебра, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

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



Назовите соединения цинка, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

#### Вариант № 4

1. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли хлорида железа (III) к гидролизу. Напишите ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакции гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора (pH > 7, pH < 7, pH ≈ 7).

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



Назовите соединения меди, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

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



Назовите соединения ртути, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

### Вариант № 5

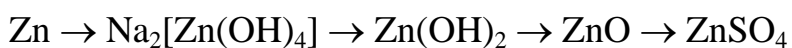
1. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли нитрата кобальта (II) к гидролизу. Напишите ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакции гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора ( $pH > 7$ ,  $pH < 7$ ,  $pH \approx 7$ ).

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



Назовите соединения серебра, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

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



Назовите соединения цинка, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

### Вариант № 6

1. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли хлорида кобальта (II) к гидролизу. Напишите ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакции гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора ( $pH > 7$ ,  $pH < 7$ ,  $pH \approx 7$ ).

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



Назовите соединения меди, участвующие в превращениях, по номенклатуре

ИЮПАК (адаптированный вариант).

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



Назовите соединения ртути, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

### Вариант № 7

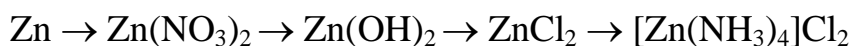
1. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли сульфата никеля (II) к гидролизу. Напишите ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакции гидролиза этой соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение pH раствора (pH > 7, pH < 7, pH ≈ 7).

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



Назовите соединения серебра, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

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



Назовите соединения цинка, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

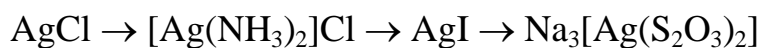
### Вариант № 8

1. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов соли сульфата кобальта (II) к гидролизу. Напишите ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакции гидролиза этой



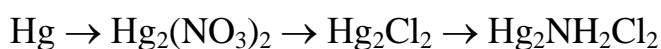
соли, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочное значение рН раствора ( $pH > 7$ ,  $pH < 7$ ,  $pH \approx 7$ ).

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



Назовите соединения серебра, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

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



Назовите соединения ртути, участвующие в превращениях, по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

### Литература для подготовки:

#### *а) основная литература*

1. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/ Э.Т. Оганесян [и др.]. – М: Издательство Юрайт, 2016. – 447 с.
2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов/ Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; под ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 560 с.

#### *б) дополнительная литература*

3. Пузаков, С.А. Химия: учебник /С.А. Пузаков – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2006. – 640 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
4. Слесарев, В.И. Химия. Основы химии живого / В.И. Слесарев. – СПб.: Химиздат, 2000. – С. 14-30.
5. Химия: общая и неорганическая [Электронный ресурс] / сост. Ю.Я. Харитонов, Т.К. Слонская; ГОУ ВПО Моск. мед. акад. им. И.М. Сеченова;

Фармац. фак.; Центр. науч. мед. б-ка. – Электрон. дан. – М.: Русский врач, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD- версия). – Загл. этикетки диска. – (Электрон. б-ка для высш. мед. и фармац. образования).

6. Глинка, Н.Л. Общая химия: учебник / Н.Л. Глинка – М.: КНОРУС, 2010. – 886 с.
7. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник / Н.С. Ахметов. – 6-е изд. стер. - М.: ВШ, 2005.- С. 6-45, 289-292.

#### ***в) методические разработки***

8. Введение в неорганическую химию: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 3-е изд. перераб. и доп. – Пенза: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2020. – 156 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
9. Химия элементов: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 2-е изд. перераб. и доп. – Пенза: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2017. – 261 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
10. Основы бионеорганической химии: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. – Пенза: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2017. – 104 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).

#### ***г) профессиональные базы данных***

11. [www.books-up.ru](http://www.books-up.ru) – ЭБС Букап, коллекция Большая медицинская библиотека (профессиональная база данных)
12. <http://www.femb.ru/feml/> – Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (профессиональная база данных)
13. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> – PubMed – бесплатная версия базы данных MEDLINE, крупнейшей библиографической базы Национального центра биотехнологической информации (NCBI) на основе раздела «биотехнология» Национальной медицинской библиотеки США (NLM) (профессиональная база данных)

*Тема. s-Элементы I и II групп. Обнаружение соединений s-элементов I и II групп.*

**Вопросы для самостоятельной внеаудиторной подготовки к занятию:**

1. s-Элементы I и II групп. Положение в ПС. Электронные формулы атомов и ионов. Валентность. Степени окисления.
2. Физические и химические свойства щелочных и щелочноземельных металлов.
3. Диагональное сходство элементов в ПС (Li и Mg; Be и Al).
4. Гидроксиды s-элементов.
5. Реакции обнаружения ионов щелочных и щелочноземельных металлов.
6. Применение соединений s-элементов I и II групп в медицине и аналитической практике.

**Изучив эти вопросы, выполните письменно следующие задания:**

**Вариант № 1**

1. Назовите химические соединения по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант); укажите, к какому классу они относятся:  
 $\text{Na}_2\text{CrO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{CaOCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{CaPO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}_2$ ,  $\text{Ba}(\text{HS})_2$ .
2. Решите задачу.  
Рассчитайте молярную концентрацию раствора гидроксида натрия с  $\omega(\text{NaOH}) = 16,0\%$  и  $\rho = 1,175$  г/мл.  
Ответ: 4,7 моль/л.
3. Решите задачу.  
Рассчитайте значение pH в  $0,5 \times 10^{-2}$  М растворе  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .  
Ответ: 12.

## Вариант № 2

1. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов следующих солей к гидролизу:  $MgCl_2$ ,  $K_2SO_3$ . Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакций гидролиза, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочные значения pH раствора этих солей ( $pH > 7$ ,  $pH < 7$ ,  $pH \approx 7$ ).

2. Решите задачу.

Рассчитайте массовую долю  $Na_2SO_4$  в растворе с молярной концентрацией  $C = 0,144$  моль/л и  $\rho = 1,028$  г/мл.

Ответ: 1,99 %.

3. Решите задачу.

В 3 л раствора содержится  $0,3 \times 10^{-3}$  моль  $HNO_3$ . Рассчитайте значение pOH этого раствора.

Ответ: 10.

## Вариант № 3

1. Определите силу оснований, учитывая для катионов – тип электронной оболочки и величину ионного потенциала, и расположите следующие гидроксиды в порядке увеличения их основных свойств:

1)  $Ba(OH)_2$             2)  $Mg(OH)_2$             3)  $NaOH$

2. Решите задачу.

Рассчитайте молярную концентрацию раствора бромида калия с  $\omega(KBr) = 30,0$  % и  $\rho = 1,259$  г/мл.

Ответ: 3,174 моль/л.

3. Решите задачу.

Рассчитайте значение pH в  $0,5 \times 10^{-5}$  М растворе  $Ba(OH)_2$ .

Ответ: 9.

#### Вариант № 4

1. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов следующих солей к гидролизу:  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ . Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакций гидролиза, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочные значения pH растворов этих солей ( $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} \approx 7$ ).

2. Решите задачу.

Рассчитайте массовую долю KCl в растворе с молярной концентрацией  $C = 0,550$  моль/л и  $\rho = 1,023$  г/мл.

Ответ: 4,01 %.

3. Решите задачу.

Рассчитайте значение pOH в  $0,5 \times 10^{-2}$  М растворе  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Ответ: 2.

#### Вариант № 5

1. Напишите уравнения диссоциации следующих электролитов:  $\text{CaOHCl}$ ,  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2$ . Назовите все образующиеся ионы по номенклатуре ИЮПАК (адаптированный вариант).

2. Решите задачу.

Рассчитайте молярную концентрацию раствора гидроксида лития с  $\omega(\text{LiOH}) = 8,0$  % и  $\rho = 1,086$  г/мл.

Ответ: 3,62 моль/л.

3. Решите задачу.

В 3 л раствора содержится  $0,3 \times 10^{-4}$  моль KOH. Рассчитайте значение pH этого раствора.

Ответ: 9.

### Вариант № 6

1. Используя поляризационные представления, теоретически обоснуйте способность ионов следующих солей к гидролизу:  $Mg(NO_3)_2$ ,  $Na_2CO_3$ . Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакций гидролиза, а также рассмотрите гидролиз с позиций протолитической теории кислот и оснований. Укажите ориентировочные значения pH растворов этих солей ( $pH > 7$ ,  $pH < 7$ ,  $pH \approx 7$ ).

2. Решите задачу:

Рассчитайте массовую долю  $CaCl_2$  в растворе с молярной концентрацией  $C = 0,125$  моль/л и  $\rho = 1,012$  г/мл.

Ответ: 1,37 %.

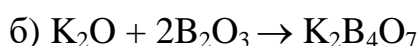
3. Решите задачу.

Рассчитайте значение pH в 0,0001M растворе NaOH.

Ответ: 10.

### Вариант № 7

1. Укажите, какие вещества по Льюису, проявляют свойства кислоты, а какие – основания:



2. Решите задачу.

Рассчитайте молярную концентрацию раствора гидроксида калия с

$\omega(KOH) = 8,0\%$  и  $\rho = 1,065$  г/мл.

Ответ: 1,521 моль/л.

3. Решите задачу.

Рассчитайте значение pH в  $0,5 \times 10^{-2}$ M растворе  $H_2SO_4$ .

Ответ: 2.

## Вариант № 8

1. Определите силу оснований, учитывая для катионов – тип электронной оболочки и величину ионного потенциала, и расположите следующие гидроксиды в порядке уменьшения их основных свойств:

2)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$             2)  $\text{KOH}$             3)  $\text{Be}(\text{OH})_2$

2. Решите задачу.

Рассчитайте массовую долю  $\text{BaCl}_2$  в растворе с молярной концентрацией  $C = 0,303$  моль/л и  $\rho = 1,052$  г/мл.

Ответ: 5,99 %.

3. Решите задачу.

В 2 л раствора содержится  $0,2 \times 10^{-3}$  моль  $\text{KOH}$ . Рассчитайте значение pH этого раствора.

Ответ: 10.

### Литература для подготовки:

#### *а) основная литература*

1. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/ Э.Т. Оганесян [и др.]. – М: Издательство Юрайт, 2016. – 447 с.
2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов/ Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; под ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 560 с.

#### *б) дополнительная литература*

3. Пузаков, С.А. Химия: учебник /С.А. Пузаков – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2006. – 640 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
4. Слесарев, В.И. Химия. Основы химии живого / В.И. Слесарев. – СПб.: Химиздат, 2000. – С. 14-30.
5. Химия: общая и неорганическая [Электронный ресурс] / сост. Ю.Я. Харитонов, Т.К. Слонская; ГОУ ВПО Моск. мед. акад. им. И.М. Сеченова;

Фармац. фак.; Центр. науч. мед. б-ка. – Электрон. дан. – М.: Русский врач, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD- версия). – Загл. этикетки диска. – (Электрон. б-ка для высш. мед. и фармац. образования).

6. Глинка, Н.Л. Общая химия: учебник / Н.Л. Глинка – М.: КНОРУС, 2010. – 886 с.
7. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник / Н.С. Ахметов. – 6-е изд. стер. - М.: ВШ, 2005.- С. 6-45, 289-292.

#### ***в) методические разработки***

8. Введение в неорганическую химию: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 3-е изд. перераб. и доп. – Пенза: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2020. – 156 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
9. Химия элементов: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. 2-е изд. перераб. и доп. – Пенза: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2017. – 261 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).
10. Основы бионеорганической химии: учебное пособие / В.А. Компанцев [и др.]. – Пенза: ПМФИ – филиал ВолгГМУ, 2017. – 104 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pharma.studmeblid.ru](http://www.pharma.studmeblid.ru).


#### ***г) профессиональные базы данных***

11. [www.books-up.ru](http://www.books-up.ru) – ЭБС Букап, коллекция Большая медицинская библиотека (профессиональная база данных)
12. <http://www.femb.ru/feml/> – Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (профессиональная база данных)
13. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> – PubMed – бесплатная версия базы данных MEDLINE, крупнейшей библиографической базы Национального центра биотехнологической информации (NCBI) на основе раздела «биотехнология» Национальной медицинской библиотеки США (NLM) (профессиональная база данных)



## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

Таблица 1

		Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева						VII		VIII									
1	1	I		II	III	IV	V	VI	(H)	2	VIII								
1	1	<b>H</b> 1 1,00794 водород	Д. И. Менделеева								2	<b>He</b> 4,002602 гелий	 Периодический закон открыт Д.И. Менделеевым в 1869 г.						
2	2	<b>Li</b> 3 6,941 литий	<b>Be</b> 4 9,01218 бериллий	5	<b>B</b> 10,811 бор	6	<b>C</b> 12,011 углерод	7	<b>N</b> 14,0067 азот	8	<b>O</b> 15,9994 кислород	9		<b>F</b> 18,998403 фтор	10	<b>Ne</b> 20,179 неон			
3	3	<b>Na</b> 11 22,98977 натрий	<b>Mg</b> 12 24,305 магний	13	<b>Al</b> 26,98154 алюминий	14	<b>Si</b> 28,0855 кремний	15	<b>P</b> 30,97376 фосфор	16	<b>S</b> 32,066 сера	17		<b>Cl</b> 35,453 хлор	18	<b>Ar</b> 39,948 аргон			
4	4	<b>K</b> 19 39,0983 калий	<b>Ca</b> 20 40,078 кальций	21	<b>Sc</b> 44,95591 скандий	22	<b>Ti</b> 47,88 титан	23	<b>V</b> 50,9415 ванадий	24	<b>Cr</b> 51,9961 хром	25		<b>Mn</b> 54,9380 марганец	26	<b>Fe</b> 55,847 железо	27	<b>Co</b> 58,9332 кобальт	28
4	5	29 63,546 <b>Cu</b> медь	30 65,39 <b>Zn</b> цинк	31 69,723 <b>Ga</b> галлий	32 72,59 <b>Ge</b> германий	33 74,9216 <b>As</b> мышьяк	34 78,96 <b>Se</b> селен	35 79,904 <b>Br</b> бром	36 83,80 <b>Kr</b> криптон										
5	6	37 85,4678 <b>Rb</b> рубидий	38 87,62 <b>Sr</b> стронций	39 88,9059 <b>Y</b> иттрий	40 91,224 <b>Zr</b> цирконий	41 92,9064 <b>Nb</b> ниобий	42 95,94 <b>Mo</b> молибден	43 [98] <b>Tc</b> технеций	44 101,07 <b>Ru</b> рутений	45 102,9055 <b>Rh</b> родий	46 106,42 <b>Pd</b> палладий								
5	7	47 107,8682 <b>Ag</b> серебро	48 112,41 <b>Cd</b> кадмий	49 114,82 <b>In</b> индий	50 118,710 <b>Sn</b> олово	51 121,75 <b>Sb</b> сурьма	52 127,60 <b>Te</b> теллур	53 126,9045 <b>I</b> йод	54 131,29 <b>Xe</b> ксенон										
6	8	55 132,9054 <b>Cs</b> цезий	56 137,33 <b>Ba</b> барий	57 138,9055 <b>La*</b> лантан	72 178,49 <b>Hf</b> гафний	73 180,9479 <b>Ta</b> тантал	74 183,85 <b>W</b> вольфрам	75 186,207 <b>Re</b> рений	76 190,2 <b>Os</b> осмий	77 192,22 <b>Ir</b> иридий	78 195,08 <b>Pt</b> платина								
6	9	79 196,9665 <b>Au</b> золото	80 200,59 <b>Hg</b> ртуть	81 204,383 <b>Tl</b> таллий	82 207,2 <b>Pb</b> свинец	83 208,9804 <b>Bi</b> висмут	84 [209] <b>Po</b> полоний	85 [210] <b>At</b> астат	86 [222] <b>Rn</b> радон										
7	10	87 [223] <b>Fr</b> франций	88 [226] <b>Ra</b> радий	89 [227] <b>Ac**</b> актиний	104 [261] <b>Rf</b> резерфордий	105 [262] <b>Db</b> дубний	106 [263] <b>Sg</b> сиборгий	107 [262] <b>Bh</b> борий	108 [265] <b>Hs</b> гасий	109 [266] <b>Mt</b> майтнерий	110 [271] <b>Ds</b> дармштадтий								
7	11	111 [272] <b>Rg</b> рентгений	112 [285] <b>Uub</b> унубий	113 [ ] <b>(Uut)</b> унунтрий	114 [287] <b>Uuq</b> унунквадий	115 [ ] <b>(Uup)</b> унунпентий	116 [292] <b>Uuh</b> унунгексий	117 [ ] <b>(Uus)</b> унунсептий	118 [293] <b>Uuo</b> унуноктий										

\* Лантаноиды

58 140,12 церий	59 140,9077 празеодим	60 144,24 неодим	61 [145] прометий	62 150,36 самарий	63 151,96 европий	64 157,25 гадолиний	65 158,9254 тербий	66 162,50 диспрозий	67 164,9304 гольмий	68 167,26 эрбий	69 168,9342 тулий	70 173,04 иттербий	71 174,967 лютеций
-----------------------	-----------------------------	------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	-----------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------

\*\* Актиноиды

90 232,0381 торий	91 [231] протактиний	92 238,0289 уран	93 [237] нептуний	94 [244] плутоний	95 [243] америций	96 [247] кюриум	97 [247] берклий	98 [251] калifornий	99 [252] эйнштейний	100 [257] фермий	101 [258] менделевий	102 [259] нобелий	103 [260] лоуренсий
-------------------------	----------------------------	------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-----------------------	------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------	----------------------------	-------------------------	---------------------------

Целое число в скобках – массовое число наиболее устойчивого изотопа

**Таблица 2 – НАЗВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

<b>Порядковый номер элемента</b>	<b>Символ</b>	<b>Русское название</b>	<b>Латинское название</b>
1	<b>H</b>	Водород	Hydrogenium
2	<b>He</b>	Гелий	Helium
3	<b>Li</b>	Литий	Lithium
4	<b>Be</b>	Бериллий	Beryllium
5	<b>B</b>	Бор	Borum
6	<b>C</b>	Углерод	Carboneum
7	<b>N</b>	Азот	Nitrogenium
8	<b>O</b>	Кислород	Oxygenium
9	<b>F</b>	Фтор	Fluorum, Ftorum
10	<b>Ne</b>	Неон	Neon
11	<b>Na</b>	Натрий	Natrium
12	<b>Mg</b>	Магний	Magnesium
13	<b>Al</b>	Алюминий	Aluminium
14	<b>Si</b>	Кремний	Silicium
15	<b>P</b>	Фосфор	Phosphorus
16	<b>S</b>	Сера	Sulfur
17	<b>Cl</b>	Хлор	Chlorum
18	<b>Ar</b>	Аргон	Argon
19	<b>K</b>	Калий	Kalium
20	<b>Ca</b>	Кальций	Calcium
21	<b>Sc</b>	Скандий	Scandium
22	<b>Ti</b>	Титан	Titanium
23	<b>V</b>	Ванадий	Vanadium
24	<b>Cr</b>	Хром	Chromium
25	<b>Mn</b>	Марганец	Manganum
26	<b>Fe</b>	Железо	Ferrum
27	<b>Co</b>	Кобальт	Cobaltum
28	<b>Ni</b>	Никель	Niccolum
29	<b>Cu</b>	Медь	Cuprum
30	<b>Zn</b>	Цинк	Zincum
31	<b>Ga</b>	Галлий	Gallium

*Продолжение таблицы 2*

<b>Порядковый номер элемента</b>	<b>Символ</b>	<b>Русское название</b>	<b>Латинское название</b>
32	<b>Ge</b>	Германий	Germanium
33	<b>As</b>	Мышьяк	Arsenicum
34	<b>Se</b>	Селен	Selenium
35	<b>Br</b>	Бром	Bromum
36	<b>Kr</b>	Криптон	Krypton
37	<b>Rb</b>	Рубидий	Rubidium
38	<b>Sr</b>	Стронций	Strontium
39	<b>Y</b>	Иттрий	Yttrium
40	<b>Zr</b>	Цирконий	Zirconium
41	<b>Nb</b>	Ниобий	Niobium
42	<b>Mo</b>	Молибден	Molybdenum
43	<b>Tc</b>	Технеций	Technetium
44	<b>Ru</b>	Рутений	Ruthenium
45	<b>Rh</b>	Родий	Rhodium
46	<b>Pd</b>	Палладий	Palladium
47	<b>Ag</b>	Серебро	Argentum
48	<b>Cd</b>	Кадмий	Cadmium
49	<b>In</b>	Индий	Indium
50	<b>Sn</b>	Олово	Stannum
51	<b>Sb</b>	Сурьма	Stibium, Antimonium
52	<b>Te</b>	Теллур	Tellurium
53	<b>I</b>	Йод	Iodum
54	<b>Xe</b>	Ксенон	Xenon
55	<b>Cs</b>	Цезий	Caesium
56	<b>Ba</b>	Барий	Barium
57	<b>La</b>	Лантан	Lanthanum
74	<b>W</b>	Вольфрам	Wolframium
75	<b>Re</b>	Рений	Rhenium
76	<b>Os</b>	Осмий	Osmium
77	<b>Ir</b>	Иридий	Iridium
78	<b>Pt</b>	Платина	Platinum

<i>Продолжение таблицы 2</i>			
<b>Порядковый номер элемента</b>	<b>Символ</b>	<b>Русское название</b>	<b>Латинское название</b>
79	<b>Au</b>	Золото	Aurum
80	<b>Hg</b>	Ртуть	Hydrargyrum, Mercurium
81	<b>Tl</b>	Таллий	Thallium
82	<b>Pb</b>	Свинец	Plumbum
83	<b>Bi</b>	Висмут	Bismuthum
84	<b>Po</b>	Полоний	Polonium
85	<b>At</b>	Астат	Astatium
86	<b>Rn</b>	Радон	Radon
87	<b>Fr</b>	Франций	Francium
88	<b>Ra</b>	Радий	Radium
89	<b>Ac</b>	Актиний	Actinium

**Таблица 3 – РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ,  
ОСНОВАНИЙ, СОЛЕЙ В ВОДЕ ПРИ 20°C**

АНИОНЫ	КАТИОНЫ											
	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>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H
F <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	M	H	H	M	P	H	H
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	P	M	H	P	—	H	—
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	M	M	M	H	?	M	?
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	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	?	?	?
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	H	P	P	—	H	H	H	H	H	H	H
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	H	?
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P	—
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	P	P	P	?	H	H	H	H	?	H	?

Продолжение таблицы 3

АНИОНЫ	КАТИОНЫ											
	Cr <sup>3+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Co <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Cu <sup>+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
OH <sup>-</sup>	Н	Н	Н	Н	Н	—	—	—	Н	Н	Н	Н
F <sup>-</sup>	Н	Р	Р	М	Р	Р	Н	М	Н	Р	—	Р
Cl <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Р	М	Р	Р	Р
Br <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	М	М	Р	—	Р
I <sup>-</sup>	?	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	М	—	Р
S <sup>2-</sup>	—	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	—	Н
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	—	Н	Н	?	М	Н	Н	Н	Н	?	Н	?
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	М	М	—	Н	Р	Р	Р
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	Р	Р
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	?	Р	Н	?	?	—	?	?	?	?	?	?
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	?	Н	Н	Н	Н	Н	Н	?	Н	?	—	Н
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	Р	Р
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	?	?	?	Н	Н	?	—	?	Н	?	—	?

**Р** – растворяется (>1 г в 100 г H<sub>2</sub>O);

**М** – малорастворяется (от 0,1 г до 1 г в 100 г H<sub>2</sub>O);

**Н** – не растворяется (<0,1 г в 100 г H<sub>2</sub>O);

**—** – в водной среде разлагается;

**?** – нет достоверных сведений о существовании соединения.

**Таблица 4 – ИОННЫЕ РАДИУСЫ**

<b>Ион</b>	<b>r, нм</b>	<b>Ион</b>	<b>r, нм</b>	<b>Ион</b>	<b>r, нм</b>
<b>Ac<sup>3+</sup></b>	0,112	<b>Ag<sup>+</sup></b>	0,115	<b>Am<sup>3+</sup></b>	0,053
<b>As<sup>3+</sup></b>	0,058	<b>As<sup>5+</sup></b>	0,046	<b>At<sup>7+</sup></b>	0,062
<b>Au<sup>+</sup></b>	0,137	<b>B<sup>3+</sup></b>	0,027	<b>Ba<sup>2+</sup></b>	0,135
<b>Be<sup>2+</sup></b>	0,045	<b>Bi<sup>3+</sup></b>	0,103	<b>Bk<sup>3+</sup></b>	0,083
<b>Br<sup>-</sup></b>	0,196	<b>C<sup>4+</sup></b>	0,015	<b>Ca<sup>2+</sup></b>	0,10
<b>Cd<sup>2+</sup></b>	0,095	<b>Ce<sup>3+</sup></b>	0,101	<b>Ce<sup>4+</sup></b>	0,087
<b>Cf<sup>5+</sup></b>	0,095	<b>Cl<sup>-</sup></b>	0,181	<b>Cl<sup>7+</sup></b>	0,027
<b>Cm<sup>3+</sup></b>	0,097	<b>Co<sup>2+</sup></b>	0,074	<b>Co<sup>3+</sup></b>	0,061
<b>Cr<sup>3+</sup></b>	0,061	<b>Cr<sup>6+</sup></b>	0,044	<b>Cs<sup>+</sup></b>	0,167
<b>Cu<sup>+</sup></b>	0,077	<b>Cu<sup>2+</sup></b>	0,073	<b>Dy<sup>3+</sup></b>	0,091
<b>Er<sup>3+</sup></b>	0,089	<b>Eu<sup>2+</sup></b>	0,117	<b>Eu<sup>3+</sup></b>	0,095
<b>F<sup>-</sup></b>	0,133	<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,078	<b>Fe<sup>3+</sup></b>	0,064
<b>Fr<sup>-</sup></b>	0,180	<b>Ga<sup>3+</sup></b>	0,062	<b>Gd<sup>2+</sup></b>	0,094
<b>Ge<sup>2+</sup></b>	0,073	<b>Ge<sup>4+</sup></b>	0,053	<b>H<sup>+</sup></b>	0,038
<b>Hf<sup>4+</sup></b>	0,071	<b>Hg<sup>+</sup></b>	0,119	<b>Hg<sup>2+</sup></b>	0,102
<b>Ho<sup>3+</sup></b>	0,090	<b>I<sup>-</sup></b>	0,220	<b>I<sup>7+</sup></b>	0,053
<b>In<sup>3+</sup></b>	0,080	<b>Ir<sup>3+</sup></b>	0,068	<b>K<sup>+</sup></b>	0,138
<b>La<sup>3+</sup></b>	0,103	<b>Li<sup>+</sup></b>	0,076	<b>Lu<sup>3+</sup></b>	0,086
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	0,072	<b>Mn<sup>2+</sup></b>	0,083	<b>Mn<sup>7+</sup></b>	0,046
<b>Mo<sup>3+</sup></b>	0,069	<b>Mo<sup>6+</sup></b>	0,059	<b>N<sup>3-</sup></b>	0,146
<b>N<sup>3+</sup></b>	0,016	<b>N<sup>5+</sup></b>	0,013	<b>Nb<sup>3+</sup></b>	0,072
<b>Nb<sup>5+</sup></b>	0,064	<b>Nd<sup>3+</sup></b>	0,098	<b>Ni<sup>2+</sup></b>	0,069
<b>Np<sup>6+</sup></b>	0,072	<b>O<sup>2-</sup></b>	0,140	<b>Os<sup>4+</sup></b>	0,063
<b>Os<sup>6+</sup></b>	0,054	<b>Os<sup>8+</sup></b>	0,039	<b>P<sup>3+</sup></b>	0,044
<b>P<sup>5+</sup></b>	0,038	<b>Pa<sup>3+</sup></b>	0,104	<b>Pa<sup>5+</sup></b>	0,078
<b>Pb<sup>2+</sup></b>	0,119	<b>Pb<sup>4+</sup></b>	0,077	<b>Pd<sup>2+</sup></b>	0,086
<b>Pd<sup>4+</sup></b>	0,061	<b>Pm<sup>3+</sup></b>	0,097	<b>Po<sup>4+</sup></b>	0,094
<b>Po<sup>6+</sup></b>	0,067	<b>Pr<sup>3+</sup></b>	0,099	<b>Pr<sup>4+</sup></b>	0,085



<i>Продолжение таблицы 4</i>					
<b>Pt<sup>2+</sup></b>	0,080	<b>Pt<sup>4+</sup></b>	0,062	<b>Pu<sup>3+</sup></b>	0,100
<b>Pu<sup>6+</sup></b>	0,071	<b>Ra<sup>2+</sup></b>	0,148	<b>Rb<sup>+</sup></b>	0,152
<b>Re<sup>4+</sup></b>	0,063	<b>Re<sup>7+</sup></b>	0,053	<b>Rh<sup>3+</sup></b>	0,066
<b>Rh<sup>5+</sup></b>	0,055	<b>Ru<sup>3+</sup></b>	0,068	<b>Ru<sup>5+</sup></b>	0,056
<b>Ru<sup>8+</sup></b>	0,036	<b>S<sup>2-</sup></b>	0,184	<b>S<sup>4+</sup></b>	0,037
<b>S<sup>6+</sup></b>	0,029	<b>Sb<sup>3+</sup></b>	0,076	<b>Sb<sup>5+</sup></b>	0,060
<b>Sc<sup>3+</sup></b>	0,074	<b>Se<sup>2-</sup></b>	0,198	<b>Se<sup>4+</sup></b>	0,050
<b>Se<sup>6+</sup></b>	0,028	<b>Si<sup>4+</sup></b>	0,040	<b>Sm<sup>3+</sup></b>	0,096
<b>Sn<sup>4+</sup></b>	0,069	<b>Sr<sup>2+</sup></b>	0,118	<b>Ta<sup>3+</sup></b>	0,072
<b>Ta<sup>5+</sup></b>	0,064	<b>Tb<sup>3+</sup></b>	0,092	<b>Tb<sup>4+</sup></b>	0,076
<b>Tc<sup>4+</sup></b>	0,064	<b>Tc<sup>7+</sup></b>	0,037	<b>Te<sup>2-</sup></b>	0,221
<b>Te<sup>4+</sup></b>	0,097	<b>Te<sup>6+</sup></b>	0,054	<b>Th<sup>4+</sup></b>	0,094
<b>Ti<sup>3+</sup></b>	0,067	<b>Ti<sup>4+</sup></b>	0,042	<b>Tl<sup>+</sup></b>	0,150
<b>Tl<sup>3+</sup></b>	0,088	<b>Tm<sup>3+</sup></b>	0,088	<b>U<sup>3+</sup></b>	0,102
<b>U<sup>4+</sup></b>	0,089	<b>U<sup>6+</sup></b>	0,073	<b>V<sup>3+</sup></b>	0,064
<b>V<sup>4+</sup></b>	0,053	<b>V<sup>5+</sup></b>	0,035	<b>W<sup>4+</sup></b>	0,066
<b>W<sup>6+</sup></b>	0,042	<b>Xe<sup>8+</sup></b>	0,048	<b>Y<sup>3+</sup></b>	0,090
<b>Yb<sup>3+</sup></b>	0,087	<b>Zn<sup>2+</sup></b>	0,074	<b>Zr<sup>4+</sup></b>	0,072



**Таблица 6 – ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ (АКТИВНОСТИ) МЕТАЛЛОВ**

Li, Rb, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H, Sb, Bi, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au



*активность металлов уменьшается*

## Учебное издание

Щербакова Лариса Ивановна,  
Компанцев Владислав Алексеевич,  
Зяблицева Надежда Сергеевна,  
Белоусова Анна Леонидовна,  
Васина Татьяна Михайловна,  
Медвецкий Александр Игоревич,  
Медвецкая Юлия Георгиевна,  
Санникова Евгения Геннадиевна

### Сборник

**вопросов и письменных домашних заданий  
для самостоятельной работы студентов  
по дисциплине «Неорганическая химия»  
для специальности «Медицинская биохимия»**

Учебно-методическое пособие

Подписано в печать \_\_\_\_\_

Формат 60x84 1/16

Бумага офсетная. Печать ротاپринтная.

Усл. печ. л.            Уч. изд.л.

Тираж \_\_\_\_\_ экз. \_\_\_\_\_

Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ФГБОУ ВО  
ВолгГМУ Минздрава России.

357532, г. Пятигорск, проспект Калинина, 11