


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,  
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Неорганическая химия**

**Уровень высшего образования:**  
Специалитет

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Аналитическая химия, Биоорганическая химия, Высокомолекулярные соединения, Коллоидная химия, Лазерная химия, Медицинская химия и тонкий органический синтез, Нанобиоматериалы и нанобиотехнологии, Неорганическая химия, Нефтехимия, Органическая химия, Радиохимия, Физическая химия, Фундаментальная и прикладная энзимология, Химия ионных и молекулярных систем, Химическая кинетика, Химия высоких энергий, Химия и технология веществ и материалов, Химия твердого тела, Электрохимия

**Форма обучения:**  
очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №7 от 07.07.2021)

Москва 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 29 декабря 2018 года № 1770.

Год (годы) приема на обучение 2021/2022

---

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: базовая часть ООП, блок ХД, модуль «Неорганическая химия».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников), соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p><b>УК-1.С</b> Способен формулировать научно обоснованные гипотезы, создавать теоретические модели явлений и процессов, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности</p>	<p><b>УК-1.С.1</b> Осуществляет поиск, критический анализ и синтез информации с использованием требований системного подхода</p>	<p><b>Уметь:</b> находить необходимые для работы сведения в открытых источниках информации  <b>Уметь:</b> сопоставлять информацию из разных источников, оценивать ее достоверность  <b>Владеть</b> навыками поиска и критического анализа информации по теме научного проекта</p>
	<p><b>УК-1.С.2</b> Формулирует научно обоснованные гипотезы, создает теоретические модели явлений и процессов</p>	<p><b>Уметь:</b> формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных</p>
<p><b>УК-6.С</b> Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранных языках), для академического и профессионального взаимодействия</p>	<p><b>УК-6.С.2.</b> Осуществляет письменную и устную коммуникацию на русском и иностранном языке в профессиональной сфере</p>	<p><b>Уметь:</b> выбирать коммуникативно приемлемый стиль делового общения, использовать необходимые языковые средства, тактики и стратегии для решения коммуникативных задач в академической и профессиональной сферах</p>
	<p><b>УК-6.С.5.</b> Работает с текстами разного уровня сложности, отвечающими задачам профессиональной деятельности</p>	<p><b>Уметь:</b> работать с учебными и научными текстами разного уровня сложности, отвечающих задачам профессиональной деятельности</p>
<p><b>УК-7.С</b> Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии в академической и профессиональной сферах</p>	<p><b>УК-7.С.1</b> Использует современные информационные технологии для обмена информацией в деловой и профессиональной сфере с учетом основных требований информационной безопасности</p>	<p><b>Уметь:</b> использовать программные средства удаленного коллективного доступа для решения задач научной деятельности  <b>Владеть:</b> навыками обмена профессиональной информации с учетом основных требований информационной безопасности</p>

	<b>УК-7.С.2</b> Реализует навыки обработки и представления информации с использованием современных компьютерных технологий	<b>Уметь:</b> пользоваться программными средствами, автоматизирующими обработку данных (управление базами данных, статистическая обработка, визуализация и т.п.)
<b>ОПК-1.С.</b> Способен решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов	<b>ОПК-1.С.1.</b> Воспринимает информацию химического содержания, систематизирует и анализирует ее, оценивает актуальность и степень новизны данных	<b>Знать:</b> теоретические основы неорганической химии, включающие современные представления о строении атома, Периодический закон Д.И.Менделеева, модели химической связи в неорганических соединениях (кристаллы и молекулярные структуры); <b>Знать:</b> основные свойства химических элементов и их соединений, закономерности в изменении этих свойств; <b>Знать:</b> методы получения неорганических веществ, в том числе из природных объектов, и иметь представление об их роли в современном мире; <b>Знать:</b> базовые представления химической термодинамики и кинетики, химического равновесия, кислотно-основных и окислительно-восстановительных процессов
	<b>ОПК-1.С.3.</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	<b>Уметь:</b> использовать теоретические модели для обоснования строения и реакционной способности неорганических соединений; <b>Уметь:</b> интерпретировать результаты синтетических работ в области неорганической химии на основе знаний теоретических основ неорганической химии
	<b>ОПК-1.С.4.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	<b>Уметь:</b> формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных и собственных экспериментальных данных в области неорганической химии
<b>ОПК-2.С.</b> Способен проводить химический эксперимент с соблюдением норм безопасного обращения с химическими ма-	<b>ОПК-2.С.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	<b>Знать:</b> правила техники безопасности при работе в химической лаборатории <b>Уметь:</b> работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности

<p>териалами, адекватно оценивая возможные риски с учетом свойств веществ</p>	<p><b>ОПК-2.С.2.</b> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик</p>	<p><b>Знать:</b> стандартные приемы синтеза неорганических веществ и материалов  <b>Уметь:</b> проводить синтез неорганических веществ и материалов по заданной методике  <b>Уметь:</b> пользоваться стандартным оборудованием химической лаборатории при решении учебных задач курса неорганической химии</p>
	<p><b>ОПК-2.3.С.</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе</p>	<p><b>Знать:</b> теоретические основы методов определения химического и фазового состава неорганических веществ и материалов  <b>Уметь:</b> корректно интерпретировать результаты определения химического и фазового состава неорганических веществ и материалов  <b>Владеть:</b> стандартными инструментальными методами исследования неорганических веществ и материалов</p>
<p><b>ОПК-3.С.</b> Владеет методами регистрации и обработки результатов экспериментов, в том числе, полученных на современном научном оборудовании</p>	<p><b>ОПК-3.С.2.</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений</p>	<p><b>Знать:</b> требования к оформлению и представлению результатов синтетических работ в области неорганической химии  <b>Владеть:</b> навыками оформления протоколов неорганического синтеза</p>
	<p><b>ОПК-3.С.3.</b> Оценивает возможные источники ошибок при проведении эксперимента и корректность полученных данных</p>	<p><b>Уметь:</b> оценить выход целевого продукта при неорганическом синтезе, объяснить возможные причины его отличия от теоретически возможного</p>
<p><b>ОПК-7.С.</b> Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p><b>ОПК-7.С.1</b> Использует современные компьютерные технологии при сборе информации химического профиля с использованием общих и профессиональных баз данных</p>	<p><b>Знать:</b> основные базы данных химического профиля  <b>Уметь:</b> корректно составлять поисковый запрос информации химического содержания  <b>Владеть:</b> навыками работы с профессиональными базами данных химического профиля</p>
<p><b>ОПК-9.С.</b> Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профес-</p>	<p><b>ОПК-9.С.1.</b> Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке</p>	<p><b>Знать:</b> требования к оформлению и представлению результатов синтетических работ в области неорганической химии  <b>Знать:</b> требования к представлению материала в виде презентации научного доклада  <b>Владеть:</b> навыками оформления протоколов неорганического синтеза</p>

сиональном сообществе.	<b>ОПК-9.С.2.</b> Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры	<b>Уметь:</b> представлять результаты своей научной работы в письменном виде согласно требованиям к курсовым работам в соответствующей области химии
	<b>ОПК-9.С.4.</b> Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и/или английском языках	<b>Владеть:</b> навыками подготовки презентаций с результатами своей научной работы на русском языке

3. Объем дисциплины (модуля) составляет 11 зачетных единиц, всего 396 часов, из которых 252 часа составляет контактная работа студента с преподавателем (126 часов занятия лекционного типа, 108 часов – занятия семинарского типа, 10 часов – групповые консультации, 8 часов – промежуточный контроль успеваемости), 144 часа составляет самостоятельная работа студента

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Обучающийся должен

**Знать:** основные разделы неорганической химии в объеме требований ЕГЭ.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттеста-	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа обучающегося, часы из них

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	<b>Всего</b>	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	<b>Всего</b>
Теоретические основы неорганической химии	48	24	22	2			<b>48</b>			-
Химия непереходных элементов	82	48	32	2			<b>82</b>			-
Химия комплексных соединений и переходных элементов	102	46	54	2			<b>102</b>			-
Современные проблемы неорганической химии	10	8	-	2			<b>10</b>			-
Курсовая работа	72					2	<b>2</b>			70
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>	82			2		6	<b>8</b>			74
<b>Итого</b>	<b>396</b>	<b>126</b>	<b>108</b>	<b>10</b>		<b>8</b>	<b>252</b>			<b>144</b>

#### 6. Образовательные технологии:

- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

#### 7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

### Курсовая работа (несколько возможных тем)

1. Синтез и рентгенографическое исследование  $\text{NaLaScNbO}_6$  и  $\text{NaLaScCoO}_6$
2. Получение  $\text{SiHF}_3$
3. Исследование сплавов Cu-Zr-Ni, обогащенных цирконием, при температуре 1123K
4. Синтез и исследование  $\text{CsUO}_2\text{SiO}_3\text{OH}\cdot\text{H}_2\text{O}$
5. Синтез наночастиц и наностержней золота
6. Синтез бинарного оксида NiO – ZrO<sub>2</sub>
7. Получение комплекса  $[\text{Ba}(\text{hfa})_2(\text{tetraglyme})]$  и исследование его свойств
8. Синтез  $\text{SnO}_2$  методом пиролиза аэрозоля для газовых сенсоров
9. Получение ВТСП состава  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+4+\delta}$  ( $n = 2, 3$ )
10. Синтез цирконий-фосфатных катализаторов

### Сетевой ресурс поддержки образовательного процесса

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/inorg.html>

[http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloquium\\_inorg/quest\\_base\\_1.pdf](http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloquium_inorg/quest_base_1.pdf)

[http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloquium\\_inorg/quest\\_base\\_2.pdf](http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloquium_inorg/quest_base_2.pdf)

### Варианты для самопроверки (домашние задания).

1. Напишите уравнения реакций следующих превращений, используя для каждого превращения минимальное число стадий. Для выделенной стадии составьте электронно-ионные уравнения полуреакций. (Приведена «цепочка» превращений химических веществ, в которой часть продуктов и реагирующих веществ скрыта.)
2. В четырех пробирках находятся сухие соли  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ .
  - 1) Используя минимальное число реактивов, распознайте химическим путем, что находится в каждой пробирке. Проведите идентификацию каждого вещества на основе характерных для него реакций. Напишите уравнения всех предложенных Вами реакций.
  - 2) Сравните восстановительные свойства  $\text{Na}_2\text{S}$  и  $\text{Na}_2\text{Se}$  в водных растворах. Подтвердите Ваш вывод уравнениями реакций.
  - 3) Определите pH 0.01M раствора  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ( $K_b(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})=1.8\cdot 10^{-5}$ ). Напишите уравнение реакции гидролиза в ионной форме.
3. На рисунке (приведен рисунок) представлен фрагмент  $p$ - $T$  диаграммы серы (до  $p=2$  атм).
  - 1) Обозначьте на диаграмме фазовые поля.
  - 2) Определите координаты тройной точки А, если известно, что температурная зависимость давления насыщенного пара над ромбической серой описывается уравнением  $\lg p(\text{Па})=16.527-5172/T$ , а над моноклинной  $\lg p(\text{Па})=16.277-5080/T$ .
  - 3) Покажите на диаграмме точку кипения серы при 1 атм.
  - 4) Пары серы нагрели до 700°C и резко охладили. Полученную серу растворили в  $\text{CS}_2$ . Температура кипения раствора, содержащего 1.92 г серы в 100 г сероуглерода на 0.23°C выше, чем температура кипения чистого  $\text{CS}_2$  ( $E=2.29$ ). В то же время известно, что раствор ромбиче-



ской серы такой же концентрации кипит на  $0.172^\circ$  выше, чем чистый сероуглерод. Объясните такое различие. Ответ подтвердите расчетом.

4. Черное кристаллическое вещество **A** реагирует с раствором  $\text{H}_2\text{O}_2$  с образованием белого осадка. Взаимодействие 3.591 г вещества **A** с кислородом приводит к образованию твердого вещества **B** оранжевого цвета и 33.6 мл бесцветного газа **C** (подтвердите расчетом). Вещество **B** реагирует с раствором  $\text{HNO}_3$ . При этом образуется темный осадок **D** и раствор вещества **E**, при добавлении к которому раствора  $\text{KI}$  наблюдается образование ярко-желтого раствора. Если к веществу **D** прилить конц. Раствор соляной кислоты, то выделяется желто-зеленый газ. Газ **C** поглощается раствором  $\text{NaOH}$ . При этом образуется раствор соли **F**. Если к веществу **A** прилить раствор соляной кислоты, то выделяется резко пахнущий газ **G**, пропускание которого через водный раствор **C**, приводит к образованию желтоватого осадка **H**. Вещество **H** реагирует с раствором **F** при нагревании. При этом образуется раствор вещества **I**, обесцвечивающего иодную воду. Определите соединения **A-I** и напишите уравнения всех химических реакций.

5. Стандартная энтропия образования оксида азота (II) составляет 12.32 Дж/моль·К.

1) Определите, при каких температурах возможен синтез оксида азота (II) из простых веществ, если  $E^\circ (\text{NO}_{(г.)}/\text{N}_{2(г.)})=1.68$  В и  $E^\circ (\text{O}_{2(г.)}/\text{H}_2\text{O}_{(ж.)})=1.23$  В при  $\text{pH}=0$  и  $T=298$  К. Напишите полуреакции, соответствующие данным потенциалам. При проведении расчетов зависимостью  $\Delta H^0_T$  и  $\Delta S^0_T$  реакции от температуры следует пренебречь.

2) Возможен ли синтез из простых веществ других оксидов азота? Напишите уравнения соответствующих реакций. Какие знаки имеют  $\Delta_r H^0_T$  и  $\Delta_r S^0_T$  этих реакций? Объясните, почему  $\Delta_r H^0_T$  и  $\Delta_r S^0_T$  имеют именно такие знаки.

3) Предложите способ синтеза хлорида гидроксилamina, используя в качестве единственного источника азота и хлора кристаллический нитрат натрия и газообразный хлор, соответственно.

#### 8. Ресурсное обеспечение:

Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются: <http://nbmgu.ru/>

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

#### Основная литература

Основная литература (базовые учебники выделены курсивом, они имеются в библиотеке химического факультета). Контрольные экземпляры в электронном и бумажном виде хранятся на кафедре неорганической химии (учебно-методический кабинет кафедры неорганической химии).

1. Ю.Д. Третьяков, Л.И. Мартыненко, А.Н. Григорьев, А.Ю. Цивадзе. Неорганическая химия. Химия элементов. Учебник в 2 томах. М.: МГУ и ИКЦ «Академкнига», 2007.
2. М.Е. Тамм, Ю.Д. Третьяков. Неорганическая химия. Т. 1. Физико-химические основы неорганической химии. М.: Изд. центр «Академия», 2004

3. А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов. Под ред. Ю.Д. Третьякова. Неорганическая химия. Т. 2. Химия непереходных элементов. М.: Изд. центр «Академия», 2004.
4. А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов. Под ред. Ю.Д. Третьякова. Неорганическая химия. Т. 3. Химия переходных элементов. Кн. 1. М.: Изд. центр «Академия», 2007.
5. А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов. Под ред. Ю.Д. Третьякова. Неорганическая химия. Т. 3. Химия переходных элементов. Кн. 2. М.: Изд. центр «Академия», 2007.
7. Е.И. Ардашникова, Г.Н. Мазо, М.Е. Тамм. Под ред. Ю.Д. Третьякова Сборник задач по неорганической химии. М.: Мир, 2004.
8. Ю.М. Коренев, А.Н. Григорьев, Н.Н. Желиговская, К.М. Дунаева. Задачи и вопросы по общей и неорганической химии с ответами и решениями. М.: Мир, 2004.
9. Е.И. Ардашникова, Г.Н. Мазо, М.Е. Тамм. Вопросы и задачи к курсу неорганической химии. М.: МГУ, 2000.
10. Никольский А. Б., Суворов А. В. Общая и неорганическая химия в 2 т. 6-е изд., испр. и доп. Учебник для вузов. Юрайт. 2021.

### Дополнительная литература

1. Н.С. Ахметов. Общая и неорганическая химия. М.: Высшая школа, 2001.
2. Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. Современная неорганическая химия: в 3 т. М.: Мир, 1969.
3. Дж. Хьюи. Неорганическая химия. Строение вещества и реакционная способность. М.: Химия, 1987.
4. Д. Шрайвер, П. Эткинс. Неорганическая химия. М.: Мир, 2004.
5. В.В. Скопенко, А.Ю. Цивадзе, Л.И. Савронский, А.Д. Гарновский. Координационная химия. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007.
6. Г.Грей. Электроны и химическая связь. М.: Мир, 1967.

### Интернет-ресурсы

1. В.А.Алешин (составитель). Электронные лабораторные тетради. <http://vle3.chem.msu.ru/>
2. В.А.Алешин (составитель). Тестовые вопросы по неорганической химии (ЭВМ-контроль). <http://vle3.chem.msu.ru/>
3. Ардашникова Е.И., Карпова Е.В., Мазо Г.Н., Тамм М.Е., Шевельков А.В. Вопросы базового уровня к коллоквиумам по неорганической химии. Части I, II. [http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloquium\\_inorg/quest\\_base\\_1.pdf](http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloquium_inorg/quest_base_1.pdf);  
[http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloquium\\_inorg/quest\\_base\\_2.pdf](http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloquium_inorg/quest_base_2.pdf)
4. Третьяков Ю.Д., Шевельков А.В., Гудилин Е.А. Методы исследования неорганических веществ и материалов. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/goodilin/meth.pdf>
5. Третьяков Ю.Д., Шевельков А.В., Гудилин Е.А. Неорганическая химия. Лекции для студентов 1-го курса. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/thermo/welcome.html>
6. Шевельков А.В. Методы исследования в неорганической химии (учебные материалы к лекциям по неорганической химии). <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/shevelkov1.pdf>

7. Шевельков А.В. Комплексные соединения (программа лекций и рекомендации к семинарам в курсе неорганической химии). <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/shevelkov2.pdf>
8. Спиридонов Ф.М., Зломанов В.П. Химия халькогенов. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/spiridonov/welcome.html>
9. Дроздов А.А., Зломанов В.П. Химия элементов главных групп периодической системы Д.И. Менделеева: галогены. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/zlomanov/welcome.html>
10. Путляев В.И., Еремина Е.А. Правило фаз (однокомпонентные системы). <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/fasa/welcome.html>
11. Алешин В.А., Дунаева К.М., Субботина Н.А. Неорганические синтезы. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/aleshin/welcome.html>
12. И.В.Морозов, А.И.Болталин, Е.В.Карпова. Окислительно-восстановительные процессы. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/karпова/welcome.html>
13. Е.Д.Демидова, В.Д.Долженко, К.О.Знаменков, П.Е.Казин. Иллюстративные материалы к семинарам по неорганической химии. Раздел 1 (первый семестр). <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin1.pdf>
14. Е.Д. Демидова, В.Д. Долженко, К.О. Знаменков, О.А. Брылев, П.Е. Казин. Иллюстративные материалы к семинарам по неорганической химии. Раздел 2 (второй семестр). <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf>
15. Казин П.Е. Магнитные методы в химии. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/welcome.html>
16. Н.А.Добрынина. Бионеорганическая химия (методическое пособие для студентов I курса). <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/dobrinina/welcome.html>

Материально-техническое обеспечение: для лекций и семинарских занятий требуются аудитории, оснащенные доской и средствами для письма, а также техникой для презентаций.

Для демонстраций химических опытов требуется аудитория с демонстрационной камерой (с вытяжкой и защитным экраном)

Лицензионное программное обеспечение для подготовки печатных текстов и презентаций – Microsoft Office.

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели:

д.х.н., профессор Шевельков А.В.,

д.х.н., чл.-корр. РАН, профессор Гудилин Е.А.

### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - экзамена. На экзамене проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.2.

- Контрольные вопросы (вопросы контрольных работ).

1. Напишите уравнения следующих химических превращений и укажите условия их проведения (приводится «цепочка» превращений соединений, в которой часть продуктов и реагирующих веществ скрыта).
2. В растворе присутствуют  $\text{CoCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{HgCl}_2$ . Предложите способ разделения указанной смеси солей и выделите кобальт в виде  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ , медь и ртуть в форме любых соединений. Напишите уравнения всех предложенных Вами реакций.
3. Используя диаграммы Латимера (приводится соответствующая диаграмма),
  - а) вычислите величину константы равновесия процесса  $[\text{AuCl}_2]^- \rightleftharpoons \text{Au}^+ + 2\text{Cl}^-$ ;
  - б) определите, будет ли окисляться  $[\text{AuCl}_2]^-$  до  $[\text{AuCl}_4]^-$  кислородом в стандартных условиях, если  $E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1.23 \text{ V}$ ? Напишите уравнение возможной реакции в ионной форме. Ответ подтвердите расчетом значения  $\Delta_r G^\circ_{298}$ .
4. Смесь двух металлов А и В обработали раствором соляной кислоты. При этом образовался светло-зеленый раствор соли С, который отделили от металла В. При добавлении к полученному раствору С раствора  $\text{H}_2\text{O}_2$  получается желто-коричневый раствор соли D. Если к раствору D прилить раствор КОН, то выпадает коричневый осадок E, который реагирует с бромом при нагревании с образованием красного осадка F. Осадок F растворяется в конц. соляной кислоте. При этом выделяется газ и образуется раствор D. Если к раствору D добавить насыщ. раствор  $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , то образуется зеленый раствор соединения I. Металл В растворяется при нагревании в конц.  $\text{HNO}_3$  с образованием бесцветного раствора G. Если к этому раствору добавить раствор KI, то выпадает желтоватый осадок H, растворимый в насыщ. растворе  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Определите все неизвестные вещества. Напишите уравнения соответствующих реакций.

- Вопросы теоретического минимума (вопросы коллоквиумов).

1. Сформулируйте первый закон термодинамики. Запишите выражение I-го начала термодинамики.
2. Рассчитайте  $\Delta_r H^\circ_{298}$  следующих реакций, используя табличные значения  $\Delta_f H^\circ$  соответствующих веществ (указаны вещества и реакции).
3. Изобразите схему P-T фазовой диаграммы воды. Укажите на диаграмме: а) линии, соответствующие зависимости давления насыщенного пара над жидкостью, над твердым веществом; б) тройную точку; в) область существования твердой фазы. Какое равновесие осуществляется при T и P, соответствующих тройной точке? Что такое температура кипения, от каких факторов она зависит?
4. Возможно ли селективно окислить перманганатом калия хлорид-ионы в присутствии бромид-ионов? Возможно ли такое селективное окисление другим окислителем? Для ответа на вопрос используйте значения стандартных электродных потенциалов (приведены соответствующие данные).
5. Каково пространственное строение анионов оксокислот хлора  $\text{HClO}$ ,  $\text{HClO}_2$ ,  $\text{HClO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$  и название кислот и их солей. Как меняется сила кислот в ряду  $\text{HClO}$ - $\text{HClO}_2$ - $\text{HClO}_3$ - $\text{HClO}_4$ ? Для какой соли,  $\text{KClO}$  или  $\text{KClO}_3$ , значение pH растворов с одинаковой концентрацией будет больше, почему?
6. Какая из кислот, серная или сернистая, является более сильным окислителем? Ответ подтвердите примерами уравнений реакций.
7. Нарисуйте энергетическую диаграмму расщепленных d-орбиталей и распределение электронов (ТКП) для аквакомплексов  $\text{Cr}^{+2}$  и  $\text{Cr}^{+3}$ . Сравните для этих комплексов: а) величину расщепления ( $\Delta_o$ ), б) термодинамическую устойчивость (ЭСКП), в) кинетическую устой-

чивость (лабильность, инертность), г) магнитный момент (мБ). Что изменится в строение этих комплексов, если воду заменить цианид-ионом?

8. Напишите реакцию восстановления дихромата калия сульфитом калия в кислой среде. Определите возможность протекания этой реакции при  $\text{pH}=5$ , если для  $\text{pH}=0$   $E^\circ(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}) = 1,33\text{В}$ ,  $E^\circ(\text{SO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{SO}_3) = 0,17\text{В}$ , а все остальные активности равны единице.
9. Какие бинарные соединения железа и серы вы знаете? Можно ли осадить сульфид железа сероводородом? Качественно (без численных выкладок) объясните это с помощью понятий  $\text{PP}(\text{FeS})$  и  $K_a(\text{H}_2\text{S})$ .
10. Получите  $\text{Ag}_2\text{O}_2$  из  $\text{AgNO}_3$ . Какие степени окисления проявляет серебро в этих соединениях? Напишите уравнения соответствующих реакций и условия их проведения.

- Образцы тестов.

### Тест 1

Вопрос 1.

В атмосфере какого окисла азота гаснет тлеющая лучинка?

- 1 NO
- 2 NO<sub>2</sub>
- 3 N<sub>2</sub>O

Вопрос 2.

Каков один из продуктов взаимодействия и сумма коэффициентов в правой части уравнения реакции  $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{CuCl}_2$  в щелочной среде?

- 1 Cu 8
- 2 Cu 11
- 3 Cu<sub>2</sub>O 17
- 4 Cu<sub>2</sub>O 8

Вопрос 3.

Какое соединение образуется при взаимодействии белого фосфора с избытком раствора  $\text{AgNO}_3$  ?

- 1 H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>
- 2 H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub>
- 3 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
- 4 (HPO<sub>3</sub>)<sub>x</sub>

Вопрос 4.

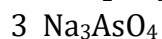
Какое соединение образуется при взаимодействии раствора H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> с  $\text{AgNO}_3$  при нагревании ?

- 1 PH<sub>3</sub>
- 2 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>



Вопрос 5.

Какое соединение является наиболее сильным окислителем?



Вопрос 6.

При какой температуре будет устойчива смесь  $\text{NO}_2$  и  $\text{N}_2\text{O}_4$ , в которой  $P(\text{NO}_2) = P(\text{N}_2\text{O}_4) = 1$  атм? Необходимые термодинамические константы взять из `Практикума`.

1 46 C

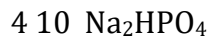
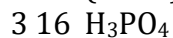
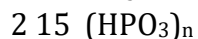
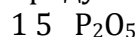
2 0 C

3 100 C

4 319 C

Вопрос 7.

Напишите уравнение реакции  $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  и подсчитайте сумму коэффициентов в правой части уравнения. Укажите продукт окисления  $\text{Na}_2\text{HPO}_3$ .



Вопрос 8.

Как меняются окислительные свойства высших кислородсодержащих кислот элементов VA группы (рассмотреть RedOx-пары  $\text{NO}_3^-/\text{N}_2$ ;  $\text{H}_3\text{PO}_4/\text{P}_4$ ;  $\text{H}_3\text{AsO}_4/\text{As}$ ;  $\text{HSb}(\text{OH})_6/\text{Sb}$ ;  $\text{Bi}_2\text{O}_5 \cdot x\text{H}_2\text{O}/\text{Bi}$ ;  $\text{pH}=0$ ).

1  $\text{Bi} > \text{N} > \text{As} > \text{Sb}$  приближенно равны P2  $\text{N} > \text{P} > \text{As} > \text{Sb} > \text{Bi}$ 3  $\text{N} > \text{Bi} > \text{As}$  приближенно равны  $\text{Sb} > \text{P}$ 4  $\text{Bi} > \text{N} > \text{P}$  приближенно равны  $\text{As} > \text{Sb}$ 

## Тест 2

Вопрос 1. Какой из щелочных металлов является самым сильным восстановителем в водном растворе?

1 K

- 2 Cs
  - 3 Li
  - 4 Na
- 

Вопрос 2. Какое соединение следует добавить к раствору  $\text{BeCl}_2$ , чтобы уменьшить гидролиз ?

- 1 HCl
  - 2 NaOH
  - 3 NaCl
  - 4  $\text{NH}_3$
- 

Вопрос 3. Какой гидроксид проявляет амфотерные свойства?

- 1  $\text{Be}(\text{OH})_2$
  - 2  $\text{Ba}(\text{OH})_2$
  - 3  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
  - 4  $\text{Mg}(\text{OH})_2$
- 

Вопрос 4. Какой хлорид можно получить в кристаллическом виде упариванием его водного раствора?

- 1  $\text{BeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
  - 2  $\text{CaCl}_2$
  - 3  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
  - 4  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- 

Вопрос 5. Какой из гидроксидов наиболее растворим в воде?

- 1  $\text{Ba}(\text{OH})_2$
  - 2  $\text{Be}(\text{OH})_2$
  - 3  $\text{Mg}(\text{OH})_2$
  - 4  $\text{Al}(\text{OH})_3$
- 

Вопрос 6. Подсчитайте сумму коэффициентов в правой части уравнения при взаимодействии  $\text{Na}_2\text{O}_2$  с KJ в водной среде.

- 1 6
  - 2 8
  - 3 5
  - 4 10
- 

Вопрос 7. Рассчитать pH 0,01M раствора  $\text{BeCl}_2$ .  $K_2(\text{Be}(\text{OH})_2) = 5 \cdot 10^{-11}$

- 1 3,5
- 2 4,0
- 3 2,0
- 4 2,8

Вопрос 8.	Сколько граммов осадка выпадет при обработке 1 л насыщенного раствора $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ( $\text{PP} = 1,1 \cdot 10^{-11}$ ) 1 л 0,01М раствора $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ ?
1	0.0246
2	0.0064
3	0.0328
4	0.041

- Полный перечень вопросов к коллоквиумам.

1. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Теплота и работа различного рода. Энтальпия. Стандартное состояние и стандартная энтальпия химических реакций. Энтальпия образования. Термохимические расчеты, основанные на законе Гесса. Второй закон термодинамики, его формулировки. Энтропия, её статистическое толкование. Зависимость энтропии от температуры. Стандартная энтропия. Изменение энтропии при фазовых переходах и химических реакциях. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Константа химического равновесия как мера глубины протекания процессов. Факторы, влияющие на величину константы равновесия. Принцип Ле-Шателье.

2. Фазовые равновесия. Основные понятия: компонент, фаза, степень свободы. Правило фаз Гиббса. Диаграмма состояния однокомпонентной системы. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем.

3. Представление об истинных и коллоидных растворах. Процессы растворения. Способы выражения состава растворов. Понятие о коллигативных свойствах растворов неэлектролитов и электролитов: давление насыщенного пара, понижение температуры замерзания (криоскопия), повышение температуры кипения (эбулиоскопия), осмос и осмотическое давление в неорганических и биологических системах. Кислотно-основное равновесие. Понятия "кислота" и "основание". Стандартный электродный потенциал. Ряд напряжений. Уравнение Нернста, связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Ряды Латимера, диаграммы «вольт-эквивалент — степень окисления», ВЭ-СО (диаграммы Фроста).

4. Скорость химической реакции, ее зависимость от природы и концентрации реагентов, температуры. Порядок и молекулярность реакции. Константа скорости и ее зависимость от температуры. Уравнение Аррениуса. Понятие о гомогенном и гетерогенном катализе и аутокатализе.

5. Структура Периодической системы и ее связь с электронной структурой атомов. Периодичность в изменении величин радиусов, энергий ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности атомов в группе и по периоду. Периодичность в изменении свойств простых веществ и основных классов химических соединений (оксиды, гидроксиды, галогениды). Вертикальные, горизонтальные и диагональные аналогии в Периодической системе.

6. Основные типы химической связи. Характеристики химической связи в молекулах: энергия, длина, валентный угол, порядок (кратность) и полярность. Представление о гибридизации атомных орбиталей. Геометрия многоатомных молекул: модель Гиллепси на примере частиц  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SF}_4$ ,  $\text{ICl}_4^-$ .



7. Основные положения метода молекулярных орбиталей (ММО). Метод МО ЛКАО. Двухцентровые двухэлектронные молекулярные орбитали. Энергетические диаграммы двухатомных гомоядерных молекул, образованных элементами 1-го и 2-го периодов. Корреляции между порядком связи, энергией ионизации и магнитными свойствами на примере частиц  $O_2^+$ ,  $O_2$ ,  $O_2^-$ ,  $O_2^{2-}$ .
8. Основные понятия химии комплексных соединений: центральный атом и его координационное число; лиганды, дентатность, донорный атом, внутренняя и внешняя координационные сферы. Изомерия комплексных соединений. Понятие о классификации комплексных соединений. Хелатный эффект.
9. Теория кристаллического поля (ТКП). Симметрия *d*-орбиталей. Изменение энергии *d*-орбиталей в сферическом, октаэдрическом и тетраэдрическом поле лигандов. Энергия стабилизации кристаллическим полем (ЭСКП). Влияние на величину энергии расщепления природы центрального атома (заряда, радиуса, электронной конфигурации), природы, числа и расположения лигандов. Спектрохимический ряд.
10. Окраска и магнитные свойства комплексов. Эффект Яна—Теллера, тетрагональное искажение октаэдрических комплексов. Плоскоквадратные комплексы. Сравнение строения комплексных ионов  $NiCl_4^{2-}$  и  $[Ni(CN)_4]^{2-}$ .
11. Элементы 1-й группы (Li, Na, K, Rb, Cs). Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации атомов. Диагональное сходство литий — магний. Получение и сравнение устойчивости соединений  $Li_2O_2$  и  $Na_2O_2$ ;  $Li_2O$  и  $Na_2O$ .
12. Элементы 2-й группы (Be, Mg, Ca, Sr, Ba). Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации атомов. Диагональное сходство бериллий - алюминий. Получение гидроксидов  $M(OH)_2$  и сравнение их кислотно-основных свойств в ряду Be-Mg-Ca-Sr-Ba.
13. Элементы 13-й группы (B, Al, Ga, In, Tl). Закономерности в изменении электронной конфигурации, размеров атомов, энергий ионизации, сродства к электрону, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Химические способы разделения соединений алюминия и бериллия. Получение, строение, свойства диборана  $B_2H_6$ .
14. Элементы 14-й группы (C, Si, Ge, Sn, Pb). Закономерности в изменении электронной конфигурации размеров атомов, энергий ионизации, сродства к электрону, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Кислородные соединения элементов 14-ой группы. Сопоставление строения и свойств  $CO_2$  и  $SiO_2$ .
15. Элементы 15-й группы (N, P, As, Sb, Bi). Закономерности в изменении электронной конфигурации, размеров атомов, энергий ионизации, сродства к электрону, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Сопоставление прочности одинарных (Э-Э), двойных (Э=Э) и тройных (Э≡Э) связей. Получение, сопоставление строения и свойств (кислотных, окислительной активности и термической устойчивости)  $HNO_2$  и  $HNO_3$ .
16. Элементы 16-й группы (O, S, Se, Te, Po). Закономерности в изменении электронной конфигурации, величин радиусов, энергии ионизации, сродства к электрону, характерных степеней окисления, электроотрицательности и координационных чисел атомов. Отличительные свойства кислорода, кратность связи и особенности катенации (образования гомоядерных цепей) в ряду O – S – Se – Te. Получение, сопоставление строения и свойств (кислотных, окислительной активности и термической устойчивости)  $H_2SO_3$  и  $H_2SO_4$ .
17. Элементы 17-й группы (F, Cl, Br, I). Закономерности в изменении электронной конфигурации, величин радиусов, энергий ионизации, сродства к электрону, характерных степеней окисления атомов. Особенности фтора. Межмолекулярные взаимодействия и физические

свойства простых веществ. Строение и свойства (термодинамическая устойчивость, окислительные, кислотно-основные свойства) кислот и оксоанионов хлора по ряду  $\text{Cl(I)} — \text{Cl(III)} — \text{Cl(V)} — \text{Cl(VII)}$ .

18. Элементы 3 группы (Y, Sc, La, Ac). Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации, характерных степеней окисления, координационных чисел атомов. Сопоставление строения и свойств одготипных соединений в ряду  $\text{Y(III)} — \text{Sc(III)} — \text{La(III)}$  (оксиды, гидроксиды, галогениды). Изменение кислотно-основных характеристик в указанном ряду. Способы получение металлов в промышленности.

19. Элементы 4-й группы (Ti, Zr, Hf). Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации, характерных степеней окисления, координационных чисел атомов. Сопоставление строения и свойств одготипных соединений в ряду  $\text{Ti(IV)} — \text{Ti(III)} — \text{Ti(II)}$  (оксиды, гидроксиды, галогениды). Комплексные соединения Ti.

20. Элементы 5-й группы (V, Nb, Ta). Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации, степеней окисления, координационных чисел атомов. Строение и химические свойства катионных и анионных форм соединений ванадия (V) в водном растворе. Получение и сопоставление окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств соединений  $\text{V(II)} — \text{V(III)} — \text{V(IV)} — \text{V(V)}$  в водном растворе.

21. Элементы 6-й группы (Cr, Mo, W). Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации, характерных степеней окисления, координационных чисел атомов. Кислотно-основные, окислительно-восстановительные свойства соединений хрома в ряду  $\text{Cr(VI)} — \text{Cr(III)} — \text{Cr(II)}$ . Получение, сопоставление строения и свойств (кислотных свойств, термодинамической устойчивости и окислительной активности) оксидов  $\text{ЭO}_3$  ( $\text{Э}=\text{Cr, Mo, W}$ ).

22. Элементы 7-й группы (Mn, Tc, Re). Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Кислотно-основные, окислительно-восстановительные свойства соединений марганца в ряду  $\text{Mn(II)}-\text{Mn(III)}-\text{Mn(IV)}-\text{Mn(VI)}-\text{Mn(VII)}$ . Получение, сопоставление строения и свойств (термодинамической устойчивости, кислотно-основных, окислительно-восстановительных) соединений  $\text{Mn(VII)} — \text{Tc(VII)} — \text{Re(VII)}$ .

23. 3d элементы 8-й, 9-й и 10-й групп (Fe, Co, Ni). Закономерности в изменении электронной конфигурации, радиусов, энергий ионизации, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Кислотно-основные, окислительно-восстановительные свойства гидроксидов  $\text{M(OH)}_2$  и  $\text{M(OH)}_3$  в ряду Fe-Co-Ni. Получение и сопоставление свойств (термодинамической устойчивости, кислотно-основных, окислительно-восстановительных) соединений Fe(II), Fe(III) и Fe(VI).

24. Элементы 11-й группы (Cu, Ag, Au). Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергии ионизации, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Термодинамическая устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства оксидов и гидроксидов  $\text{M(II)}$ ,  $\text{M}=\text{Cu}$  и  $\text{Ag}$ . Получение, строение и диспропорционирование соединений  $\text{Cu}^+$ .

25. Элементы 12-й группы (Zn, Cd, Hg). Закономерности в изменении электронных конфигураций, радиусов, энергий ионизации, характерных степеней окисления, координационных чисел атомов. Кислотно-основные, окислительно-восстановительные свойства гидроксидов  $\text{M(OH)}_2$  в ряду Zn-Cd-Hg. Получение, строение и диспропорционирование соединений  $\text{Hg}_2^{2+}$ .

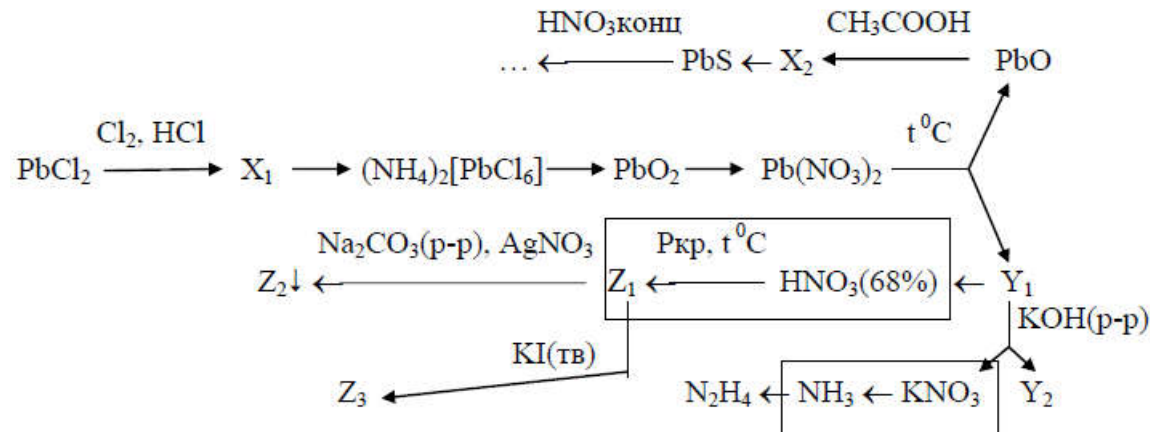
26. РЗЭ элементы. Лантаниды и актиниды. Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации, характерных степеней окисления, координационных чисел атомов. Сопоставление строения и свойств одготипных соединений в

ряду 4f и 5f элементов (оксиды, гидроксиды, галогениды). Способы разделения и получения металлов и их соединений в промышленности.

- **Перечень задач к экзамену.**

### І семестр. Вариант 1.

1. Напишите уравнения реакций и укажите условия их проведения. Для выделенных реакций напишите электронно-ионный баланс.



$\text{X}_i$  – вещества, содержащие свинец;  $\text{Y}_i$  – вещества, содержащие азот;  $\text{Z}_i$  – вещества, содержащие фосфор.

2. 1) Как и почему меняется сила кислот в ряду  $\text{HF} - \text{HCl} - \text{HBr} - \text{HI}$ ?

2) Сравните окислительные свойства  $\text{H}_2\text{SO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (в растворах одинаковой концентрации). Ответ подтвердите уравнениями реакций.

3) Опишите строение  $\text{NH}_3$ , используя МОЭПВО (модель Гиллеспи).

4) Как и почему меняются основные свойства в ряду  $\text{NH}_3 - \text{PH}_3 - \text{AsH}_3 - \text{SbH}_3$ ?

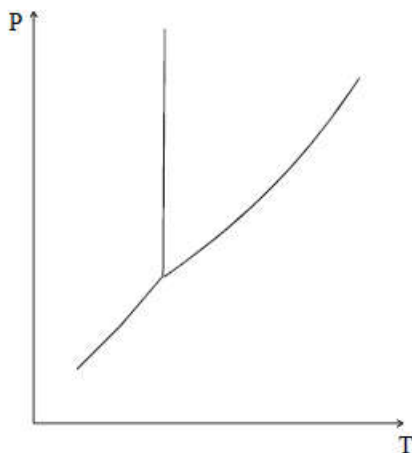
3. В четырех пробирках находятся растворы солей  $\text{KI}$ ,  $\text{KNO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SeO}_3$ .

1) Используя минимальное число реактивов, распознайте химическим путем, что находится в каждой пробирке. Проведите идентификацию каждого вещества на основе характеристических реакций. Напишите все предложенные Вами реакции.

2) Сколько граммов  $\text{K}_2\text{SO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  нужно взять для приготовления 100 мл 3%-ного раствора ( $\rho = 1.01$  г/мл,  $T = 298$  К). Определите pH полученного раствора. Приведите уравнения соответствующих реакций.  $K_2(\text{H}_2\text{SO}_3) = 6.2 \cdot 10^{-8}$ .

3) Определите растворимость (моль/л)  $\text{PbI}_2$  в водном растворе,  $\text{PР}(\text{PbI}_2) = 1.1 \cdot 10^{-9}$ ,  $T = 298$  К. Будет ли выпадать осадок  $\text{PbI}_2$  при смешивании 5 мл 0.01М раствора  $\text{KI}$  и 10 мл 0.05М раствора  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ? Ответ подтвердите расчетом. Считайте, что конечный объем раствора равен сумме объемов исходных растворов.

4. На рисунке схематично представлен фрагмент  $p - T$  диаграммы  $\text{ICl}$  (до  $p = 2$  атм).



- 1) Обозначьте на диаграмме фазовые поля.
- 2) Определите координаты тройной точки, если известно, что температурная зависимость давления насыщенного пара над твердым  $\text{ICl}$  описывается уравнением  $\lg p(\text{мм.рт.ст.}) = 8.5 - 2079/T$ , а над жидким  $\text{ICl}$   $\lg p(\text{мм.рт.ст.}) = 10.4 - 2660/T$ .
- 3) Определите, какова температура кипения  $\text{ICl}$  при давлении 1 атм (расчет). Отметьте эту точку на диаграмме.
- 4) Определите степень диссоциации  $\text{ICl}(\text{г})$  в газовой фазе при температуре 400 К и  $p = 1$  атм.
- 5) Определите, как изменение давления в системе будет влиять на степень превращения  $\text{ICl}(\text{г})$ ?

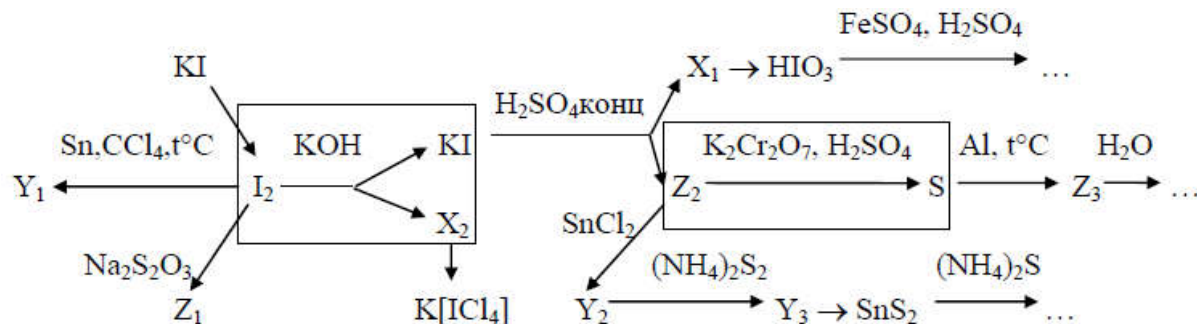
Для п.п. 4 и 5 проведите расчеты и дайте обоснованные ответы, используя данные таблицы, и считая, что  $\Delta_r H^\circ_T$  и  $\Delta_r S^\circ_T$  не зависят от температуры.

	$\text{Cl}_2(\text{г})$	$\text{ICl}(\text{г})$	$\text{I}_2(\text{г})$
$\Delta_f H^\circ_{298}$ , кДж/моль	0	17.41	62.43
$S^\circ_{298}$ , Дж/моль·К	223.0	247.4	260.6

5. Определите, возможно ли избирательно окислить перманганатом калия бромид-ионы в присутствии хлорид-ионов в растворе, и если возможно, то в каком диапазоне значений pH. Считайте активности всех реагентов равными 1, кроме ионов водорода.  $E^\circ(\text{Br}_2/\text{Br}^-) = 1.087$  В,  $E^\circ(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = 1.358$  В,  $E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1.507$  В (pH = 0). Напишите уравнения соответствующих реакций.

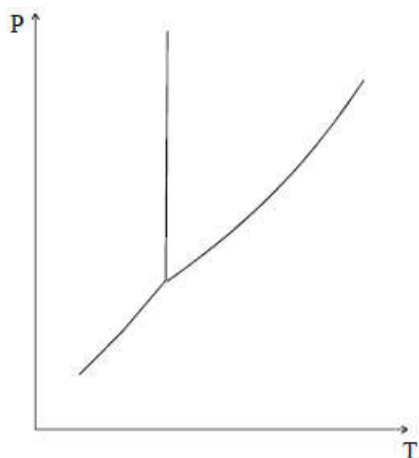
### I семестр. Вариант 2.

1. Напишите уравнения реакций и укажите условия их проведения. Для выделенных реакций напишите электронно-ионный баланс.



$X_i$  – вещества, содержащие иод;  $Y_i$  – вещества, содержащие олово;  $Z_i$  – вещества, содержащие серу.

- 1) Как и почему меняется сила кислот в ряду  $HClO - HClO_2 - HClO_3 - HClO_4$ ?
  - 2) Сравните окислительные свойства  $HNO_2$  и  $HNO_3$  (в растворах одинаковой концентрации). Ответ подтвердите уравнениями реакций.
  - 3) Используя МОЭПВО (модель Гиллеспи), опишите строение  $CH_4$ .
  - 4) Как и почему меняется термическая устойчивость в ряду  $CH_4 - SiH_4 - GeH_4 - SnH_4$ ?
3. В четырех пробирках находятся растворы солей  $NaCl, NaClO_3, Na_2CO_3, NaNO_2$ .
    - 1) Используя минимальное число реактивов, распознайте химическим путем, что находится в каждой пробирке. Проведите идентификацию каждого вещества на основе характеристических реакций. Напишите все предложенные Вами реакции.
    - 2) Сколько граммов  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$  нужно взять для приготовления 100 мл 2%-ного раствора ( $\rho = 1.01$  г/мл,  $T = 298$  К). Определите pH полученного раствора. Приведите уравнения соответствующих реакций.  $K_2(H_2CO_3) = 4.8 \cdot 10^{-11}$ .
    - 3) Определите растворимость (моль/л)  $Ag_2CO_3$  в водном растворе,  $PP(Ag_2CO_3) = 1.2 \cdot 10^{-12}$ ,  $T = 298$  К. Будет ли выпадать осадок  $Ag_2CO_3$  при смешивании 10 мл 0.01M раствора  $Na_2CO_3$  и 20 мл 0.01M раствора  $AgNO_3$ ? Ответ подтвердите расчетом. Считайте, что конечный объем раствора равен сумме объемов исходных растворов.
  4. На рисунке схематично представлен фрагмент p – T диаграммы  $NOCl$  (до  $p = 2$  атм).



- 1) Обозначьте на диаграмме фазовые поля.
- 2) Определите координаты тройной точки, если известно, что зависимость давления насыщенного пара от температуры над твердым NOCl описывается уравнением  $\lg p(\text{мм.рт.ст.}) = 9.37 - 1660/T$ , а над жидким NOCl  $\lg p(\text{мм.рт.ст.}) = 7.92 - 1347/T$ .
- 3) Определите, какова температура кипения NOCl при давлении 1 атм (расчет). Отметьте эту точку на диаграмме.
- 4) Определите температуру, при которой степень диссоциации NOCl(г) в газовой фазе равна 1% при  $p = 1$  атм.
- 5) Объясните, как изменение давления в системе будет влиять на степень превращения NOCl(г)?

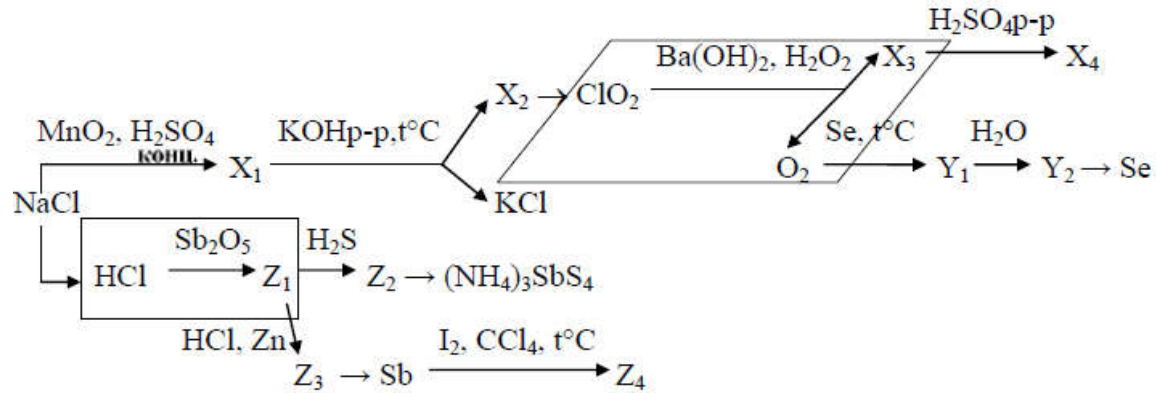
Для п.п. 4 и 5 проведите расчеты и дайте обоснованные ответы, используя данные таблицы, и считая, что  $\Delta_f H^\circ_T$  и  $\Delta_f S^\circ_T$  не зависят от температуры.

	Cl <sub>2</sub> (г)	NO(г)	NOCl(г)
$\Delta_f H^\circ_{298}$ , кДж/моль	0	90.2	52.5
$S^\circ_{298}$ , Дж/моль·К	223.0	210.6	261.5

5. Определите, возможно ли избирательно окислить дихроматом калия иодид-ионы в присутствии хлорид-ионов в растворе, и если возможно, то в каком диапазоне значений pH. Считайте активности всех реагентов равными 1, кроме ионов водорода.  $E^\circ(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = 1.358$  В,  $E^\circ(\text{I}_2/\text{I}^-) = 0.536$  В,  $E^\circ(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}) = 1.330$  В (pH = 0). Напишите уравнения всех соответствующих реакций.

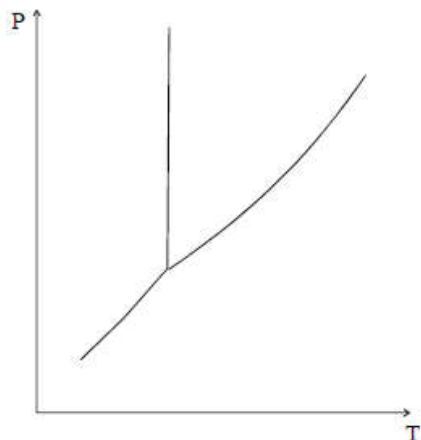
### І семестр. Вариант 3.

1. Напишите уравнения реакций и укажите условия их проведения. Для выделенных реакций напишите электронно-ионный баланс.



$\text{X}_i$  – вещества, содержащие хлор;  $\text{Y}_i$  – вещества, содержащие селен;  $\text{Z}_i$  – вещества, содержащие сурьму.

2. 1) Как и почему меняется сила кислот в ряду  $\text{H}_3\text{PO}_2 - \text{H}_3\text{PO}_3 - \text{H}_3\text{PO}_4$ ?
  - 2) Сравните восстановительные свойства солей  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{N}_2\text{H}_5^+$  (в растворах одинаковой концентрации). Ответ подтвердите уравнениями реакций.
  - 3) Используя МОЭПВО (модель Гиллеспи), опишите строение  $\text{H}_2\text{O}$ .
  - 4) Как и почему меняются кислотные свойства в ряду  $\text{H}_2\text{O} - \text{H}_2\text{S} - \text{H}_2\text{Se} - \text{H}_2\text{Te}$ ?
3. В четырех пробирках находятся растворы солей  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NaNO}_3$ .
    - 1) Используя минимальное число реактивов, распознайте химическим путем, что находится в каждой пробирке. Проведите идентификацию каждого вещества на основе характеристических реакций. Напишите все предложенные Вами реакции.
    - 2) Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  нужно взять для приготовления 100 мл 1%-ного раствора ( $\rho = 1.01 \text{ г/мл}$ ,  $T = 298 \text{ К}$ ). Определите pH полученного раствора. Приведите уравнения соответствующих реакций.  $K_2(\text{H}_2\text{S}) = 2.5 \cdot 10^{-13}$ .
    - 3) Определите растворимость (моль/л)  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  в водном растворе,  $\text{PP } \text{Sb}_2\text{S}_3 = 1.6 \cdot 10^{-93}$ ,  $T = 298 \text{ К}$ . Будет ли выпадать осадок  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  при смешивании 10 мл 0.001M раствора  $\text{Na}_2\text{S}$  и 30 мл 0.01M раствора  $\text{SbCl}_3$ ? Ответ подтвердите расчетом. Считайте, что конечный объем раствора равен сумме объемов исходных растворов.
  4. На рисунке схематично представлен фрагмент p – T диаграммы  $\text{H}_2\text{O}$  (до  $p = 2 \text{ атм}$ ).



- 1) Обозначьте на диаграмме фазовые поля.
- 2) Определите координаты тройной точки, если известно, что температурная зависимость давления насыщенного пара надо льдом описывается уравнением  $\lg p(\text{Па}) = 12.465 - 2650.69/T$ , а над жидкой водой  $\lg p(\text{Па}) = 11.26 - 2321.75/T$ .
- 3) Определите, какова температура кипения  $\text{H}_2\text{O}$  при давлении 2 атм (расчет). Отметьте эту точку на диаграмме.
- 4) Определите температуру, при которой степень диссоциации  $\text{H}_2\text{O}(\text{г})$  в газовой фазе равна 0.1% при  $p = 1$  атм.
- 5) Объясните, как изменение давления в системе будет влиять на степень превращения  $\text{H}_2\text{O}(\text{г})$ ?

Для п.п. 4 и 5 проведите расчеты и дайте обоснованные ответы, используя данные таблицы, и считая, что  $\Delta_f H^\circ_T$  и  $\Delta_f S^\circ_T$  не зависят от температуры.

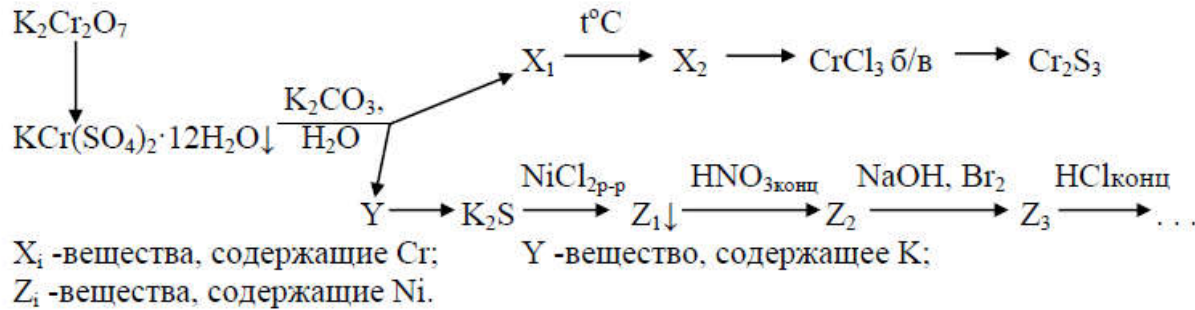
	$\text{O}_2(\text{г})$	$\text{H}_2(\text{г})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{г})$
$\Delta_f H^\circ_{298}$ , кДж/моль	0	0	-241.8
$S^\circ_{298}$ , Дж/моль·К	205.0	130.5	188.9

5. Определите, возможно ли избирательно окислить оксидом марганца (IV) иодид-ионы в присутствии бромид-ионов в растворе, и если возможно, то в каком диапазоне значений pH. Считайте активности всех реагентов равными 1, кроме ионов водорода.  $E^\circ(\text{Br}_2/\text{Br}^-) = 1.087$  В,  $E^\circ(\text{I}_2/\text{I}^-) = 0.536$  В,  $E^\circ(\text{MnO}_2/\text{Mn}^{2+}) = 1.224$  В (pH = 0). Напишите уравнения соответствующих реакций.

### II семестр. Вариант 1.

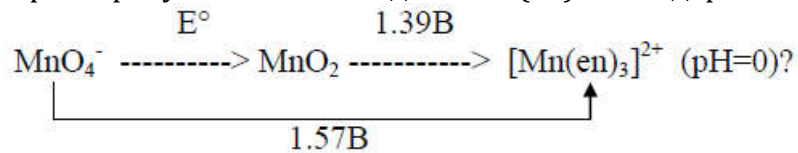
1. Напишите уравнения следующих химических превращений:





2. 1) Как меняются ионные радиусы двухзарядных катионов в парах Ca-Zn, Sr-Cd и Ca-Sr, Zn-Cd? Ответ поясните.  
 2) Какой характер (с позиции кислотно-основных равновесий) имеют гидроксиды двухвалентных Ca, Sr, Zn и Cd? Ответ подтвердите уравнениями реакций.  
 3) Что происходит при добавлении к гидроксидам Zn и Cd раствора аммиака? Напишите уравнения реакций. Какие координационные числа характерны для Zn(II) и Cd(II)?  
 4) Напишите уравнения реакций:  
 (а) хромата и молибдата натрия с избытком  $\text{Na}_2\text{S}$  в щелочной среде;  
 (б) хромата и молибдата натрия с избытком  $\text{H}_2\text{S}$  в кислой среде.  
 Сравните окислительную способность в ряду соединений Cr(VI) – Mo(VI).

3. Будет ли протекать реакция взаимодействия марганца(II) с перманганатом калия с образованием оксида марганца (IV) в водном растворе в присутствии этилендиамина(en) в стандартных условиях, если



- 1) Рассчитайте  $E^\circ(\text{MnO}_4^- / \text{MnO}_2)$  при pH=0.  
 2) Напишите уравнение реакции.  
 3) Ответ подтвердите расчетом  $\Delta_r G^0_{298}$ .  
 4) Как меняется pH среды в процессе этой реакции? Ответ обоснуйте.  
 5) Изобразите распределение электронов по d-орбиталям центрального иона в  $[\text{Mn}(\text{en})_3]^{2+}$  с позиций ТКП, рассчитайте (по модулю) величину энергии стабилизации кристаллическим полем (ЭСКП), если параметр расщепления ( $\Delta_o$ ) равен 260 кДж/моль, а энергия спаривания P равна 285.0 кДж/моль.  
 6) Рассчитайте величину эффективного магнитного момента ( $\mu_{\text{эфф}}$ ).  
 7) Изобразите возможные изомеры для  $[\text{Mn}(\text{en})_3]^{2+}$ .

8) Приведите пример комплексного октаэдрического иона, для которого возможно образование *гран*- и *ос*- изомеров. Изобразите эти изомеры.

4. На рис.1 изображена схема фазовой диаграммы системы CoO-TiO<sub>2</sub>.

1) Определите составы соединений А и В.

2) Укажите, используя правило фаз Гиббса, какие фазы находятся в равновесии и рассчитайте число степеней свободы в системе в состояниях, соответствующих фигуративным точкам 1, 2, 3 на диаграмме.

3) Можно ли из расплава состава 90 мол.% CoO получить при охлаждении до 1000°C только соединение А? Если нельзя, то каков будет фазовый состав полученной смеси?

4) Определите, какое из соединений, присутствующих на данной фазовой диаграмме, имеет структуру, приведенную на рис.2. Укажите координационное число и координационный полиэдр катионов и анионов в данной структуре.

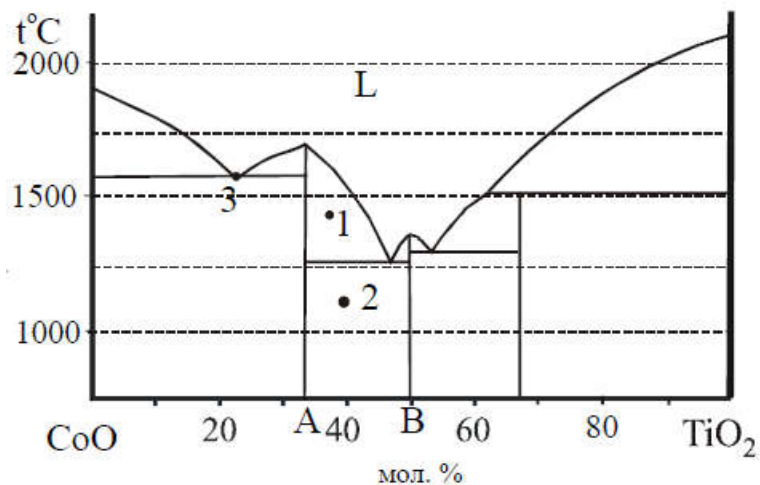


Рис.1

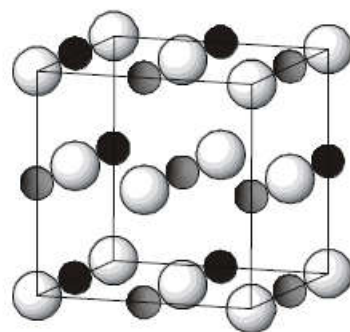


Рис.2

5. Минерал серпентин  $3\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  содержит примеси железа (II) и вкрапления минерала аваруита  $\text{Ni}_3\text{Fe}$ . Данный материал кипятили в концентрированной соляной кислоте. Укажите состав полученного раствора и состав нерастворившегося остатка (писать уравнение не надо). Предложите:

а) схему разделения соединений магния, железа и никеля из получившегося солянокислого раствора;

б) схему дальнейшего выделения этих элементов в виде безводных хлоридов;

в) способ доказательства отсутствия железа в нерастворившемся остатке минерала.

Напишите уравнения всех необходимых для выполнения п.п. а) – в) реакций.



- 5) Изобразите распределение электронов по  $d$ -орбиталям центрального иона в  $[\text{Co}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{4-}$  с позиций ТКП, рассчитайте (по модулю) величину энергии стабилизации кристаллическим полем (ЭСКП), если параметр расщепления ( $\Delta_o$ ) равен 215 кДж/моль, а энергия спаривания равна 250 кДж/моль.
- 6) Рассчитайте величину эффективного магнитного момента ( $\mu_{\text{эфф.}}$ ).
- 7) Изобразите возможные изомеры для  $[\text{Co}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{4-}$ .
- 8) Приведите пример комплексного октаэдрического иона, для которого возможно образование *цис*- и *транс*- изомеров. Изобразите эти изомеры.

4. На рис. 1 изображена схема фазовой диаграммы системы  $\text{Na}_2\text{O}-\text{TiO}_2$ .

- 1) Определите составы соединений А и В.
- 2) Укажите, используя правило фаз Гиббса, какие фазы находятся в равновесии в системе и рассчитайте число степеней свободы в состояниях, соответствующих фигуративным точкам 1, 2, 3 на диаграмме.
- 3) Можно ли из расплава состава 70 мол.%  $\text{Na}_2\text{O}$  получить при охлаждении до  $1000^\circ\text{C}$  только соединение А? Если нельзя, то каков будет фазовый состав полученной смеси?
- 4) Определите, какое из соединений, присутствующих на данной фазовой диаграмме, имеет структуру, приведенную на рис. 2. Укажите координационное число и координационный полиэдр катионов и анионов в данной структуре. (катионы изображены в виде шариков белого цвета, анионы – черного).

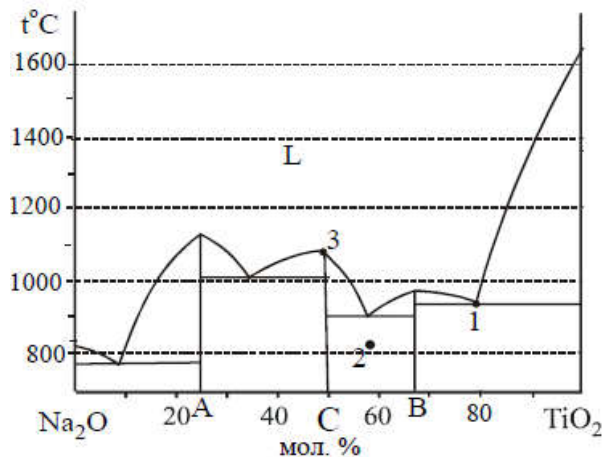


Рис.1

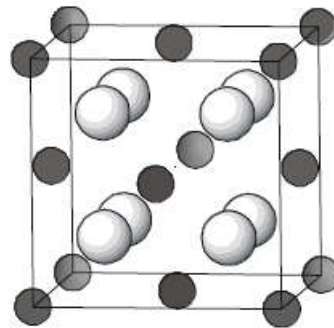


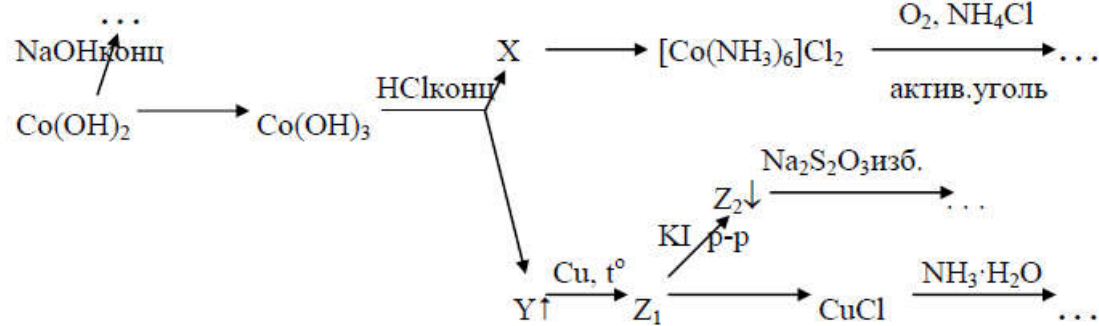
Рис.2

5. Совместно присутствующие минералы тодорокит  $[\text{Mn}^{2+}, \text{Ca}^{2+}]\text{Mn}_3\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$  и вудрафит  $[\text{Mn}^{2+}, \text{Zn}^{2+}]\text{Mn}_3\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$  сплавили с гидроксидом и пероксидом натрия. Затем плав обработали раствором  $\text{NaOH}$ . Напишите состав полученного раствора (уравнение писать не надо). Предложите:

- а) схему разделения соединений марганца, цинка и кальция из получившегося щелочного раствора;  
 б) схему дальнейшего выделения чистых металлов;  
 в) способ доказательства присутствия Mn(IV) в  $[\text{Mn}^{2+}, \text{Ca}^{2+}]\text{Mn}_3\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .  
 Напишите уравнения всех необходимых для выполнения п.п. а) – в) реакций.

### II семестр. Вариант 3.

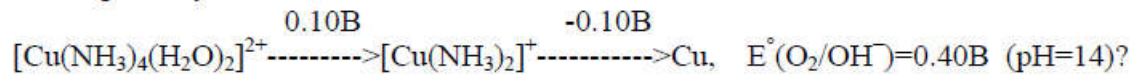
1. Напишите уравнения следующих химических превращений:



$\text{X}_i$  – вещество, содержащие Co, Y – вещество, содержащее Cl,  $\text{Z}_i$  – вещество, содержащее Cu.

2. 1) Как меняются ионные радиусы катионов в парах Li-Na, Be-Mg и Li-Be, Na-Mg? Ответ поясните.  
 2) Какой характер (с точки зрения кислотно-основных равновесий) имеют гидроксиды Li, Na, Be и Mg? Ответ подтвердите уравнениями реакций.  
 3) Что происходит при добавлении к хлоридам Be и Mg раствора карбоната аммония. Напишите уравнения реакций. Какие координационные числа характерны для Be(II) и Mg(II)?  
 4) Напишите уравнения реакций:  
 (а) взаимодействия  $\text{Co(OH)}_2$  и  $\text{Ni(OH)}_2$  с пероксидом водорода в щелочной среде;  
 (б) взаимодействия  $\text{Co(OH)}_2$  и  $\text{Ni(OH)}_2$  с броматом калия в щелочной среде.  
 Сравните восстановительную способность в ряду соединений Co(II)-Ni(II).

3. Будет ли протекать реакция взаимодействия меди с кислородом воздуха с образованием  $[\text{Cu(NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$  в водном растворе в среде  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  в стандартных условиях, если



- 1) Рассчитайте  $E^\circ([\text{Cu(NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}/\text{Cu})$ .  
 2) Напишите уравнение реакции.

- 3) Определите  $\Delta_r G^{0,298}$  реакции окисления меди в присутствии  $\text{NH}_3$  в стандартных условиях.
- 4) Как меняется pH среды в процессе реакции окисления меди в аммиачном растворе? Ответ обоснуйте.
- 5) Изобразите распределение электронов по  $d$ -орбиталям центрального иона в  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$  с позиций ТКП (искажением октаэдра пренебрегите), рассчитайте (по модулю) величину энергии стабилизации кристаллическим полем (ЭСКП), если параметр расщепления ( $\Delta_o$ ) равен 93 кДж/моль.
- 6) Рассчитайте величину эффективного магнитного момента ( $\mu_{\text{эфф.}}$ ).
- 7) Изобразите изомеры для  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$ .
- 8) Приведите пример комплексного октаэдрического иона, для которого возможно образование оптических изомеров. Изобразите эти изомеры.

4. На рис. 1 изображена схема фазовой диаграммы системы  $\text{BeF}_2$ - $\text{LiF}$ .

- 1) Определите состав соединения А.
- 2) Укажите, используя правило фаз Гиббса, какие фазы находятся в равновесии в системе и рассчитайте число степеней свободы в состояниях, соответствующих фигуративным точкам 1, 2, 3 на диаграмме.
- 3) Можно ли из расплава состава 40 мол.%  $\text{BeF}_2$  получить при охлаждении до  $400^\circ\text{C}$  только соединение А? Если нельзя, то каков будет фазовый состав полученной смеси?
- 4) Определите, какое из соединений, присутствующих на данной фазовой диаграмме, имеет структуру, приведенную на рис. 2. Укажите координационное число и координационный полиэдр катионов и анионов в данной структуре.

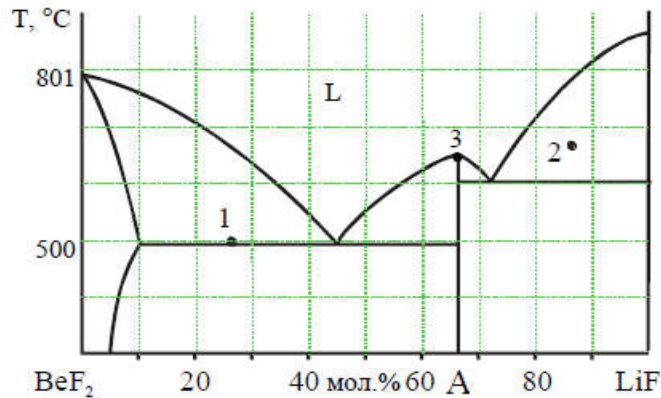


Рис.1

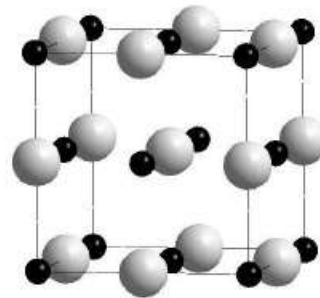


Рис.2

5. При нагревании минерала аверьевита  $\text{Cu}_5\text{O}_2(\text{VO}_4)_2 \cdot \text{CsCl}$  с концентрированной серной кислотой при нагревании образуется раствор и выделяется газ. Укажите состав полученного раствора и состав газа (писать уравнение не надо). Предложите:

- а) схему разделения соединений меди, ванадия и цезия из получившегося сернокислого раствора;

- б) схему дальнейшего выделения меди в виде  $\text{CuCl}$ , ванадия в виде  $\text{V}_2\text{O}_5$ , цезия в виде  $\text{Cs}_2\text{CO}_3$ ;  
 в) способ доказательства отсутствия ванадия в полученном  $\text{CuCl}$ .  
 Напишите уравнения всех необходимых для выполнения п.п. а) – в) реакций.

### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

### ПОЛОЖЕНИЕ О РЕЙТИНГОВОМ КОНТРОЛЕ ЗНАНИЙ ПРЕДМЕТА

#### Система рейтинга на 1 семестр

Рейтинговая оценка успеваемости студентов складывается из трех пунктов:

#### 1. Оценка преподавателя

**1.1.** Проверочные работы по теоретической подготовке студентов по темам практикума. Всего – **3 темы**, соответствующие темам 1-2, 3 и 4 коллоквиумов. Темы оцениваются следующим образом:

- 1) Очистка веществ, химическое равновесие, растворы, кинетика – **10 баллов**;
- 2) Водород, элементы 1, 2, 13 и 14 групп – **10 баллов**;
- 3) Элементы 15, 16 и 17 групп – **10 баллов**.



**1.2.** Проверочные работы по теоретической подготовке студентов к синтезам, включая выполняемые в "Малом практикуме". Всего **4 синтеза – 4 работы**. Максимальная оценка за одну работу – **5 баллов**.

**1.3.** Оценка теоретической подготовки студентам по разделам курса в форме коллоквиумов. Всего **4 коллоквиума**, оцениваются каждый максимально в **25 баллов**. Коллоквиум считается принятым, если студент получил положительную оценку за практикум по этой теме и усвоил **не менее 50%** теоретического материала ((**12.5 баллов** рейтинга). При неоднократной сдаче коллоквиума возможна оценка **менее 50%**.

**2. Контрольные работы.** В семестре выполняются **4 курсовые** (по **25 баллов** максимально каждая) контрольные работы. Студенты, пропустившие курсовую контрольную работу по уважительной причине, пишут ее в день разбора.

**3. Экзамен, максимально 110 баллов.**

**Максимально за семестр студент может набрать (без экзамена):**

по пунктам **1.1.** и **1.2.** – **50 баллов** ; по пункту **1.3.** – **100 баллов**; по пункту **2.** – **100 баллов**;  
всего – **250 баллов**.

**Получение оценки по итогам работы в семестре без экзамена.**

оценку *отлично* получает студент, набравший к **24 декабря текущего учебного года** не менее **215 баллов** (из них не менее **80 баллов** за курсовые контрольные работы),

оценку *хорошо* может получить студент, набравший к **24 декабря текущего учебного года** не менее **190 баллов** (из них не менее **65 баллов** за курсовые контрольные работы).

**Вывод общей оценки за семестр с экзаменом:**

**290 баллов** и выше, при этом **не менее 80 баллов** за экзамен – *отлично*;

**240 – 289 баллов**, при этом **не менее 65 баллов** за экзамен – *хорошо*;

**170 – 239 баллов**, при этом **не менее 45 баллов** за экзамен – *удовлетворительно*,

**Ниже 170 баллов**, либо **менее 45 баллов** за экзамен – *неудовлетворительно*.

Рейтинговая оценка успеваемости студентов во 2-м семестре 2019/2020 учебного года складывается из трех пунктов.

### **1. Оценка преподавателя**

**1.1.** Проверочные работы по теоретической подготовке студентов по темам практикума. Всего **3 темы**, соответствующих темам 2-го, 3-го и 4-го коллоквиумов. Темы оцениваются следующим образом:

1) Элементы 4, 5 и 6 групп – **8 баллов**.

2) Элементы 7, 8, 9, 10 групп – **9 баллов** (Студенты **109 – 111 групп** – **8 баллов**).

3) Элементы 11, 12 групп, лантаниды – **6 баллов**.

**1.2.** Проверочные работы по теоретической подготовке студентов к синтезам, включая выполняемые в "Малом практикуме". Всего **9 синтезов – 9 работ**. (Каждый студент должен выполнить не менее одного синтеза в "Малом практикуме"). Максимальная оценка за



одну работу – **3 балла**. Студенты **109 – 111 групп** выполняют **7 синтезов и 7 работ** (только в общем практикуме), каждая работа оценивается максимально в **4 балла**.

**1.3.** Оценка теоретической подготовки студентам по разделам курса в форме коллоквиумов. Всего **4 коллоквиума**, каждый из которых оценивается максимально в **25 баллов**. Коллоквиум считается принятым, если студент усвоил **не менее 50%** материала (**12.5 баллов** рейтинга). При неоднократной сдаче коллоквиума возможна оценка **менее 50%**.

**2. Контрольные работы.** В семестре выполняются **4 курсовые** (по **25 баллов** максимально каждая) контрольные работы. Студенты, пропустившие контрольную работу по уважительной причине, пишут ее в день разбора.

**3. Экзамен**, максимально **110 баллов**.

**Максимально за семестр студент может набрать (без экзамена):**

по пунктам **1.1.** и **1.2.** – **50 баллов** ; по пункту **1.3.** – **100 баллов**;

по пункту **2.** – **100 баллов**;

всего – **250 баллов**.

**Получение оценки по итогам работы в семестре без экзамена.**

оценку **отлично** получает студент, набравший к **25 мая текущего учебного года не менее 215 баллов** (из них **не менее 80 баллов** на курсовых контрольных работах),

оценку **хорошо** может получить студент, набравший к **25 мая текущего учебного года не менее 190 баллов** (из них **не менее 65 баллов** на курсовых контрольных работах).

**Вывод общей оценки за семестр с экзаменом:**

**290 баллов и выше**, при этом **не менее 80 баллов** за экзамен – **отлично**;

**240 – 289 баллов**, при этом **не менее 65 баллов** за экзамен – **хорошо**;

**170 – 239 балла**, при этом **не менее 45 баллов** за экзамен – **удовлетворительно**,

**Ниже 170 баллов**, либо **менее 45 баллов** за экзамен – **неудовлетворительно**.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
Знать: теоретические основы неорганической химии, включающие современные представления о строении атома, Периодический закон Д.И.Менделеева, модели химической связи в неорганических соединениях (кристаллы и молекулярные структуры); Знать: основные свойства химических элементов и их соединений, закономерности в изменении этих свойств; методы получения неорганических веществ, в том числе из природных объектов, и иметь представление об их роли в современном мире; Знать: базовые представления химической термодинамики и кинетики, химического равновесия, кислотно-	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене

<p>основных и окислительно-восстановительных процессов</p> <p>Знать: правила техники безопасности при работе в химической лаборатории</p> <p>Знать: теоретические основы методов определения химического и фазового состава неорганических веществ и материалов</p> <p>Знать: стандартные приемы синтеза неорганических веществ и материалов</p> <p>Знать: требования к оформлению и представлению результатов синтетических работ в области неорганической химии</p> <p>Знать: основные базы данных химического профиля</p> <p>Знать: требования к оформлению и представлению результатов синтетических работ в области неорганической химии</p> <p>Знать: требования к представлению материала в виде презентации научного доклада</p>	
<p>Уметь: находить необходимые для работы сведения в открытых источниках информации</p> <p>Уметь: сопоставлять информацию из разных источников, оценивать ее достоверность</p> <p>Уметь: формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных</p> <p>Уметь: выбирать коммуникативно приемлемый стиль делового общения, использовать необходимые языковые средства, тактики и стратегии для решения коммуникативных задач в академической и профессиональной сферах</p> <p>Уметь: работать с учебными и научными текстами разного уровня сложности, отвечающими задачам профессиональной деятельности</p> <p>Уметь: использовать программные средства удаленного коллективного доступа для решения задач научной деятельности</p> <p>Уметь: пользоваться программными средствами, автоматизирующими обработку данных (управление базами данных, статистическая обработка, визуализация и т.п.)</p> <p>Уметь: использовать теоретические модели для обоснования строения и реакционной способности неорганических соединений;</p> <p>Уметь: работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p> <p>Уметь: проводить синтез неорганических веществ и материалов по заданной методике</p> <p>Уметь: корректно интерпретировать результаты определения химического и фазового состава неорганических веществ и материалов</p> <p>Уметь: пользоваться стандартным оборудованием химической лаборатории при решении учебных задач курса неорганической химии</p> <p>Уметь: оценить выход целевого продукта при неорганическом синтезе, объяснить возможные причины его отличия от теоретически возможного</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене, защита курсовой работы</p>

<p>Уметь: корректно составлять поисковый запрос информации химического содержания</p> <p>Уметь: представлять результаты своей научной работы в письменном виде согласно требованиям к курсовым работам в соответствующей области химии</p>	
<p>Владеть навыками поиска и критического анализа информации по теме научного проекта</p> <p>Владеть: навыками обмена профессиональной информацией с учетом основных требований информационной безопасности</p> <p>Владеть: стандартными инструментальными методами исследования неорганических веществ и материалов</p> <p>Владеть: навыками оформления протоколов неорганического синтеза</p> <p>Владеть: навыками работы с профессиональными базами данных химического профиля</p> <p>Владеть: навыками оформления протоколов неорганического синтеза</p> <p>Владеть: навыками подготовки презентаций с результатами своей научной работы на русском языке</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене, защита курсовой работы</p>