

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о проректора по учебной работе  
Ф.Д. Кодзоева  
«30» июня 2022г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.ДВ.06.01 «Теоретические основы неорганической химии»**

Направление подготовки  
**04.03.01 Химия**

Направленность (профиль подготовки)  
**Химия**

Квалификация выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Теоретические основы неорганической химии» являются:

- изучение студентами основных понятий и законов химии;
- освоение основного материала по строению атомов, химической связи и закономерностям, связанным с периодическим законом и периодической системой элементов Д. И. Менделеева.
- изучение основ химической термодинамики и кинетики химических процессов.
- получение глубоких знаний по теории растворов и теории электрохимических процессов.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций (трудовых функций):

Таблица 1.1.

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	А/01.6	6
				Воспитательная деятельность	А/02.6	6
				Развивающая деятельность	А/03.6	6
	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных обще-образовательных программ	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	В/03.6	6

<b>40.001</b> Специалист по патентоведению	В	Аналитическое сопровождение процесса создания РИД и СИ (в отрасли экономики)	6	Проведение комплексных патентно-информационных исследований	В/01.6	6
				Подготовка к проведению исследований на патентную чистоту объекта ИС	В/02.6	6
				Исследование патентной чистоты объекта ИС	В/03.6	6
				Разработка аналитических материалов по динамике и тенденциям этапов жизненного цикла РИД	В/04.6	6
				Организация и обеспечение мер по выявлению РИД и СИ в процессе осуществления деятельности организации	В/05.6	6
<b>40.008</b> Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами	А	Организация выполнения научно-исследовательских работ по закрепленной тематике	6	Разработка и организация выполнения мероприятий по тематическому плану	А/01.6	6
				Управление разработкой технической документации проектных работ	А/02.6	6
				Осуществление работ по планированию ресурсного обеспечения проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	А/03.6	6
	В	Организация проведения работ по выполнению научно-исследовательских и опытноконструкторских работ	6	Организация выполнения научно-исследовательских работ по проблемам, предусмотренным тематическим планом сектора (лаборатории)	В/01.6	6
				Управление ресурсами соответствующего структурного подразделения организации	В/02.6	6
				Организация анализа и оптимизации процессов управления жизненным циклом научно-исследовательских и	В/03.6	6

				опытноконструкторских работ		
<b>40.010</b> Специалист по техническому контролю качества продукции	С	Управление качеством продукции на всех стадиях производственного процесса	6	Выявление причин брака в производстве продукции и разработка рекомендаций по его предупреждению	С/01.6	6
				Организация работ по предотвращению выпуска бракованной продукции	С/02.6	6
				Разработка новых методик технического контроля качества продукции	С/03.6	6
<b>40.011</b> Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам	В	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	6	Проведение патентных исследований и определение характеристик продукции (услуг)	В/01.6	6
				Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	В/02.6	6
				Руководство группой работников при исследовании самостоятельных тем	В/03.6	6
	С	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации	6	Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам	С/01.6	6
				Управление результатами научно-исследовательских и опытноконструкторских работ	С/02.6	6
<b>40.060</b> Специалист по сертификации продукции	В	Организация проведения работ по подтверждению соответствия продукции (услуг) организации	6	Организация работ по подтверждению соответствия продукции (работ и услуг) и систем управления качеством	В/01.6	6

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теоретические основы неорганической химии» относится к Блоку 1, к дисциплинам по выбору; изучается в 8 семестре. Основой для ее освоения являются знания, получаемые в процессе изучения дисциплин базовой части «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия».

Таблица 2.1.

**Связь дисциплины «Теоретические основы неорганической химии» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Теоретические основы неорганической химии»	Семестр
Б1.О.17	Математика	1-4
Б1.В.04	Физика	1-4
Б1.В.ДВ.02.01.	Элементарный курс химии	1
Б1.О.04	Неорганическая химия	2,3
Б1.В.ДВ.01.01.	Избранные главы неорганической химии	6
Б1.О.06	Органическая химия	6,7
Б1.О.07	Физическая химия	6,7

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**знать:**

- Принципы классификации и номенклатуру неорганических соединений;
- Основные типы химических связей;
- Основы современной теории строения атома;
- Теорию комплексных соединений;
- Основы энергетики и кинетики химических процессов;
- Теорию растворов неэлектролитов и электролитов;
- Основы электролитических процессов;

**уметь:**

- Находить связь между строением вещества и его химическими возможностями;
- Решать любые химические задачи, опираясь на теоретический материал основ химии;
- Проводить простейшие расчёты по окислительно-восстановительным

- реакциям, энергетическим и кинетическим процессам, теории растворов;
- Работать в лаборатории с использованием простейшего лабораторного оборудования;
- Составлять химические реакции любых химических процессов и выполнять на их основе необходимые расчеты.

**владеть:**

- Методикой проведения химического эксперимента в лабораторных условиях;
- Умением правильного объяснения результатов эксперимента, если даже результат отрицательный;
- Методами оказания первой помощи при несчастных случаях в химической лаборатории.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
<i>Универсальные компетенции и индикаторы их достижения</i>			
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;	<b>Знать:</b> - понятие и классификация систем; - структуру и закономерности функционирования систем; - особенности системного подхода в научном познании; - понятие о системе, её целях, задачах и общих принципах; - основные технологии поиска и сбора информации; - форматы представления информации в компьютере; - правила использования средств связи; - информационно-поисковые системы и базы данных; - технологию осуществления поиска информации; - технологию систематизации полученной информации;
		УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;	
		УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;	
		УК-1.4. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, форми-	

		<p>рует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения;</p> <p><b>УК-1.5</b> Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способы статистической обработки данных, представленных в различных измерительных шкалах и анализ полученных результатов;</li> <li>- виды и формы работы с педагогической и научной литературой;</li> <li>- требования к оформлению библиографии (списка литературы).</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с информацией, представленной в различной форме;</li> <li>- обрабатывать данные средствами стандартного программного обеспечения;</li> <li>- синтезировать информацию, представленную в различных источниках; -</li> <li>- выбирать источники информации, адекватные поставленным задачам и соответствующие научному мировоззрению;</li> <li>- осуществлять поиск информации;</li> <li>- интерпретировать и ранжировать информацию, требуемую для решения поставленной задачи.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- персональным компьютером и поисковыми сервисами;</li> <li>- методиками аналитико-синтетической обработки информации из различных информационно-поисковых систем (предметизация, аннотирование, реферирование).</li> </ul>
<b>Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения</b>			
<b>ОПК-6</b>	Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	<p><b>ОПК-6.1.</b> Знает основы фундаментальных разделов математики, физики, химии, наук о Земле и биологии, необходимые в профессиональной деятельности, возможности и области применения методов экспериментальных исследований в физике.</p> <p><b>ОПК-6.2.</b> Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для объяснения экс-</p>	<p><b>Знать:</b> историю становления и развития химии, методов исследования и вклад российских учёных в развитие химии; роль химии в естествознании, ее связь с другими естественными науками, значение в жизни современного общества; сущность и социальную значимость своей будущей профессии; перспективы и возможности дальнейшего образовательного маршрута; требования к оформлению рефератов, научных сообщений, требования ГОСТа</p> <p><b>Уметь:</b> оформлять рефераты, научные сообщения с учётом</p>

		<p>периментальных результатов; применять методы математического анализа и моделирования, основных законов физики для решения задач профессиональной деятельности;</p> <p><b>ОПК-6.3.</b> Владеет методами теоретического и экспериментального исследования; навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.</p>	<p>требований ГОСТа</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами теоретического и экспериментального исследования;</li> <li>- навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.</li> </ul>
<b>Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</b>			
<b>ПК-7</b>	<p>Способен представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати).</p>	<p><b>ОПК-7.1.</b> Знает основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; принципы обработки информации; составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме;</p> <p><b>ПК-7.2.</b> Анализирует и критически оценивает развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов, составляет план решения поставленной задачи, выбирает и модифицирует методические приемы;</p> <p><b>ПК-7.3.</b> Использует современное химическое оборудование в лабораторных условиях, грамотно обосновывает поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы, использует математические ме-</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные способы и приемы оформления, представления и систематизации результатов теоретических и экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники;</li> <li>- методики и приёмы оптимальной визуализации информации.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться базовыми приемами и стандартными программными средствами оформления, представления и систематизации результатов теоретических экспериментальных исследований параметров, характеристик и конструкций приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники в форме отчетов, презентаций, докладов, публикаций;</li> <li>- представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати);</li> <li>- представлять результаты работы в виде аналитического отчета, статьи, выступления, презентации</li> </ul>



		тоды оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования химических процессов и адекватно оценивает достоверность и значимость полученных результатов.	доклада, информационного обзора. <b>Владеть:</b> - базовыми навыками оформления результатов исследования в форме отчетов, презентаций, докладов, публикаций по результатам проведенных исследований параметров, характеристик и конструкций приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники; - основными средствами визуализации информации; - навыками организации научных дискуссий; - навыками публичной и научной речи; - навыками поиска и использования информации в разрезе профессиональной деятельности
--	--	--	--

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

##### Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	8 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия	62	62
Лекции	26	26
Практические занятия	36	36
Самостоятельная работа студентов (СРС)	55	55
Контроль	27	27

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Таблица 5.1.

##### 5.1. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы			Форма текущего контроля успеваемости	
			Лекции	Практ. работы	Самостоят. работа		
1	Введение. Основные понятия и законы химии.	8		2	4	6	Тест на хим. номенклатуру
2	Строение атома	8		4	4	6	Тестовые задания
3	Химическая связь	8		2	4	6	Контрольная работа №1
4	Период. закон и Период. система	8		2	4	6	Коллоквиум №1
5	Строение комплексных соединений	8		2	4	6	Тестовые задания
6	Начала химической термодинамики	8		4	4	6	Тестовые задания
7	Кинетика и механизм химической реакции	8		4	4	6	Контрольная работа №2
8	Растворы	8		4	4	6	Тестовые задания
9	Электрохимические свойства растворов	8		2	4	7	Тестовые задания Контрольная работа №3 Коллоквиум № 2
<b>Итого</b>				<b>26</b>	<b>36</b>	<b>55</b>	

## 5.2. Содержание дисциплины «Теоретические основы неорганической химии»

### 1. Введение

Химия как система знаний о веществах и их превращениях. Теория и эксперимент в химии. Различные уровни химической теории. Информационные системы. Система

приоритетов в развитии химии. Основные проблемы современной неорганической химии. Русская номенклатура неорганических соединений (кислород, окисел, гидроокись, вода, щелочь, перекись водорода, серноокислый, хлористый и т.д.). Международная номенклатура. Химия и экология.

Основные понятия и законы химии. Атомная единица массы. Атомная и молекулярная массы. Моль. Мольная масса. Валентность. Степень окисления. Эквивалент. Мольная масса эквивалента. Определения химического эквивалента элемента, кислоты, гидроксида, соли, оксида. Окислительно-восстановительные эквиваленты. Закон стехиометрии. Закон эквивалентов.

Способы выражения концентрации растворов.

## **2. Строение атома. Развитие представлений о строении атома. Квантово-механическая модель.**

Атом – как сложная система. Сложная структура ядра. Протоны и нейтроны. Протонно-нейтронная теория строения ядра.

Двойственная природа электрона. Масса и заряд электронов. Волновые свойства электронов. Соотношение неопределенности Гейзенберга. Понятие орбитали. Волновая функция и волновое уравнение Шредингера. Радиальная и орбитальная составляющие волновой функции.

Квантовые числа. Структура электронных оболочек. Квантовые уровни, квантовые подуровни, s-, p-, d-, f- атомные орбитали. Правило Клечковского. Реальные расположения уровней и подуровней в атоме.

Основные принципы распределения электронов в атоме: принцип наименьшей энергии, принцип Паули и правило Гунда.

Изображение электронной структуры атома при помощи электронных формул и квантовых ячеек. Энергетические диаграммы многоэлектронных атомов.

## **3. Химическая связь**

Понятие химической связи. Кривые изменения энергии при образовании связи. Природа химической связи. Количественные характеристики связи. Тип связи. Валентные и межмолекулярные связи.

Ковалентная связь. Два метода объяснения ковалентной связи. Основные положения метода валентных связей (ВС). Полярность связи. неполярные и полярные молекулы. Дипольный момент и характеристики степени полярности связи. Типы гибридизаций атомных орбиталей, направленность химической связи, геометрическая конфигурация молекул.  $\sigma$ - и  $\pi$ - связи. Одинарные, двойные и тройные связи. Ненасыщаемость связи. Энергия связи.

Основные положения метода молекулярных орбиталей (ММО). Связывающие, разрыхляющие и несвязывающие молекулярные орбитали;  $\sigma$ - и  $\pi$ - молекулярные орбитали. Схемы молекулярных орбиталей двухатомных гомоядерных, гетероядерных и многоатомных молекул. Порядок связи. Магнитные свойства молекул. Сравнение методов ВС и ММО.

Ионная связь. Критерий образования ионной связи. Ненасыщаемость связи. Кристаллическое состояние ионных соединений. Ненаправленность связи. Энергия связи.

Межмолекулярные связи. Водородная связь.

## **4. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева**

Поиски основы классификации химических элементов до открытия периодического закона.

Три этапа работы Д.И. Менделеева в области систематики химических элементов. Формулировка периодического закона. Создание периодической системы элементов. Логические выводы из периодического закона и периодической системы элементов.

Современная формулировка периодического закона. Структура современной периодической системы элементов. Короткопериодный и длиннопериодный варианты периодической системы. Период. Группа. Деление группы на подгруппы. Типические элементы, полные аналоги.

s-, p-, d-, f- элементы. Внутренняя и вторичная периодичность.

Закономерности изменения основных характеристик атомов по периодам и группам. Радиусы атомов и ионов, энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность: изменения этих характеристик по периодам и группам. Закономерности изменения валентности, окислительно-восстановительных свойств элементов и свойств одготипных соединений.

Валентные электроны и многообразие валентных состояний атомов s-, p-, d-, f- элементов.

## **5. Строение комплексных соединений**

Координационная теория Вернера как первая удачная попытка теоретического объяснения строения комплексных соединений (КС). Основные положения координационной теории: центральный атом и лиганды, внешняя и внутренняя сфера, координационное число, ядро комплекса, его заряд, главная и побочная валентности

Природа химической связи в КС. Сочетание электростатического и ковалентного взаимодействия центрального атома (или иона) с лигандами. Понятие о кислотах и основаниях Льюиса.

Роль КС в природе (ферменты, хлорофилл, гемоглобин, комплексные соединения микроэлементов в питании растений, лекарства и яды). Использование КС в технологии, сельском хозяйстве и медицине (разделение и очистка смесей неорганических соединений, борьба с хлорозом растений, противоопухолевое действие комплексов платины и других элементов). Летучие КС и их роль в неорганическом синтезе (тонкие пленки, гетероструктуры).

## **6. Начала химической термодинамики**

Химические процессы на микро - и макроуровнях. Важнейшие признаки химических превращений. Понятие о химических превращениях в необычных условиях: плазмохимия, звуко- и механохимия, криохимия, лазерная химия.

Основные понятия химической термодинамики: система, параметры состояния, работа, энергия, теплота.

Внутренняя энергия, и ее изменение при химических и фазовых превращениях. Первое начало термодинамики. Энтальпия образования химических соединений. Стандартное состояние. Стандартные энтальпии образования. Тепловые эффекты химических реакций. Термохимические расчеты, основанные на законе Гесса. Термохимические циклы. Теплоемкость. Температурная зависимость теплоемкости и энтальпии. Уравнение Кирхгофа. Энергия химической связи.

Второй закон термодинамики. Энтропия. Зависимость энтропии от температуры. Стандартная энтропия. Изменение энтропии при фазовых переходах и химических реакциях. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Критерий самопроизвольного протекания процессов. Химический потенциал, зависимость химического потенциала от концентрации, давления реагентов. Условие химического равновесия. Изотерма химической реакции.

Константа химического равновесия как мера глубины протекания процессов. Использование значений стандартной энтальпии и энтропии для расчета констант равновесия химических реакций. Факторы, влияющие на величину константы равновесия.

Термодинамический вывод закона действующих масс. Сдвиг химического равновесия. Принцип Ле Шателье.

## 7. Кинетика и механизм химических реакций

Скорость химической реакции, ее зависимость от природы и концентрации реагентов, температуры. Порядок и молекулярность реакции. Константа скорости, ее зависимость от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации (действительная и кажущаяся). Понятие о теории активных соударений, активированном комплексе в теории абсолютных скоростей реакции. Механизм и кинетика реакций в гомогенных и гетерогенных системах. Цепные (Н.Н.Семенов) и колебательные (Б.П.Белоусов, А.М.Жаботинский) реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Аутокатализ. Кинетический вывод закона действующих масс. Формальная кинетика, кинетические уравнения для односторонних реакций I и II порядка.

Ингибиторы и ингибирование. Особенности кинетики газофазных, жидкофазных и твердофазных реакций. Механизмы реакций с участием органических соединений.

Химическое равновесие. Обратимые и необратимые химические реакции. Состояние равновесия и принцип микроскопической обратимости реакции. Кинетический и термодинамический подходы к описанию химического равновесия.

Константа химического равновесия и различные способы ее выражения. Связь константы химического равновесия со стандартным изменением энергии Гиббса. Смещение химического равновесия при изменении условий. Принцип Ле Шателье.

Влияние среды на протекание химических реакций. Особенности газофазных, жидкофазных, твердофазных реакций. Роль энтальпийного и энтропийного факторов в определении направления процесса.

## 8. Растворы

Растворы жидкие (водные и неводные), твердые и газообразные. Способы выражения концентрации растворов: массовая доля, молярность, нормальность, моляльность, молярная доля. Влияние на растворимость энергии структуры кристаллического вещества и энергии сольватации. Растворы насыщенные, ненасыщенные и, концентрированные и разбавленные. Зависимость растворимости от температуры. Растворы идеальные и реальные.

Раствор как фаза переменного состава. Понятие о фазовых диаграммах, компонентах, фазах, степенях свободы. Правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы однокомпонентных систем на примере диаграммы состояний воды. Основные типы фазовых диаграмм двухкомпонентных систем: системы с неограниченной растворимостью, эвтектические системы, системы, включающие конгруэнтно и инконгруэнтно плавящиеся химические соединения. Триангуляция сложных систем.

Понятие о коллоидных растворах.

Коллигативные свойства растворов не электролитов и электролитов. Давление пара бинарных растворов. Законы Рауля. Криоскопия и эбуллиоскопия как методы определения молярных масс. Осмос и осмотическое давление в неорганических и биологических системах. Законы Рауля и Вант Гоффа для растворов не электролитов и электролитов. Изотонический коэффициент.

Процесс замерзания воды и водных растворов. Криогидрат и криогидратная точка. Выветривание кристаллогидратов солей. Расплывание обезвоженных солей во влажной атмосфере.

Электролитическая диссоциация (С.Аррениус). Сильные и слабые электролиты. Степень и константа диссоциации. Факторы, влияющие на степень электролитической диссоциации. Кажущаяся степень диссоциации сильных электролитов. Диссоциация слабых электролитов. Закон разведения Оствальда.

Вода как важнейший растворитель. Константа диссоциации воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель.

Гидролиз и сольволиз солей. Константа равновесия реакции гидролиза. Факторы, влияющие на равновесие реакций гидролиза.

Произведение растворимости плохо растворимых сильных электролитов. Условия осаждения и растворения осадков.

Основные положения протолитической теории Бренстеда-Лоури. Сопряженные кислоты и основания. Константа протолитического равновесия как характеристика силы кислоты и основания.

### **9. Электрохимические свойства растворов**

Сопряженные окислительно-восстановительные пары. Понятие о двойном электрическом слое. Электроды, гальваническая ячейка. Электродный потенциал. Стандартный электродный потенциал. Ряд напряжений. Определение направления окислительно-восстановительных реакций. Уравнение Нернста. Диаграммы Латимера. Понятие о диаграммах окислительных состояний (диаграммы «вольт-эквивалент - степень окисления»). Зависимость электродного потенциала от рН среды. Электролиз, электрохимические источники энергии, коррозия как электрохимический процесс.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Изучение теоретического материала осуществляется с помощью электронных средств обучения при непосредственном прочтении данного материала лектором.

Для оценки освоения теоретического материала студентами используются традиционные письменные и устные контрольные мероприятия (коллоквиумы, контрольные работы).

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Самостоятельная работа студентов по курсу призвана не только закреплять и углублять знания, полученные на аудиторных занятиях, но и способствовать развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

При выполнении плана самостоятельной работы студенту необходимо изучить теоретический материал, не только в учебниках и учебных пособиях, указанных в библиографических списках, но и познакомиться с публикациями в периодических изданиях.

Лекционные занятия проводятся 1 раз в неделю в объеме 2 часов и 2 часов практических занятий в восьмом учебном семестре. После окончания изучения каждой темы студенты проходят собеседование, выполняют контрольные работы.

7.1. Перечень-учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине:

1. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/Н. С. Ахметов. – М.: Высш. шк., 2012. – 743 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия. – М.:Интеграл-Пресс, 2010. – 727 с.
3. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – Л.:Химия, 2011.

7.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

**Таблица 7.1.**

**Содержание самостоятельной работы обучающихся**

<i>Номер раздел</i>	<i>Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Формы работы</i>
1.	Введение. Основные понятия и законы химии.	6	собеседование, тестовый контроль
2.	Строение атома.	6	собеседование, тестовый
3.	Химическая связь.	6	Собеседование, тестовый контроль
4.	Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева.	6	Собеседование, тестовый контроль
5.	Строение комплексных соединений.	6	собеседование, тестовый контроль
6.	Начала химической термодинамики.	6	собеседование, тестовый контроль
7.	Кинетика и механизм химической реакции.	6	собеседование, тестовый контроль
8.	Растворы.	6	собеседование, тестовый контроль
9.	Электрохимические свойства растворов.	7	собеседование, тестовый контроль

**8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

*Примерные вопросы для собеседования*

## Вариант 1

### Тема: «Основные классы неорганических соединений»

1. Какие бинарные соединения называют оксидами? Укажите возможные способы их получения.
2. На чем основана классификация оксидов на: а) несолеобразующие и солеобразующие; б) кислотные, основные и проявляющие кислотно-основную двойственность? Какие реакции характерны для оксидов каждой из этих групп?
3. Приведите примеры оксидов, которые при взаимодействии с водой образуют две кислоты. Как взаимодействуют с раствором  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  оксиды  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$  и  $\text{NO}_2$ ?
4. В чем проявляется кислотная природа тех оксидов, которые с водой непосредственно не взаимодействуют?
5. Назовите основные оксиды, непосредственно взаимодействующие с водой. Напишите уравнения соответствующих реакций.
6. Какие по характеру оксиды образуют неметаллы и металлы в разных степенях окисления? Покажите это на примере оксидов хрома  $\text{CrO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CrO}_3$ .
7. У какого из двух оксидов основные свойства выражены сильнее:  $\text{FeO}$  или  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  $\text{SnO}$  или  $\text{SnO}_2$ ;  $\text{ZnO}$  или  $\text{CdO}$ ;  $\text{SnO}$  или  $\text{PO}$ ;  $\text{VbO}$  или  $\text{CaO}$ ;  $\text{As}_2\text{O}_3$  или  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ?
8. В каких случаях два оксида могут взаимодействовать друг с другом и какие соединения при этом образуются?
9. Какие оксиды и на каком основании могут быть отнесены также и к классу солей? Приведите соответствующие примеры.
10. Формулами каких солей может быть формально выражен состав таких минералов, как шпинели, гаусманит, магнетит? К какому классу следует отнести эти соединения?
11. Как получить оксиды  $\text{CuO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  из простых и сложных веществ?
12. Получите по два оксида из различных исходных веществ: а) кислот, б) оснований, в) солей.
13. Какой оксид можно получить из каждой кислоты следующего ряда:  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{MoO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ?
14. Как получить оксид цинка из: а) металла, б) минералов галмея  $\text{ZnCO}_3$  и цинковой обманки  $\text{ZnS}$ ?
15. Через какой промежуточный продукт, легко разлагающийся при нагревании, можно получить оксид металла из его соли? Покажите это на примерах:  $\text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  $\text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuO}$ ;  $\text{MnBr}_2 \rightarrow \text{MnO}$ . Как можно для одного и того же элемента из одного оксида получить другой.
16. Какие соли называют гидроксолями? Как их можно получить, если исходным веществом является гидроксид или соль, например  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  и  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ?
17. Напишите графические формулы: гидроксобромида марганца (II); гидроксокарбоната магния; гидроксонитрата алюминия; тригидроксофосфата кальция.
18. В чем гидроксоли проявляют сходство: с основаниями, с солями? Покажите это уравнениями соответствующих реакций.



19. Приведите примеры элементов, которые вместо гидроксолей образуют оксосоли. За счет чего это происходит? Напишите графические формулы: хлорида оксосурьмы(III); сульфата оксотитана; хлорида диоксоурана.
20. Приведите пример кислот, оснований и солей, из которых нельзя получить гидро- и гидроксоли.
21. Как можно осуществить следующие переходы в прямом и обратном направлении: кислота → гидросоль → средняя соль → гидроксо соль → гидроксида оксид?
22. Напишите уравнения реакций, которые последовательно протекают при постепенном добавлении: а) NaOH к раствору гидросульфата цинка; б) кислоты к раствору алюмината калия.
23. Какими двумя способами можно получить: а) сульфид меди из металлической меди; б) хлорид алюминия из металлического алюминия?
24. Напишите уравнения реакций, при помощи которых перечисленные ниже соли могут быть переведены в средние:  $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $[\text{Al}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Cr}_2(\text{OH})_4\text{SO}_4$ .

**Тема: «Строение атома. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева»**

1. Что называют принципом неопределенности и соотношением неопределенности?
2. Применимо ли понятие траектории движения к микрочастицам? Чем это определяется и какое понятие его заменяет?
3. 3. Неопределенность положения электрона равна:
4. а)  $10^{-10}$  м; б) 1 см. Какой будет при этом неопределенность в импульсе и скорости?
5. Неопределенность в скорости электрона равна  $10^8$  см/с. Найдите соответствующую неопределенность в положении электрона.
6. Погрешность в определении положения электрона равна: а) 0,5 см; б) 0,05 нм. Какой будет при этом погрешность в определении скорости? Для второго случая сравните  $\Delta V$ , выраженную в км/с, со скоростью движения электрона по первой орбите Бора.
7. Скорость движения электрона по первой боровской орбите равна 2187 км/с. Если погрешность в определении скорости равна 1 км/с, то какой будет при этом погрешность в определении координаты? Сравните ее со значением радиуса орбиты.
8. Свет имеет двойственную природу, поэтому энергия фотона может быть выражена двумя уравнениями:  $E=h\nu$  и  $E=mc^2$ . Найдите отсюда взаимосвязь между длиной волны, скоростью света и массой фотона. Получите уравнение де Бройля, заменив фотон любой микрочастицей. Почему корпускулярно-волновой дуализм свойствен только микрочастицам?
9. Какое экспериментальное подтверждение нашла гипотеза де Бройля о волновых свойствах микрочастиц?
10. Чему равна дебройлевская длина волны электрона, движущегося со скоростью: а)  $6 \cdot 10^6$  м/с; б) 2187 км/с?
11. Чему равна масса фотона красного света ( $\lambda=648$  нм)? Сравните ее с массой
12. электрона ( $9,11 \cdot 10^{-28}$  г).

13. Чему равен импульс фотона для света с  $\lambda=485$  нм?
14. Энергия фотона равна  $5 \cdot 10^{-19}$  Дж. Найдите длину волны этого излучения. Чему равны длина волны, масса и импульс для фотона с энергией 6,7 эВ?
15. Если атом гелия имеет энергию 0,04 эВ (энергия теплового движения при комнатной температуре), то какой будет соответственно дебройлевская длина волны?
16. Что называют энергией ионизации? Какая величина имеет с ней одинаковое числовое значение? В каких единицах они измеряются?
17. Чему равно число всех возможных ионизационных потенциалов для данного атома и что является причиной увеличения их значений в ряду:  $I_1 < I_2 < I_3 \dots$ ?
18. Как зависит величина ионизационного потенциала от значения для электрона главного квантового числа и чем эта зависимость обусловлена?
19. Как можно по экспериментально найденным ионизационным потенциалам установить наличие в атоме электронных слоев и число электронов, которые они содержат? Покажите это, пользуясь значениями этих величин для бериллия:  $I_1=9,3$ ;  $I_2=18,2$ ;  $I_3=153,7$  и  $I_4=217$  эВ.
20. Как должны отличаться друг от друга ионизационные потенциалы атомов: а) натрия и хлора, б) калия и криптона, в) бериллия и бария?
21. Что называют сродством атома к электрону? Для каких элементов эта величина имеет наибольшее положительное значение и для каких отрицательное значение? Какие экспериментальные данные указывают на невозможность существования многозарядных простых ионов?
22. Какой вывод можно сделать о свойствах элемента по значению для него ионизационного потенциала и сродства к электрону?
23. Что называют абсолютной и относительной электроотрицательностью? Как по значению этой величины можно, судить о направлении смещения электронной плотности при образовании связей?
24. Что называют степенью окисления элемента и чему равна их общая сумма в молекуле и ионе?
25. При высоких или низких значениях степень окисления элемента может быть равна заряду его свободного простого иона?

**Тема: «Химическая связь»**

**Метод валентных связей**

1. Может ли длина связи быть равной сумме радиусов двух атомов, которые её образуют? Покажите и объясните на примере молекулы  $H_2$ , зная, что  $r/H=0,053$  нм, а  $d/H-H=0,074$  нм.
2. Вычислите энергию  $\sigma$ -связи C-C, если стандартная теплота образования C-H из газообразных углерода и водорода равна -2815 кДж/моль, а энергия  $\sigma$ -связи C-H равна - 411,3 кДж/моль.

3. Энергия диссоциации HI равна 298,4 кДж/моль. Можно ли разложить HI на элементы при облучении ультрафиолетовым светом  $\lambda = 2 \cdot 10^{-10}$  м? Какую энергию надо затратить, чтобы разложить  $5 \cdot 10^{-3}$  г HI?
4. Почему максимальная ковалентность фосфора может быть равной пяти, а у азота такое состояние отсутствует?
5. В рамках теории ВС объяснить, почему у большинства p-элементов с переменной валентностью её значения различаются на 2?
6. Для каких элементов, имеющих электронные конфигурации внешнего слоя атома  $3s^2 p^2$ ,  $4s^2 p^4$ ,  $5s^2 p^5$ ,  $6s^1 p^5$  характерны переменная чётная и переменная нечётная валентность?
7. На основании разности электроотрицательности атомов элементов укажите, как изменяется степень ионности связи в соединениях HF, HCl, HBr, HI?
8. Рассчитайте эффективные заряды атомов водорода и хлора, образующих ковалентную полярную связь, если  $\mu_{\text{ксп}}$  молекулы HCl равен  $3,4 \cdot 10^{-30}$  Кл·м, а длина связи H-Cl равна  $1,2710^{-10}$  м.
9. Как можно объяснить, что аммиак и трифторид азота, имеющие одинаковую пирамидальную форму и содержащие атомы элементов с примерно одинаковым различием в электроотрицательности, существенно различаются по величине дипольных моментов:  $\mu(\text{NH}_3) = 0,49 \cdot 10^{-29}$  Кл·м,  $\mu(\text{NF}_3) = 0,07 \cdot 10^{-29}$  Кл·м?
10. Как согласовать малую полярность связи в молекуле CO ( $\mu = 3,33 \cdot 10^{-31}$  Клм) со значительным различием в ЭО C и O ЭО(C)=2,5; ЭО(O) = 3,5.
11. Длина связи H-F равна 0,092 нм, а полярность составляет 45%. Найдите  $\mu/\text{H-F}$ .
12. Установить пространственную структуру следующих молекул:
  - a) COS, COCl<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub>, SiF<sub>6</sub><sup>2-</sup>;
  - b) NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, PH<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>;
  - c) H<sub>2</sub>S, SCl<sub>2</sub>, SF<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>;
  - d) Cl<sub>2</sub>O, ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>, ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>, IO<sub>6</sub><sup>5-</sup>.
13. Покажите влияние неподелённых электронных пар /НП/ на форму молекул BrF<sub>3</sub>, SF<sub>4</sub>, JCl<sub>4</sub><sup>-</sup>, JF<sub>5</sub>. Предскажите /экваториальное или аксиальное/ расположение НП.

***Метод молекулярных орбиталей.***

14. Как на основе теории МО определяют кратность связи между двумя атомами? Приведите примеры.
15. Как теория МО объясняет невозможность образования молекул He<sub>2</sub>, Be<sub>2</sub>, Ne<sub>2</sub>.
16. Как теория МО объясняет: а) диамагнетизм молекул N<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>; б) парамагнетизм B<sub>2</sub> и O<sub>2</sub>.

17. Составить энергетическую диаграмму МО частиц  $\text{NO}^+$ ,  $\text{NO}$  и  $\text{NO}^-$  и сравнить их кратность и  $E_{\text{св}}$ ?
18. Составить энергетическую диаграмму МО и АО молекулы  $\text{LiH}$  Какие орбитали в ней являются связывающими, а какие несвязывающими ?
19. У какой молекулы  $\text{N}_2$  или  $\text{CO}$  больше энергия диссоциации?
20. Объясните, почему отрыв одного электрона от молекулы  $\text{CO}$  приводит к ослаблению связи , а от молекулы  $\text{NO}^-$  к её упрочнению ?

***Ионная связь.***

21. Температура плавления  $\text{CaCl}_2=780^\circ\text{C}$ ,  $\text{CdCl}_2=560^\circ\text{C}$  радиус  $\text{Ca}$  равен 0,104 нм,  $\text{Cd}$ —0,09 нм. Объяснить различие температур плавления.
22. При переходе от  $\text{CsF}$  к  $\text{CsI}$  температура плавления кристаллов уменьшается. Объяснить наблюдаемый ход изменения температуры плавления.
23. Объяснить неустойчивость гидроксидов меди (I) и серебра (I).
24. Объяснить с позиций представлений о поляризации ионов меньшую устойчивость  $\text{AuCl}_3$  в сравнении с  $\text{AuCl}$ .
25.  $\text{K}_2\text{CO}_3$  плавится при  $890^\circ\text{C}$  без разложения,  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$  разлагается уже при  $220^\circ\text{C}$ . Объяснить указанное различие.
26.  $\text{BaCl}_2$  в водных растворах диссоциирует полностью, а  $\text{HgCl}_2$  почти не диссоциирует. Объясните это различие в свойствах солей.
27. Что называют дополнительным поляризационным эффектом? Объяснить, как его наличие в соединениях  $\text{Hg}^{2+}$  делает оксид  $\text{HgO}$  менее устойчивым, чем оксид  $\text{ZnO}$ , несмотря на больший радиус иона ртути.
28. Какое соединение термически более устойчиво: а)  $\text{PbCO}_3$  и  $\text{CaCO}_3$ , б)  $\text{HgCl}_4$  и  $\text{PbCl}_4$ , в)  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{NiCl}_3$ , г)  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , д)  $\text{MgCO}_3$  и  $\text{SrCO}_3$ .

***Межмолекулярное взаимодействие.***

29. Чем объясняется разность температур кипения азота ( $-195,8^\circ\text{C}$ ), кислорода ( $-183^\circ\text{C}$ ) и фтора ( $-187,9^\circ\text{C}$ )? Почему намного отличается от них температура кипения хлора ( $-34^\circ\text{C}$ )?
30. Чем объяснить разную энергию водородных связей.
31. Как и почему изменяется агрегатное состояние простых веществ при комнатной температуре в ряду фтор-йод. Какое агрегатное состояние должен иметь астат?

32. Чем объяснить, что температура плавления воды значительно выше температуры плавления фтороводорода ( $-83^{\circ}\text{C}$ ), хотя дипольный момент молекулы воды ( $0,61 \cdot 10^{-29}$  Кл·м) меньше, чем молекулы HF ( $0,636 \cdot 10^{-29}$  Кл·м).

**Тема: «Строение и свойства комплексных соединений»**

1. Какие соединения можно отнести к комплексным?
2. Пользуясь положениями координационной теории Вернера дайте определения следующим понятиям: а) комплексообразователь, б) лиганды, в) координационное число комплексообразователя, г) внутренняя и внешняя сфера комплекса.
3. Как определяются заряд комплексного иона и степень окисления комплексообразователя?
4. Какая связь между строением атомов элементов и их способностью к комплексообразованию? Приведите примеры типичных комплексообразователей.
5. Приведите примеры типичных лигандов. Какие лиганды называются монодентатными и какие полидентатными?
6. Какое влияние должно оказывать на значение координационного числа увеличение радиуса и заряда: а) комплексообразователя, б) лигандов? Каким соотношением двух сил, действующих между центральным атомом и лигандами и между самими лигандами, определяется координационное число?
7. Приведите примеры комплексных соединений:
  - 1) с комплексным анионом,
  - 2) с комплексным катионом,
  - 3) являющихся неэлектролитами.Дайте им название.
8. Дайте определение и приведите примеры основных типов комплексных соединений.
9. Укажите основные виды изомерии комплексных соединений. Приведите примеры.
10. Как с позиций метода валентных связей объяснить образование связей между комплексообразователем и лигандами? Какие орбитали центрального атома могут одновременно участвовать в образовании связей? Чем это определяется?
11. Какую геометрическую конфигурацию имеет комплексный ион при значении координационного числа комплексообразователя 2, 4, 6? Укажите соответствующие типы гибридизации орбиталей.
12. Какие комплексные соединения называются внешнеорбитальными и внутриорбитальными? Чем объясняется их различная прочность?
13. По каким экспериментальным данным находят число неспаренных электронов в комплексах? Приведите примеры.

14. Какие комплексы называют высокоспиновыми и низкоспиновыми? Укажите параметры, которые являются для них общими и различными.
15. Какая теория получила название теории кристаллического поля? Чем отличается она от метода ВС?
16. Что такое энергия расщепления кристаллическим полем, от чего она зависит? Какие факторы определяют положение лиганда в спектрохимическом ряду?
17. Как ТКП объясняет закономерности изменения устойчивости комплексных соединений?
18. Исходя из ТКП, объяснить окраску комплексных соединений.
19. Что является количественной характеристикой устойчивости комплексных
20. ионов?
21. Каково соотношение между общей константой нестойкости и константами, характеризующими отдельные стадии процесса диссоциации комплексного иона?
22. Какое влияние оказывает комплексообразователь на связи в координированных около него молекулах  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{NH}_3$ ?
23. Приведите примеры, показывающие влияние координации на окислительно-восстановительные свойства комплексообразователя.
24. Составьте координационные формулы следующих соединений:  $2\text{NH}_4\text{Cl}\cdot\text{PtCl}_4$ ,  $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4\cdot\text{CuC}_2\text{O}_4$ ,  $\text{KCl}\cdot\text{AuCl}_3$ ,  $2\text{Ca}(\text{CN})_2\cdot\text{Fe}(\text{CN})_2$ ,  $(\text{NH}_4)_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ .
25. Водный раствор первого изомера состава  $\text{Pt}(\text{SO}_4)(\text{OH})_2\cdot 4\text{NH}_3$  имеет  $\text{pH} = 7$ , а 0,1 М раствор второго изомера -  $\text{pH} = 13,3$  при  $25^\circ\text{C}$ . По результатам опыта составьте координационные формулы обоих изомеров.

**Тема: «Начала химической термодинамики»**

1. На какую величину отличается изменение энтальпии от изменения внутренней энергии системы? В каких случаях  $\Delta H = \Delta U$  и  $Q_v = Q_p$ ?
2. Зависит ли изменение энтальпии системы от температуры?
3. Какие системы называют конденсированными? Почему для них обычно опускают ограничивающие условия  $V = \text{const}$  и  $p = \text{const}$ ?
4. Какой закон является основным законом термохимии? Дайте его формулировку.
5. Перечислите следствия, вытекающие из закона Гесса. Для каких определений они используются в термохимических расчетах?
6. Согласно принципу Берглю (1867) химические реакции самопроизвольно протекают в сторону выделения теплоты, т.е. в сторону уменьшения энтальпии. Является ли это правило общим или ограниченным?
7. Какой функцией состояния характеризуется тенденция системы к достижению так называемого вероятного состояния, которому соответствует максимальная беспорядочность распределения частиц?

8. В изолированной системе все самопроизвольные процессы протекают в сторону увеличения беспорядка. Как изменяется при этом энтропия?
9. Как изменяется энтропия системы за счет прямой и обратной реакций при синтезе аммиака?
10. Как изменяется энтропия системы с повышением температуры, в реакциях синтеза и разложения веществ?
11. Как влияет на энтропию системы образование газообразных продуктов?
12. Как изменяется энтропия системы при испарении, конденсации, увеличении давления, фазовых переходах?
13. Почему при плавлении вещества температура остается постоянной несмотря на то, что в это время теплота к системе подводится?
14. Какими одновременно действующими факторами определяется направленность химического процесса?
15. Какую тенденцию системы выражает: а) энтальпийный фактор, б) энтропийный фактор? Какая функция состояния системы дает количественную характеристику одновременного влияния того и другого фактора? Каким уравнением это выражается?
16. Что называют энергией Гиббса? Каким образом изменение этой величины ( $\Delta G$ ) указывает на термодинамическую возможность или невозможность самопроизвольного протекания процесса? Какое значение  $\Delta G$  определяет равновесное состояние системы?
17. При каком соотношении  $\Delta H$  и  $T\Delta S$ : а) система находится в равновесии, б) химический процесс направлен в сторону экзотермической или эндотермической реакции?
18. Чем объясняется возможность эндотермических реакций и почему она возрастает с увеличением температуры?
19. Энтальпийным или энтропийным фактором определяется направление химических реакций при очень низких температурах?
20. Почему при низких температурах и в конденсированных системах возможность протекания реакций определяется в основном только знаком  $\Delta H$ ? Согласуется ли это с принципом Бертелло?
21. Возможно ли самопроизвольное протекание прямой реакции, если при положительном значении  $\Delta S$ : а)  $\Delta H > 0$ , б)  $|\Delta H| > |T\Delta S|$ ?
22. Стандартная теплота образования  $\text{NH}_3$  и  $\text{PH}_3$  равна соответственно  $-46,2$  и  $+5,0$  кДж/моль. Какой следует сделать вывод из этих данных об относительной устойчивости молекул  $\text{NH}_3$  и  $\text{PH}_3$ ?
23. При сжигании графита образовался оксид углерода (IV) массой  $8,86$  г. Вычислите теплоту образования  $\text{CO}_2$  из элементов. Тепловой эффект реакции  $\Delta H = -79,2$  кДж.
24. Стандартная теплота образования  $\text{MgO}$  (к) и  $\text{CO}_2$  (г) соответственно равна  $-601,8$  и  $-393,5$  кДж/моль. Теплота разложения  $\text{MgCO}_3$  на  $\text{MgO}$  и  $\text{CO}_2$   $\Delta H = +100,7$  кДж/моль. Используя эти данные, найдите теплоту образования  $\text{MgCO}_3$  из элементов.

**Тема: «Кинетика и механизм химических реакций»**

1. Реакция идет по уравнению  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ . Как изменится скорость реакции, если увеличить давление в 2 раза?
2. Реакция между веществами А и В выражается уравнением  $2\text{A} + \text{B} = 2\text{C}$ . Начальная концентрация вещества А равна 0,3 моль/л, а вещества В — 0,5 моль/л. Константа скорости реакции равна  $0,8 \text{ л}^2/\text{моль}^2\text{мин}^{-1}$ . Рассчитайте начальную скорость прямой реакции и скорость по истечении некоторого времени, когда концентрация вещества А уменьшается на 0,1 моль.
3. Разложение  $\text{N}_2\text{O}$  на поверхности золота при высоких температурах протекает по уравнению:  $2\text{N}_2\text{O} = 2\text{N}_2 + \text{O}_2$ . Константа скорости данной реакции равна  $5 \cdot 10^{-4}$  л/мольмин при 1173 К. Начальная концентрация  $\text{N}_2\text{O}$  3,2 моль/л. Определите скорость реакции при заданной температуре в начальный момент и в тот момент, когда разложится 25 %  $\text{N}_2\text{O}$ .
4. Реакция идет по уравнению  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ . Начальные концентрации реагирующих веществ были (моль/л):  $\text{C}(\text{NO}) = 0,8$ ;  $\text{C}(\text{O}_2) = 0,6$ . Как изменится скорость реакции, если концентрацию кислорода увеличить до 0,9 моль/л, а концентрацию оксида азота до 1,2 моль/л?
5. Докажите, что реакция взаимодействия муравьиного альдегида и пероксида водорода с образованием муравьиной кислоты и воды является реакцией второго порядка, если через 2 ч после начала реакция завершилась на 50 %, а через 2 ч 40 мин концентрация муравьиной кислоты стала 0,285 моль/л. Исходные концентрации  $\text{НСОН}$  и  $\text{H}_2\text{O}_2$  одинаковы и равны 0,50 моль/л.
6. Рассчитайте константу скорости реакции первого порядка, учитывая, что за 25 мин реакция проходит на 25 %, т. е. прореагировала четвертая часть веществ.
7. Константа скорости реакции первого порядка равна  $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ . Какое количество останется непрореагировавшим через 10 ч после начала реакции? Начальная концентрация равна 1 моль/л.
8. Сколько времени необходимо для прохождения на 60 % реакции второго порядка, если при той же температуре за 20 мин реакция протекает на 30%? Начальные концентрации исходных веществ одинаковы и равны 2 моль/л.
9. Константа скорости некоторой реакции при 273 и 298 К равна соответственно
10. 1,17 и 6,56 л/моль·мин. Найдите температурный коэффициент скорости реакции.
11. Во сколько раз увеличится скорость растворения железа в 5 %-ной  $\text{НС1}$  при повышении температуры на  $32^\circ$ , если температурный коэффициент скорости растворения равен 2,8?
12. При 393 К реакция заканчивается за 18 мин. Через сколько времени эта реакция закончится при 453 К, если температурный коэффициент скорости реакции равен 3?



13. Определите температурный коэффициент скорости реакции, если при понижении температуры, на  $45^\circ$  реакция замедлилась в 25 раз.
14. Константы скорости реакции первого порядка при 288 и 325 К соответственно равны  $2 \cdot 10^{-2}$  и  $0,38 \text{ с}^{-1}$ . Каковы температурный коэффициент скорости этой реакции и константа скорости этой реакции при температуре 303 К?
15. При некоторой температуре константа равновесия термической диссоциации  $\text{N}_2\text{O}_4 = 2\text{NO}_2$   $K=0,26$ . Равновесная концентрация  $\text{NO}_2$  равна 0,28 моль/л. Вычислите равновесную и первоначальную концентрации  $\text{N}_2\text{O}_4$ . Какая массовая доля в % этого вещества продиссоциировала к моменту установления равновесия?
16. При синтезе фосгена имеет место равновесие реакции  $\text{Cl}_2 + \text{CO} = \text{COCl}_2$ . Определите исходные концентрации хлора и оксида углерода, если равновесные концентрации равны (моль/л):  $C(\text{Cl}_2) = 2,5$ ;  $C(\text{CO}) = 1,8$ ;  $C(\text{COCl}_2) = 3,2$ .
17. Химическое равновесие реакции  $\text{COCl}_2 = \text{CO} + \text{Cl}_2$  установилось при концентрациях реагирующих веществ (моль/л):  $C(\text{COCl}_2) = 10$ ;  $C(\text{CO}) = 2$ ;  $C(\text{Cl}_2) = 4$ . В равновесную систему добавили хлор в количестве 4 моль/л. Определите новые равновесные концентрации реагирующих веществ после смещения равновесия.
18. Равновесные концентрации веществ, участвующих в реакции
19.  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$  равны (моль/л):  $C(\text{кислоты}) = 0,02$ ;
20.  $C(\text{спирта}) = 0,32$ ;  $C(\text{эфира}) = 0,08$ ;  $C(\text{воды}) = 0,08$ . Какими стали равновесные концентрации после смещения равновесия вследствие увеличения концентрации  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  в 4 раза?

**Тема: «Растворы»**

1. Какие вещества называют электролитами? Чем отличаются их водные растворы от растворов неэлектролитов?
2. Что называют изотоническим коэффициентом  $i$ ? Каков его физический смысл и методы экспериментального определения? От каких факторов зависят значения  $i$ ?
3. Какими условиями определяется возможность электролитической диссоциации вещества? Какая величина характеризует ионизирующую способность растворителя? Покажите механизм распада частиц растворенного вещества на ионы.
4. Будет ли одинаковой электрическая проводимость водных и спиртовых растворов одного и того же вещества при одной и той же концентрации? Объясните.
5. Какие величины являются количественной характеристикой процесса электролитической диссоциации? Дайте их определения. Какую из них и почему называют постоянной величиной?
6. На какие группы условно делят электролиты по величине степени их диссоциации? Приведите примеры представителей этих групп.
7. Как и почему влияет на степень диссоциации слабого электролита введение в его раствор одноименного иона и разбавление раствора?
8. Почему константа электролитической диссоциации является более удобной характеристикой электролита по сравнению со степенью диссоциации?

9. Как влияет на растворимость вещества введение в его насыщенный раствор одноименного иона?
10. В каких случаях происходит растворение осадков с образованием комплексных соединений?
11. Выпадет ли осадок при сливании насыщенных растворов:  $\text{SrCl}_2$  и  $\text{CaSO}_4$ ;  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{SrSO}_4$ ?
12. В какой последовательности должны выпадать осадки, если к растворам, содержащим ионы: 1)  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$  и 2)  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{Br}^-$ , постепенно прибавлять: к первому раствор  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , а ко второму раствор  $\text{AgNO}_3$ ?
13. Какая из двух солей больше растворима и во сколько раз:  $\text{CaSO}_4$  или  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{BaCO}_3$  или  $\text{SrCO}_3$ ,  $\text{PbI}_2$  или  $\text{PbCl}_2$ ?
14. Останется ли прозрачным фильтрат из-под осадка  $\text{PbCl}_2$ , если к нему добавить раствор иодида калия?
15. В насыщенном растворе  $\text{PbI}_2$  концентрация иодид ионов равна  $1,3 \cdot 10^{-3}$  моль/л. Найдите концентрацию ионов  $\text{Pb}^{2+}$  в этом растворе.
16. В насыщенном растворе  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$  объемом 10 л содержится соль массой 3 г. Вычислите ее растворимость и найдите молярные концентрации каждого иона в этом растворе.
17. Чем определяется степень смещения равновесия диссоциации воды при растворении в ней соли, способной к гидролизу?
18. Всегда ли нейтральность раствора соли указывает на отсутствие гидролиза? Объясните.
19. Для растворов каких солей pH имеет такое же значение, как для воды? Покажите это на примере  $\text{NaCl}$  и  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ .
20. Какие из солей не подвергаются гидролизу, и если подвергаются, то по какому типу:  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{Se}$ ,  $\text{BaS}$ ,  $\text{RbNO}_3$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{HCOOK}$ ,  $\text{NaClO}_4$ ,  $\text{KBrO}_4$ ?
21. Для какой соли pH раствора будет иметь большее значение:  $\text{NaNO}_3$  или  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{COOK}$  или  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ,  $\text{KClO}$  или  $\text{KClO}_3$ ?
22. Дайте сравнительную характеристику сульфатов, сульфитов и сульфидов щелочных металлов по их способности к гидролизу.
23. Какие две равновесные системы в растворах кислых солей определяют для них значение pH? Что является причиной щелочной среды для растворов  $\text{NaHCO}_3$  и кислой для растворов  $\text{NaHSO}_3$ ?
24. Для каких солей гидролиз проходит ступенями? Чем определяется их число и как изменяется интенсивность гидролиза от первой ступени к последней?
25. Почему малиновая окраска фенолфталеина в растворе ацетата натрия становится более интенсивной при нагревании раствора и снова бледнеет при его охлаждении?
26. Объясните причину изменения степени гидролиза солей при нагревании их растворов, основываясь на зависимости диссоциации воды от температуры.
27. Что называют константой гидролиза  $K_g$ . Зависит ли эта величина от: природы соли, концентрации раствора, температуры? Чем определяется большее или меньшее значение  $K_g$  для различных солей?

**Тема: «Окислительно-восстановительные реакции и электрохимические процессы»**

1. Покажите условность терминов «принимает» и «отдает» электроны при определении функций окислителя и восстановителя. Почему такая условность возможна?
2. Что называют сопряженной окислительно-восстановительной парой и сколько их должно участвовать в окислительно-восстановительной реакции? Чему соответствует каждая из них?
3. Что называют окислительно-восстановительными коэффициентами? Какие методы существуют для их определения? Покажите сущность каждого и объясните, в каких случаях и почему один из них предпочтительнее другого.
4. Меняются или остаются постоянными заряд и атомный состав ионов, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях? Возможно ли превращение простого иона в оксоанион или обратный процесс?
5. Если кислота, взятая в избытке, участвует в реакции как окислитель или восстановитель, то совпадает ли для нее коэффициент в молекулярном уравнении реакции с окислительно-восстановительным? Разберите эти случаи на примерах взаимодействия: меди с разбавленной азотной кислотой, соляной кислоты с дихроматом калия.
6. Объясните причину резкого различия окислительно-восстановительных свойств двух металлов 1 группы ПС, находящихся в 5-м периоде.
7. Напишите уравнения полуреакций и ионно-молекулярные уравнения, которыми могут быть выражены процессы окисления и восстановления в водных растворах, идущих по следующим схемам:
  - a)  $\text{KClO} + \text{KJ} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
  - b)  $\text{KBiO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{BiCl}_3 +$
  - c)  $\text{KClO}_3 + \text{KNO}_2 \rightarrow \text{KCl} + \dots$
  - d)  $\text{KClO} + \text{KJ} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KCl} +$
8. Покажите влияние среды на протекание окислительно-восстановительных реакций на примере изменения окислительной емкости перманганат - иона.
9. Какими кислотами можно пользоваться для создания среды при проведении Red-Ox реакций? Почему с этой целью применяют обычно разбавленную серную кислоту?
10. Способствует ли кислая среда: а) окислению катионов до оксоанионов; б) окислительному действию оксоанионов?

***Электродные потенциалы и направление окислительно-восстановительных реакций***

11. Какие окислительно-восстановительные системы называют гетеро- и гомогенными? Что является причиной возникновения скачка потенциала в системах первого типа? Удастся ли экспериментально определить его абсолютное значение, относительное значение?

12. Чем должны отличаться друг от друга две окислительно-восстановительные системы для того, чтобы их можно было использовать при составлении гальванического элемента?
13. Какую информацию содержит электрохимический ряд стандартных электродных потенциалов о сравнительной активности ВФ и ОФ металлов? Почему он дает возможность оценить ЭДС гальванических элементов, составленных из любых пар металлов?
14. Почему водородный электрод в паре с медным полуэлементом является анодом, а в паре с цинком - катодом?
15. Из четырех металлов Ag, Cu, Au и Sn выберите те пары, которые дают наименьшую и наибольшую ЭДС составленного из них гальванического элемента.
16. По какой формуле можно найти электродный потенциал металла при любых температуре и концентрации раствора его соли, если для него известно значение  $\varphi^\circ$ ? При каких условиях  $\varphi = \varphi^\circ$ ?
17. Какие изменения концентраций растворов солей на электроде-окислителе и электроде-восстановителе приводят к увеличению и уменьшению ЭДС?
18. Почему в качестве окислителя используется хром  $\text{VI}$  в составе иона  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , а не в составе иона  $\text{CrO}_4^{2-}$ , и почему окисление хрома  $\text{III}$  до хрома  $\text{VI}$  проводится в щелочной среде?

### *Электролиз. Коррозия металлов*

19. Какие электрохимические процессы протекают на электродах при электролизе расплавов электролитов? Приведите примеры.
20. Из каких процессов складывается общая реакция электрохимического разложения вещества?
21. Чем отличается электролиз водных растворов электролитов от электролиза их расплавов? Какие ионы и молекулы, находящиеся в водных растворах солей могут восстанавливаться на катоде и окисляться на аноде? Напишите уравнения соответствующих реакций.
22. При каких условиях и из каких солей, возможно, получить с помощью электролиза одновременно щелочь и кислоту?
23. Дайте формулировку законов Фарадея и их математические выражения. Что называют числом Фарадея  $F$ ? Чему равна эта величина в кулонах и ампер-часах?
24. Всегда ли масса выделившегося на электроде вещества соответствует количеству прошедшего через электролит электричества? Является ли это нарушением законов Фарадея? Что называют выходом по току  $\eta$ ?

25. При электролизе растворов  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{BiCl}_3$ , находящихся в последовательно соединенных электролизерах, выделилось 5,4г серебра. Найдите массу выделившихся при этом меди и висмута.
26. Одинаково ли отношение к коррозии технического и химически чистого металла? Чем вызывается коррозия обычной стали?
27. Совпадает ли сравнительная оценка способности к коррозии железа и алюминия по значению их стандартных электродных потенциалов и по их поведению в контакте с водой?
28. Какие существуют способы защиты металлов от коррозии? Кратко изложите сущность каждого из них.

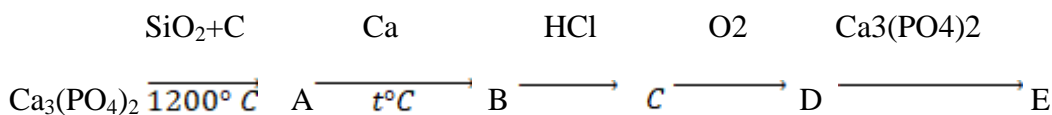
**Примерный комплект заданий для контрольных работ по дисциплине**

**Тема: «Основные понятия и законы химии. Основные классы неорганических соединений»**

**Вариант №1**

1. Определите эквиваленты элементов в их оксидах:  $\text{Rb}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_3$ .
2. 1г некоторого металла соединяется с 8,89г брома и с 1,78г серы. Найдите эквивалентные массы брома и Ме, зная, что эквивалентная масса серы 16,0г/моль.

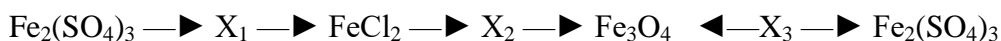
3. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей схеме:



4. Напишите графические формулы соединений и дайте их названия:  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaN}_2\text{AsO}_4$ .
5. Какой объем кислорода следует добавить к  $1\text{ м}^3$  воздуха (21%  $\text{O}_2$ ), чтобы содержание в нем кислорода повысилось до 25%.
6. Определите формулу одного из кристаллогидратов сульфата натрия, если его масса при полном обезвоживании уменьшилась на 47%.
7. Напишите формулы солей, соответствующих следующим двойным оксидам:  $\text{Pb}_2\text{O}_3$  и  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ . Назовите их.

**Вариант №2**

1. Определите эквивалентные массы соединений:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ .
2. Определите массу серы, образующейся при взаимодействии сероводорода количеством вещества эквивалента 0,01 моль с избытком концентрированной  $\text{HNO}_3$
3. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей схеме:



4. Составьте формулы (эмпирические графические) всех возможных солей образованных гидроксидом магния и хромовой кислотой. Дайте названия солям.
5. К 50мл смеси в 2-х оксидах углерода добавили 100мл кислорода и подожгли. В результате реакции общий объем газов уменьшился на 10%. Все объемы газов измерялись при одинаковых условиях. Определите объемный состав исходной смеси.
6. При термическом разложении оксида марганца (IV), взятого массой 0,435г, выделился кислород и образовался другой оксид марганца массой 0,382г. Какова формула этого оксида?
7. Что называют эквивалентом вещества? При каком условии эквивалент идентичен самой частице вещества?

**Тема: «Строение атома. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева»**

**Вариант №1**

1. Что называют принципом неопределенности и соотношением неопределенности.
2. Для скольких АО сумма  $n+l=8$ ? Есть ли такие орбитали у элементов периодической системы? Атомы, каких элементов имеют наибольшее значение суммы  $n+l$ ?
3. Напишите электронно-графические формулы: Cr,  $\text{Cl}^{+5}$ ,  $\text{Te}^{-2}$ , Tb.
4. Напишите электронные формулы еще неоткрытых элементов №108, №113 и укажите, какое место они займут в периодической системе.
5. Скорость движения электрона по первой боровской орбите равна 2187 км/с. Если погрешность в определении скорости равна 1 км/с, то какой будет при этом погрешность в определении координаты? Сравните ее со значением радиуса орбиты.
6. Поясните причину различия в величинах ионных радиусов для изоэлектронных ионов;  $1,33(\text{F}^-)$ ;  $1,36(\text{O}^{2-})$ ;  $0,98(\text{Na}^+)$ ;  $0,74(\text{Mg}^{2+})$ ;  $0,57(\text{Al}^{3+})$
7. Объясните особо низкую устойчивость соединений p-элементов 6-периода в высшей С.О.

**Вариант №2**

1. Применимо ли понятие траектории движения к микрочастицам? Чем это определяется и какое понятие его заменяет?
2. Укажите значение квантовых чисел для внешних электронов в атомах элементов с порядковым номером 11, 14, 20, 23, 33.
3. Напишите электронно-графические формулы: Pd,  $\text{Zr}^{+2}$ ,  $\text{S}^{-2}$ .

- На основании учения о строении атома объясните, почему энергетический s-подуровень включает одну орбиталь, p-подуровень - три, d-подуровень - пять и f-подуровень - семь. Укажите тах число электронов на этих подуровнях.
- Чему равна дебройлевская длина волны электрона, движущегося со скоростью: а)  $6 \cdot 10^6$  м/с; б) 2187 км/с?
- Энергия ионизации при последовательном отрыве электрона от атомов Mg составляет:  $E_1=733$ ,  $E_2=1447$  и  $E_3=7718$  кДж/моль. Чем объяснить резкое возрастание  $E_3$ ?
- Какую структуру должен иметь восьмой период? Повторяет ли он полностью седьмой период?

### Тема: «Химическая связь»

#### Вариант №1

- Чем объяснить невозможность образования 100% ионной связи и чему примерно равна доля ковалентности в наиболее ионных бинарных соединениях?
- Установите пространственную структуру следующих молекул и ионов, определив орбитали центрального атома и их тип гибридизации:  $\text{NF}_3$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ .
- Как должны меняться значение моментов диполей молекул в ряду: а)  $\text{ClF}-\text{BrF}-\text{IF}$ ; б)  $\text{NH}_3-\text{PH}_3-\text{AsH}_3$ ?
- Поляризуемость какого из ионов больше:  $\text{F}^-$  или  $\text{Br}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$  или  $\text{Te}^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  или  $\text{I}^-$ ? Объясните причину.
- Тпл. для  $\text{NaF}=997^\circ\text{C}$ ,  $\text{MgF}_2=1398^\circ\text{C}$ ,  $\text{AlF}_3=1040^\circ\text{C}$ ,  $\text{SiF}_4=-90^\circ\text{C}$ ,  $\text{PF}_5=-94^\circ\text{C}$ ,  $\text{SF}_6=-56^\circ\text{C}$ . Объяснить наблюдаемую зависимость. Объяснить резкое различие Тпл.  $\text{AlF}_3$  и  $\text{SiF}_4$  считая, что полярность связи равномерно уменьшается от  $\text{NaF}$  к  $\text{SF}_6$ .
- Чем объяснить значительно более высокие Тпл. и Тк. воды и плавиковой кислоты по сравнению с теми, которые должны соответствовать их молярным массам?
- Электрический момент диполя молекулы  $\text{H}_2\text{S}$  равен  $0,31 \cdot 10^{-29}$  Кл·м, а  $\text{H}_2\text{Se}-0,08 \cdot 10^{-29}$  Кл·м. Определите, как относятся длины диполей обеих молекул.

#### Вариант №2

- Почему при наличии одной связи между атомами она может быть только о-связью? При каких условиях образуется  $\pi$ - и  $\delta$ -связи?
- Сколько связей у атома серы в молекуле  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ , у углерода в молекуле  $\text{COCl}_2$ ; как это согласуется с типом гибридизации?
- Какая молекула может существовать и почему?  $\text{ClF}_3$ ,  $\text{FCl}_3$ ,  $\text{BrI}_3$ ,  $\text{IBr}_3$ .

4. Как изменяется поляризующее действие ионов s-элементов второй группы от Mg к Ba и почему это приводит к повышению термической устойчивости их карбонатов в той же последовательности?
5. Тк.  $\text{HF}=293\text{K}$ ,  $\text{HCl}=188\text{K}$ ,  $\text{HBr}=206\text{K}$ ,  $\text{HI}=238\text{K}$ . Объясните причины изменения этой величины.
6. Какое соединение более термически устойчиво?  $\text{PbCO}_3$  или  $\text{CaCO}_3$ ;  $\text{PbCl}_4$  или  $\text{PbBr}_4$ .
7. Рассчитайте эффективный радиус иона Na в кристалле NaF, если константа решетки его равна  $2,31 \cdot 10^{-10}$  м, радиус иона  $\text{F}^-$  равен  $1,33 \cdot 10^{-10}$  м.

**Тема: «Начала химической термодинамики. Кинетика и механизм химических реакций»**

**Вариант №1**

1. Дихромат аммония при нагревании разлагается по реакции:  

$$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{т}) = \text{N}_2\uparrow(\text{г}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + \text{Cr}_2\text{O}_3(\text{т}) \quad \Delta H^\circ_{\text{х р}} = -503 \text{ кДж}$$

Сколько энергии выделилось при разложении некоторой порции дихромата аммония, если масса твердого остатка на 10г меньше массы исходного вещества.
2. Энтальпия образования  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{г})$  из простых веществ равна - 136,1 кДж/моль, энтальпия диссоциации газообразных водорода и кислорода соответственно равны 432, 490 кДж/моль. Вычислите энергию связи O-H в пероксиде водорода, приняв энергию связи O-O равной - 138,07 кДж/моль.
3. Определите  $\Delta H^\circ_{298}$  и  $\Delta U$  системы:  $4\text{NH}_3(\text{г}) + 3\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{N}_2(\text{г}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$
4. При температуре  $100^\circ\text{C}$  скорость одной реакции в 2 раза больше скорости второй. Температурный коэффициент скорости первой реакции равен - 2, второй - 4. При какой температуре скорости обеих реакций выравниваются?
5. Как изменится давление в системе первоначально содержащей HBr и  $\text{O}_2$ , если к моменту наступления равновесия:  $4\text{HBr}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 2\text{Br}_2(\text{г})$  прореагировало 10% исходного количества кислорода, а равновесные концентрации  $[\text{HBr}]=0,6$  моль/л;  $[\text{O}_2]=0,36$  моль/л?
6. Во сколько раз следует увеличить концентрацию вещества  $\text{B}_2$  в системе:  

$$2\text{A}_2(\text{г}) + \text{B}_2(\text{г}) = 2\text{A}_2\text{B}(\text{г})$$

Чтобы при уменьшении концентрации вещества  $\text{A}_2$  в 4 раза скорость прямой реакции не изменилась?
7. Для некоторой реакции  $\Delta G^\circ > 0$ . Какие из приведенных утверждений правильны:  
 а)  $k > 1$ ; б)  $k < 1$ ; в) в равновесной смеси преобладают продукты реакции; г) в равновесной смеси преобладают исходные вещества?



## Вариант №2

1. При восстановлении 80г оксида железа(3) алюминием выделится 426,3 кДж тепла. При сгорании 5,4 г металлического алюминия выделится 167,3 кДж тепла. На основании этих данных, используя закон Гесса, вычислите энергетический эффект при образовании 1 моль оксида железа(3).
2.  $\Delta H^\circ_{\text{обр}}$  MgO(к) и CO<sub>2</sub>(г) соответственно равна- 601,8 и -393,5 кДж/моль. Теплота разложения MgCO<sub>3</sub> на MgO и CO<sub>2</sub> ДН=100,7 кДж/моль. Используя эти данные, найдите теплоту образования MgCO<sub>3</sub> из элементов.
4. Вычислить температурный коэффициент скорости реакции, если константа скорости ее при 100°C составляет  $6 \cdot 10^{-7}$ , а при 150°C  $-7,2 \cdot 10^{-2}$ .
5. Для того чтобы увеличить в 216 и 256 раз скорость реакции синтеза NH<sub>3</sub>, во сколько раз надо повысить в первом случае концентрацию H<sub>2</sub>, а во втором давление? Как изменится скорость реакции при увеличении давления в 10 раз?
6. Система C(графит) + CO<sub>2</sub>(г) = 2CO(г)  $\Delta H^\circ = 172,5$  кДж

Находится в равновесии. Указать: а) как изменится содержание СО в системе при повышении  $t$  и при неизменном давлении? С увеличением давления при неизменной температуре? б) Изменится ли  $K_p$  при повышении общего давления и неизменной  $t$ ? При увеличении  $t$ ? При введении в систему катализатора? Ответ обосновать.

7. Химическое равновесие реакции  $A(г) + B(г) = C(г) + D(г)$   
Установить при следующих концентрациях: (А) = 6моль/л, (В) = 2моль/л, (С) = 4моль/л, (Д) = 3моль/л. В равновесную систему добавили 4 моль/л вещества В. Вычислить новые равновесные концентрации веществ.

## Тема: «Растворы»

### Вариант №1

1. Раствор содержит 0,1 моль CaCl<sub>2</sub> и 0,1 моль AlCl<sub>3</sub> в 2л раствора. Какова молярная концентрация иона Cl<sup>-</sup> в растворе?
2.  $pH$   $1 \cdot 10^{-3}$  N раствора слабого одноосновного основания равен 9. Вычислите константу диссоциации основания.
3. Указать, не производя вычислений, в каком из растворов двух солей равной концентрации  $pH$  больше или меньше. Ответ обоснуйте исходя из закономерности изменения кислотно-основных свойств электролитов: K<sub>2</sub>Se и K<sub>2</sub>Te; Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> и Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.
4. Найдите степень гидролиза солей и значение  $pH$  для их растворов концентрации 0.1 моль/л: NH<sub>4</sub>Br, KClO, HCOONa.

5. ПРА $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , при  $25^\circ\text{C}$  равно  $2 \cdot 10^{-7}$ . Выпадает ли осадок  $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  при смешивании равных объемов 0,05н растворов  $\text{AgNO}_3$  и  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ? Степень диссоциации этих электролитов равна 90%.
6. Вычислить  $a$  и  $(\text{H}^+)$  в 0,3М растворе уксусной кислоты ( $K=1,8 \cdot 10^{-5}$ ). Какие значения примут эти величины после добавления к 1л раствора кислоты 0,2моль  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ? Коэффициент активности ионов  $f(\text{CH}_3\text{COO}^-)=0,7$ .
7. Сравнить растворимость  $\text{PbCl}_2$  и  $\text{PbI}_2$ ,  $\text{Be}(\text{OH})_2$  и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Ответ обоснуйте исходя из поляризационных представлений.

### Вариант №2

1. Раствор содержит 0,1моль - эквивалентов  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$  в 200мл раствора. Какова молярная концентрация ионов  $\text{NH}_4^+$  в растворе?
2. Вычислите pH 0,001н раствора серной кислоты.
3. Указать, не производя вычислений, в каком из растворов двух солей равной концентрации pH больше или меньше. Ответ обоснуйте исходя из закономерности изменения кислотно-основных свойств электролитов:  $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{Na}_2\text{ClO}_3$ ;  $\text{NaClO}_4$  и  $\text{NaClO}$ .
4. Какие величины являются количественной характеристикой процесса электролитической диссоциации? Дайте их определение. Какую из них и почему называют постоянной величиной?
5. Найдите степень гидролиза  $\text{NaIO}_3$  и  $\text{NaIO}$  в растворах концентрации 0,1моль/л. Из полученных данных сделайте вывод о сравнительной силе кислот, образовавших эти соли.  $K_d(\text{HIO}_3)=1.6 \cdot 10^{-1}$ ;  $K_d(\text{HIO})=2.3 \cdot 10^{-11}$ .
6. Выпадает ли  $\text{BaSO}_4$  при добавлении раствора серной кислоты объемом 100мл при концентрации 0,2моль/л. к раствору  $\text{BaCl}_2$  того же объема, если молярная концентрация эквивалента этого раствора равна 0,2моль/л.? Будет ли добавленное количество серной кислоты эквивалентным или избыточным?
7. Сколько моль  $\text{NH}_4\text{Cl}$  следует добавить к 1л 0,1М раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  ( $K=1,8 \cdot 10^{-5}$ ) для того, чтобы концентрация ионов  $\text{OH}^-$  стала численно равна  $K_d$ ? Условно примем  $f(\text{NH}_4^+)=1$ .

**Тема: «Окислительно-восстановительные реакции и электрохимические процессы»**

### Вариант №1

1. Закончить составление уравнения реакции и подобрать коэффициенты простейшим способом:  $\text{SO}_2 + \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_3 + \dots$
2. Напишите уравнения реакций и подобрать коэффициенты электронно-ионным методом:  $\text{MnSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HMnO}_4 + \dots$ ;  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{CaOCl} \rightarrow$

3. Составить в молекулярной форме уравнение реакции:  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} + \text{O}_2$
4. Чему равна молярная масса эквивалента перманганата калия как окислителя, если это вещество в процессе реакции восстанавливается: а) до сульфата марганца (II) б) до диоксида марганца в) до манганата калия  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ?
5. Будет ли работать гальванический элемент, состоящей из водородных электродов, погруженных в 1 и 0,1н растворы КОН при  $25^\circ\text{C}$ , если кажущая степень диссоциации растворов КОН соответственно равны 77 и 91%?
6. Гальванический элемент  
 $(-)\text{2Cr}/\text{2Cr}^{3+} \mid \text{H}_2\text{SO}_4 \mid (\text{Pb}) \text{3H}_2/\text{6H}^+ (+)$   
 образовавшейся при коррозии хрома, опасного со свинцом, дает ток силой 6А. Какая масса хрома окислится и сколько литров водорода выделится за 55с работы этого элемента?
7. Медный кулонометр соединен последовательно с электролизером, в котором идет электролиз водного раствора  $\text{AgNO}_3$  на угольных электродах (дайте полную схему процессов, происходящих при электролизе  $\text{AgNO}_3$ ). На катоде в кулонометре выделилось 192г меди, а в электролизере 450г серебра. Определите выход по току в электролизере. Какой объем займет выделившийся кислород, если этот объем измерить при  $10^\circ\text{C}$  и давлении 97303Па?

### Вариант №2

1. Закончить составление уравнения реакции и подобрать коэффициенты простейшим способом:  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KI} + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{I}_2 + \dots$
2. Напишите уравнения реакций и подобрать коэффициенты электронно-ионным методом:  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{S} + \dots$ ;  $\text{HNO}_3 + \text{FeS}_2 \rightarrow$
3. Составить в молекулярной форме уравнение реакции:  $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{I}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{I}^-$ .
4. Какую массу алюминия можно окислить с помощью 0,1л 0,25н  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  по реакции  $\text{Al} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .
5. ЭДС гальванической цепи  $(-)\text{Ag}/\text{AgNO}_3 \text{ 0,005н } \mid \mid \text{Ag}/\text{x}$   
 $\text{n}/\alpha = 85\% / \text{AgNO}_3(+)=0,085\text{В}$ . Определите концентрацию электролита при положительном электроде, если коэффициенты активности иона серебра в растворах  $\text{AgNO}_3$  при отрицательном и положительном электроде равны 0,945 и 0,750.
6. При работе гальванического элемента  
 $(-)\text{4Al}/\text{4Al} \mid \text{H}_2\text{O}, \text{O}_2 \mid (\text{Cr}) \text{12OH}/\text{6H}_2\text{O}, \text{3O}_2 (+)$   
 образовавшегося при коррозии алюминия, который находится в контакте с хромом, за 1мин 20с его работы на хромовом катоде восстановилось 0,034л кислорода.

Определите, насколько уменьшилась при этом масса алюминиевого электрода и чему равна сила тока, протекшего по внешней цепи гальванического элемента.

7. Через серебряный кулонометр пропускали ток в течение 3ч. Амперметр показывал силу тока равную 0,9А. Найти % погрешности, даваемый амперметром, если за это время в кулонометре на катоде выделилось 12,32г серебра.

### Тема: «Строение и свойства комплексных соединений»

#### Вариант №1

1. Назвать комплексные соединения:  $\text{Ba}[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{en})(\text{Cl}_2)]\text{Cl}$ ,  $[\text{PtCl}_2][\text{AuCl}_4]$ .
2. Написать формулы: а) тетраодоиндат(III) индия<sup>+</sup>; б) хлорид броматетраамминаквахрома(III); в) триамминхлородинитрокобальт.
3. Можно ли осадить ионы  $\text{Ni}^{2+}$  из раствора  $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$  объемом 1л и  $C=0,1$  моль/литр, содержащего 0,2 моль KCN ( $\alpha=80\%$ ), если добавить  $10^{-4}$  моль сульфида аммония? При какой мт концентрации сульфида аммония начнет выпадать осадок? ( $\text{IP}(\text{NiS})=2 \cdot 10^{-28}$ ).
4. Определите тип гибридизации в следующих комплексах, а так же изобразите их геометрическую формулу:  $[\text{AuCl}_4]^-$ ;  $[\text{PtCl}_4]^-$ . Чему равны их магнитные моменты?
5. Для осаждения хлорид-ионов, составляющих внешнюю сферу комплексного соединения, из 100мл 0,02м раствора соединения  $\text{CrCl}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  потребовалось 20мл 0,2м раствора  $\text{AgNO}_3$ . По результатам этого опыта составьте координационную формулу соединения и назовите его.
6. С лигандами слабого или сильного поля комплексы  $\text{Co}^{3+}$  являются сильными окислителями, а комплексы  $\text{Co}^{2+}$  проявляют восстановительные свойства? Как это объясняет ТКП?

#### Вариант №2

1. Назвать комплексные соединения:  $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ ,  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6](\text{NO}_3)_2$ ,  $[\text{Co}(\text{En})_3(\text{NO}_3)_3]$ .
2. Написать формулы: а) амминпентацианоферрат(II) натрия; б) дигидроксотетрахлороплатинат (IV) аммония.
3. К 0,2м  $\text{NiSO}_4$  добавили равный объем 2м  $\text{NH}_3$ , вычислить  $[\text{Ni}]^{2+}$ , если считать что в растворе образуется комплексный ион  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ .
4. В комплексах  $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{4-}$  и  $[\text{Ni}(\text{CNS})_6]^{4-}$  лиганды обладают сильным полем. Составьте энергетическую схему образования связей (метод ВС) в этих комплексах и укажите магнитные свойства комплексов.
5. Определите координационное число (x):  $[\text{Fe}^{\text{II}}\text{F}_x]^{-(x-2)}$ ;  $[\text{Fe}^{\text{II}}\text{Cl}_x]^{-(x-2)}$ .

6. Какая электронная конфигурация,  $d^6$  или  $d^7$ , дает большее значение  $E_{скп}$  для октаэдрических высокоспиновых и низкоспиновых комплексов?

***Критерии оценки ответа студента при выполнении контрольной работы***

ценка	Требования к знаниям
отлично	приведены полные правильные решения, ответы грамотно аргументированы
хорошо	допущены незначительные погрешности при ответах на вопросы, аргументация была не полной
удовлетворительно	в ответах на некоторые вопросы допущены грубые ошибки, часть выводов не аргументирована или аргументирована неправильно
неудовлетворительно	ответы на 50 и более % вопросов ошибочны, большинство выводов не аргументированы или аргументированы неправильно

***Примерные варианты тестовых заданий***

**Тема: «Основные классы неорганических соединений»**

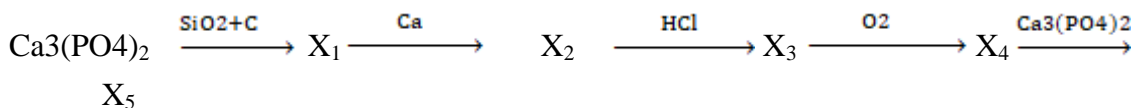
**Вариант №1**

- Формула кристаллогидрата сульфата натрия, масса которого при обезвоживании уменьшилась на 47%
  - $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- Карбонат калия реагирует в растворе с веществами набора
  - $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$
  - $\text{CO}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{HCl}$
  - $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Rb}_2\text{SO}_4$
  - $\text{KHSO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{SO}_3$
- Одновременно не могут находиться в растворе вещества набора
  - $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{HCl}$
  - $\text{NaOH}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - $\text{NaCl}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - $\text{NaOH}$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4$
- Одновременно в растворе могут находиться ионы
  - $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{I}^-$
  - $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ;  $\text{Ba}^{2+}$
  - $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{F}^-$
  - $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Br}^-$

5. Установить соответствие между веществом и свойствами
- 1: азотная кислота    А: взаимодействие с солями меди с образованием осадка  
 2: гидроксид натрия    Б: взаимодействие с солями бария с образованием осадка  
 3: соляная кислота    В: взаимодействие с серой при нагревании  
 4: сульфат алюминия    Г: взаимодействие с цинком с образованием водорода
6. Количество возможных солей образованных  $H_2SO_4$  и  $Al(OH)_3$
- 1) 4            2) 1            3) 2            4) 3            5) 5

### Вариант № 2

1. Гидрид одновалентного металла содержит 12,5% водорода по массе.
- 1) серебро    2) натрий    3) литий    4) золото
2. Диоксид углерода может реагировать с веществами набора
- 1)  $CaO$ ,  $(NH_4)_2CO_3$  раствор,  $HNO_3$     2)  $Na_2CO_3$  раствор,  $Mg$ ,  $C$  (кокс)  
 3)  $KOH$ ,  $H_2SO_4$ , раствор  $BaCl_2$     4)  $CuSO_4$ ,  $NH_3$ ,  $NaOH$
3. Одновременно не могут находиться в растворе вещества набора
- 1)  $BaCl_2$  и  $NaNNO_3$     2)  $BaCl_2$  и  $NaBr$   
 3)  $Ba(NO_3)_2$  и  $KI$     4)  $Ba(NO_3)_2$  и  $H_2SO_4$
4. Кислую соль можно получить в водной среде при взаимодействии
- 1)  $LiOH$  и  $HBr$     2)  $CsOH$  и  $P_2O_5$   
 3)  $Mg(OH)_2$  и  $HCOOH$     4)  $Al(OH)_3$  и  $N_2O_3$
5. Одновременно в растворе могут находиться ионы
- 1)  $Ba^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $F^-$ ,  $CO_3^{2-}$   
 2)  $Ag^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Br^-$ ,  $NO_3^-$   
 3)  $Zn^{2+}$ ,  $NH_4^+$ ,  $OH^-$ ,  $I^-$   
 4)  $Cu^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$
6. Установить соответствие между веществом и способом его распознавания:
- 1) 1: углекислый газ    А: возгорание тлеющей лучины  
 2) аммиак    Б: возгорание с характерным звуком  
 3) кислород    В: помутнение известковой воды  
 4) водород    Г: изменение окраски влажной индикаторной бумажки
7. Установить соответствие между веществом и свойствами:
- 1) азотная кислота    А: взаимодействие с солями меди с образованием осадка  
 2) гидроксид натрия    Б: взаимодействие с солями бария с образованием осадка  
 3) соляная кислота    В: взаимодействие с серой при нагревании  
 4) сульфат алюминия    Г: взаимодействие с цинком с образованием водорода
8. В результате следующих превращений



образуется конечный продукт X<sub>5</sub>

- 1) Ca(HPO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 2) CaHPO<sub>4</sub> 3) CaHPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 4) Ca<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>

**Тема: «Строение атома. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева»**

**Вариант № 1**

- Изоэлектронные атомы и ионы
  - Fe<sup>2+</sup>, Co<sup>3+</sup> 2) Co, Ni<sup>2+</sup> 3) Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup> 4) Co<sup>2+</sup>, Mn
- Электронная емкость f-подуровня
  - 14 2) 6 3) 18 4) 10
- Энергия сродства к электрону в периоде
  - не изменяется 2) уменьшается
  - увеличивается 4) остаются постоянной
- Разрешенный набор квантовых чисел электрона
  - n = 3, l = 0, m = 1 2) n = 2, l = 1, m = 0
  - n = 3, l = 2, m = -1 4) n = 3, l = 2, m = 3
- Наименьший радиус имеет ион
  - Cs<sup>-</sup> 2) Ba<sup>2+</sup> 3) Te<sup>2-</sup> 4) I
- Модель атома, созданная Э. Резерфордом называется \_\_\_\_\_
- Число уровней у атома определяется \_\_\_\_\_ квантовым числом
- Энергия отрыва электрона от атома называется энергией \_\_\_\_\_
- Если электрон делает выбор между 4d и 5s атомной орбиталью, то атом содержит \_\_\_\_\_-электронов
- Установить соответствие между электронными конфигурациями и химическими частицами
 

1: 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>	A: Na <sup>+</sup>
2: 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>	B: N
3: 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>	B: S <sup>2-</sup>
4: 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>	Г: Al

11. Расположить в правильной последовательности заполнения энергетических подуровней в атомах

А: 5s Б: 4d В: 3d Г: 5p Д: 6s Е: 4p

### Вариант № 2

1. Изoeлектронные атомы и ионы

1)  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{3+}$  2)  $\text{Co}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  3)  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  4)  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Mn}$

2. Набор квантовых чисел  $n = 3, l = 1, s = \pm 1/2$  имеет

1) Si 2) Al 3) Cl 4) S 5) P

3. Одинаковое количество электронов у ионов

1)  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  2)  $\text{Ba}^{2+}$ , Г,  $\text{Te}^{2-}$  3)  $\text{Hg}^{2+}$ , Г, Sn 4) Г,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{4+}$

4. Электронная емкость g -подуровня

1) 6 2) 14 3) 10 4) 18

5. Энергия ионизации в группе

1) не изменяется 2) увеличивается  
3) уменьшается 4) остаются постоянной

6. Атомные орбитали дают сумму  $n + l = 9$

1) 6f, 7d, 8p 2) 5f, 7p, 8s 3) 4f, 5d, 6p 4) 4d, 5p, 6s

7. Число неспаренных электронов в атоме хрома в невозбужденном состоянии

\_\_\_\_\_ -

8. Энергия ионизации атома Ca (эВ):  $I_1 = 6,113$ ;  $I_2 = 11,871$ ;  $I_3 = 51, 21$ . третья энергия ионизации резко возрастает из-за отрыва \_\_\_\_\_ электрона

9. Число орбиталей у атома определяется \_\_\_\_\_ квантовым числом

10. Установить соответствие между электронными конфигурациями и химическими частицами

1)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^0 3d^5$  А:  $\text{F}^-$   
2)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$  Б: С  
3)  $1s^2 2s^2 2p^6$  В:  $\text{Fe}^{+3}$   
4)  $1s^2 2s^2 2p^2$  Г: Cr

**Тема: «Химическая связь»**

### Вариант № 1



1. В ряду водородных соединений элементов VI A группы:  $\text{H}_2\text{O}$  –  $\text{H}_2\text{S}$ –  $\text{H}_2\text{Se}$  полярность связи Э – H:
  - 1) увеличивается
  - 2) не изменяется
  - 3) уменьшается
  - 4) сначала уменьшается, потом увеличивается
  
2. Только ковалентная связь имеет место в соединении с формулой
  - 1)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$
  - 2)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$
  - 3)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - 4)  $\text{Li}_2\text{CO}_3$
  
3. Атом углерода в возбужденном состоянии образует:
  - 1) четыре ковалентные связи, за счет четырех неспаренных электронов
  - 2) три связи, за счет двух неспаренных электронов и неподеленной электронной пары
  - 3) ни одной, атом углерода в невозбужденном состоянии химических связей не образует
  - 4) две связи, за счет двух неспаренных электронов
  
4. Вещество, которое не могут образовывать водородную связь
  - 1)  $\text{H}_2\text{O}$
  - 2)  $\text{HF}$
  - 3)  $\text{HN}_3$
  - 4)  $\text{HI}$
  
5.  $sp^3$  гибридизация реализуется полностью
  - 1)  $\text{SO}_2$
  - 2)  $\text{CH}_4$
  - 3)  $\text{SO}_3$
  - 4)  $\text{ClO}^-$
  
6. Установить соответствие между физическими свойствами и типами кристаллических решеток:
  - 1: ковкость
  - 2: низкая температура кипения
  - 3: высокая твердость
  - 4: электрическая проводимость раствора

А: атомная  
 Б: металлическая  
 В: ионная  
 Г: молекулярная
  
7. Установить соответствие между гибридизацией и молекулой или частицей
 

1) $sp$	А: $\text{BeCl}_2$
2) $sp^2$	Б: $\text{CO}_3^{2-}$
3) $sp^3$	В: $\text{NF}_3$
4) $sp^3d$	Г: $\text{PF}_5$
	Д: $\text{PF}_6$
	Е: $\text{XeF}_6$

1. Вещество с ионной связью имеет формулу

- 1) KBr    2) SO<sub>3</sub>    3) CH<sub>4</sub>    4) HCl

2. Атомная кристаллическая решетка характерна для

- 1) алюминия и карбида кремния  
2) серы и йода  
3) оксида кремния и хлорида калия  
4) алмаза и бора

3.  $sp^2$  гибридизация реализуется полностью

- 1) SO<sub>2</sub>    2) SO<sub>3</sub>    3) CH<sub>4</sub>    4) ClO<sup>-</sup>    5) ClO<sub>2</sub><sup>-</sup>

4. Установить соответствие между веществами и видами химической связи в них 1

вольфрам	А: ковалентная полярная алмаз
алмаз	Б: ковалентная неполярная аммиак
аммиак	В: металлическая
поваренная соль	Г: ионная

5. Установить соответствие между веществами и типами кристаллических решеток

углекислый газ	А: ионная
карборунд	Б: молекулярная
никель	В: металлическая
ацетат натрия	Г: атомная

6. Установить соответствие между гибридизацией и молекулой

1: $sp^3$	А: OF <sub>2</sub>	В: SF <sub>6</sub>
2: $sp^2$	Б: BF <sub>3</sub>	Г: SF <sub>4</sub> :
3: $sp^3d^2$	Е: XeF <sub>6</sub>	Д: BeCl <sub>2</sub>
4: $sp^3d$		
4: $sp^3d$		

**Темы: «Начала химической термодинамики. Кинетика и механизм химической реакции»**

**Вариант № 1**

1. Во сколько раз увеличится скорость реакции  $H_{2(g)} + I_{2(g)} = 2HI_{(g)}$  при увеличении давления в 3 раза

- 1) в 9 раз    2) в 8 раз    3) в 6 раз    4) в 3 раз

2. При температуре 90°C реакция протекает 1 мин. При какой температуре реакция закончится за 1ч 21мин, если температурный коэффициент равен 3
- 1) 50°C    2) 40°C    3) 60°C    4) 150°C    5) 140°C
3. Химическое равновесие реакции  $Zn(г) + 16HI(д) = 8I_2(г) + 8H_2S(д) - Q$  сместится вправо при понижении
- 1) концентрации  $H_2S$   
 2) концентрации  $HI$   
 3) давления  
 4) температуры
4. Химическое равновесие реакции  $Zr(г) + 2Cl_2(г) = ZrCl_4(г) + Q$  смещается вправо при
- 1) повышении давления  
 2) повышении концентрации  $ZrCl_4$   
 3) дополнительном введении  $Zr$   
 4) повышении температуры
5. В гомогенной системе  $3A(г) + B(г) = 2C(г) + D(г)$  равновесные концентрации веществ (моль/л) составили:  $A - 0,03$ ;  $B - 0,02$ ;  $C - 0,004$ . Исходная концентрация вещества  $A$  (моль/л) равна
- 1) 0,036    2) 0,002    3) 0,024    4) 0,026    5) 0,030
6. Из 2 моль  $CO$  и 2 моль  $Cl_2$  образовалось при некоторой температуре 0,45 моль  $COCl_2$ . Константа равновесия реакции  $CO + Cl_2 = COCl_2(г)$
- 1) 0,19    2) 0,09    3) 0,12    4) 0,21
7. Стандартная теплота образования  $MgO$  (к) и  $CO_2$  (г) соответственно равна -601,8 и -393,5 кДж/моль. Теплота разложения  $MgCO_3$  на  $MgO$  и  $CO_2$   $\Delta H = 100,7$  кДж/моль. Теплота образования  $MgCO_3$
- 1) -1096 кДж/моль.    2) -1006 кДж/моль.  
 3) -996 кДж/моль.    4) -876 кДж/моль.
8. Теплота, которая поглощается или выделяется при разложении химического соединения количеством 1 моль на простые вещества называется \_\_\_\_\_
9. Если скорость прямой реакции равна скорости обратной реакции, то наступает химическое \_\_\_\_\_
10. Зависимость скорости реакции от температуры определяется правилом \_\_\_\_\_

1. Во сколько раз увеличится скорость реакции  $\text{CaO}(\text{T}) + \text{CO}_2(\text{Г}) = \text{CaCO}_3(\text{T})$  при увеличении давления в 3 раза
  - 1) в 9 раз
  - 2) в 8 раз
  - 3) в 6 раз
  - 4) в 3 раз
  - 5) не изменится
  
2. Во сколько раз увеличится скорость реакции при нагревании от  $75^\circ\text{C}$  до  $115^\circ\text{C}$ , если температурный коэффициент равен 2
  - 1) в 2 раз
  - 2) в 4 раз
  - 3) в 8 раз
  - 4) не изменится
  - 5) в 16 раз
  
3. При повышении давления химическое равновесие смещается вправо
  - 1)  $2\text{NO}(\text{Г}) + \text{O}_2(\text{Г}) = 2\text{NO}_2(\text{Г})$
  - 2)  $\text{C}(\text{T}) + \text{CO}_2(\text{Г}) = 2\text{CO}(\text{Г})$
  - 3)  $2\text{NF}(\text{Г}) + 3\text{H}_2(\text{Г}) = 6\text{HF}(\text{Г}) + \text{N}_2(\text{Г})$
  - 4)  $\text{CH}_4(\text{Г}) + 4\text{S}(\text{Г}) = \text{CS}_2(\text{Г}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{Г})$
  
4. Химическое равновесие реакции  $4\text{FeS}_2(\text{T}) + 11\text{O}_2(\text{Г}) = 8\text{SO}_2(\text{Г}) + 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{T}) + \text{Q}$  сместится вправо при
  - 1) повышении давления
  - 2) повышении концентрации  $\text{SO}_2$
  - 3) дополнительном введении  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
  - 4) дополнительном введении  $\text{FeS}_2$
  
5. В гомогенной системе  $\text{H}_2(\text{Г}) + \text{I}_2(\text{Г}) = 2\text{HI}(\text{Г})$  равновесные концентрации веществ (моль/л) составили:  $\text{HI} - 0,02$ ;  $\text{I}_2 - 0,05$ ;  $\text{H}_2 - 0,03$ . Исходная концентрация водорода (моль/л) равна
  - 1) 0,04
  - 2) 0,01
  - 3) 0,02
  - 4) 0,03
  - 5) 0,05
  
6. В гомогенной системе  $4\text{HCl}(\text{Г}) + \text{O}_2(\text{Г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{Г}) + 2\text{Cl}_2$  равновесные концентрации веществ (моль/л) составили:  $\text{HCl} - 0,85$ ;  $\text{O}_2 - 0,44$ ;  $\text{Cl}_2 - 0,3$ . Исходная концентрация кислорода (моль/л) равна
  - 1) 0,59
  - 2) 0,49
  - 3) 0,69
  - 4) 0,79
  - 5) 0,89
  
7. При сжигании графита образовался оксид углерода (IV) массой 8,86 г. Тепловой эффект реакции  $\Delta\text{H} = -79,2$  кДж. Теплота образования  $\text{CO}_2$ 
  - 1)  $-393,3$  кДж/моль

- 2) -358,4 кДж/моль  
 3) -335,5 кДж/моль  
 4) -326,4 кДж/моль
8. Теплота, которая поглощается или выделяется при образовании химического соединения количеством вещества 1 моль из простых веществ при заданных условиях называется \_\_\_\_\_
9. Смещение химического равновесия определяется принципом \_\_\_\_\_
10. Минимальная избыточная энергия, которой должны обладать молекулы, чтобы реакция между ними стала возможной называется \_\_\_\_\_

### Тема: «Растворы»

#### Вариант № 1

1. Смешаны 100 г 20%-ного раствора и 50 г 32%-ного раствора некоторого вещества. Концентрация полученного раствора
- 1) 24      2) 12      3) 36      4) 48
2. Для получения 9%-ного раствора соляной кислоты надо растворить 67,2 л HCl в воде массой
- 1) 1,107 кг    2) 0,505 кг    3) 0,987 кг    4) 1,227 кг
3. Уравнению  $3\text{Ag}^+ + \text{PO}_4^{3-} = \text{Ag}_3\text{PO}_4$  соответствует взаимодействие
- 1)  $\text{AgNO}_3$  с  $\text{Na}_2\text{PO}_4$     2)  $\text{Ag}_2\text{O}$  с  $\text{H}_3\text{PO}_4$   
 3)  $\text{AgNO}_3$  с  $\text{H}_3\text{PO}_4$     4)  $\text{AgCl}$  с  $\text{Na}_3\text{PO}_4$
4. Кислотность растворов солей с одинаковой молярной концентрацией увеличивается в ряду
- нитрат калия, силикат калия  
 бромид кальция, бромид алюминия  
 хлорид калия, фторид калия  
 хлорид лития, хлорид калия
5. Хлорид бария массой 41,6 г растворили в воде. В полученном растворе содержится 0,35 моль хлорид-ионов. Степень диссоциации хлорида бария
- 1) 87,5%      2) 17,5%      3) 57,1%      4) 96%
6. Если концентрация раствора гидроксида аммония равна 0,1М и  $K_d = 1,76 \cdot 10^{-5}$ , то его степень ионизации ( $\alpha_{\text{ион}}$ ) составит

- 1)  $1,3 \cdot 10^{-2}$     2)  $1,5 \cdot 10^{-2}$     3)  $1,3 \cdot 10^{-3}$     4)  $1,5 \cdot 10^{-3}$
7. Если концентрация ионов водорода  $[H^+]$  и ацетат-ионов  $[CH_3COO^-]$  в 0,1М растворе уксусной кислоты равна 0,00132 моль/л, то ее константа ионизации
- 1)  $1,74 \cdot 10^{-5}$     2)  $1,76 \cdot 10^{-4}$     3)  $1,78 \cdot 10^{-4}$     4)  $1,74 \cdot 10^{-4}$
8. Концентрацию ионов водорода в растворе при pH = 4,32 равна
- 1)  $4,78 \cdot 10^{-4}$     2)  $4,76 \cdot 10^{-5}$     3)  $4,74 \cdot 10^{-5}$     4)  $4,74 \cdot 10^{-5}$
9. Активная концентрация анионов  $a_{OH^-}$  в 0,01М раствора гидроксида калия KOH, учитывая ионную силу раствора равна
- 1)  $9 \cdot 10^{-3}$     2)  $8 \cdot 10^{-3}$     3)  $7 \cdot 10^{-3}$     4)  $6 \cdot 10^{-3}$
10. Константа гидролиза, степень гидролиза и pH 0,1М раствора соли  $HCOONH_4$  ( $K_d(\text{кис}) = 1,8 \cdot 10^{-4}$ ,  $K_d(\text{осн}) = 1,76 \cdot 10^{-5}$ )
- 1)  $3,16 \cdot 10^{-6}$ , 0,177 и 6,5    2)  $4,76 \cdot 10^{-4}$ , 0,745 и 8,3  
3)  $2,74 \cdot 10^{-5}$ , 0,587 и 8,54    4)  $5,75 \cdot 10^{-10}$ , 0,345 и 6,62

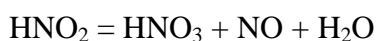
### Вариант № 2

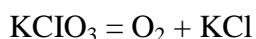
1. К 100 мл 96%-ной серной кислоты ( $\rho = 1,84 \text{ г/мл}$ ) прибавили 400мл воды, получился раствор плотностью 1,225 г/мл. Молярная концентрация раствора
- 1) 3,78 М    2) 2,21 М    3) 2,57 М    4) 4,02 М
2. Из 400 г 20%-ного раствора при охлаждении выделилось 50 г растворенного вещества. Массовая доля вещества в оставшемся растворе
- 1) 8,6 %    2) 6,3 %    3) 7,4 %    4) 9,5 %
3. Уравнению  $Fe^{3+} + 3OH^- = Fe(OH)_3$  соответствует взаимодействие
- 1)  $FeCl_3$  с KOH    2)  $Fe_2(SO_4)_3$  с  $Ba(OH)_2$   
3)  $FeSO_4$  с NaOH    4)  $Fe(OH)_3$  с HCl
4. Щелочность растворов солей с одинаковой молярной концентрацией увеличивается в ряду
- 1) карбонат натрия, иодид натрия  
2) сульфит калия, сульфид натрия  
3) нитрит натрия, нитрат натрия  
4) хлорид лития, хлорид аммония
5. Количество отрицательных ионов в 120 г 10% раствора аммония, если степень диссоциации соли равна 90%

- 1) 0,135 моль
  - 2) 2) 0,15 моль
  - 3) 3) 0,167 моль
  - 4) 4) 1,67 моль
6. Если концентрация азотистой кислоты  $\text{HNO}_2$  равна 0,12М и  $K_d = 6,9 \cdot 10^{-4}$ , то степень ее ионизации составит
- 1)  $7,6 \cdot 10^{-2}$
  - 2)  $8,6 \cdot 10^{-2}$
  - 3)  $8,6 \cdot 10^{-3}$
  - 4)  $7,6 \cdot 10^{-3}$
7. Если концентрация раствора гидроксида аммония равна 0,1М и  $K_d = 1,76 \cdot 10^{-5}$ , то его степень ионизации ( $\alpha_{\text{ион}}$ ) составит
- 1)  $1,3 \cdot 10^{-2}$
  - 2)  $1,5 \cdot 10^{-2}$
  - 3)  $1,3 \cdot 10^{-3}$
  - 4)  $1,5 \cdot 10^{-3}$
8. Концентрация ионов водорода  $[\text{H}^+]$  6%-ного раствора хлороводородной кислоты ( $\rho = 1,028$  г/мл) составляет
- 1) 1,69
  - 2) 2) 1,76
  - 3) 3) 1,78
  - 4) 4) 1,65
9. Активность хлорид-ионов в 0,1 М растворе хлорида натрия NaCl равна
- 1)  $7,58 \cdot 10^{-2}$
  - 2)  $7,62 \cdot 10^{-2}$
  - 3)  $7,68 \cdot 10^{-2}$
  - 4)  $7,54 \cdot 10^{-2}$
10. Степень гидролиза и pH соли бромид аммония  $\text{NH}_4\text{Br}$  pH 0,01н раствора ( $K_d = 1,76 \cdot 10^{-5}$ )
- 1)  $2,38 \cdot 10^{-2}$  и 5,62    2)  $4,52 \cdot 10^{-2}$  и 8,34    3)  $5,68 \cdot 10^{-2}$  и 6,32    4)  $3,54 \cdot 10^{-12}$  и 4,35

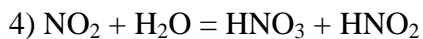
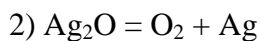
**Тема: «Окислительно-восстановительные реакции и электрохимические процессы»**  
**Вариант № 1**

1. Реакция диспропорционирования





2. Реакция внутримолекулярного окисления-восстановления



3. Определите сумму коэффициентов в уравнение реакции  $\text{CaOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaBr} \rightarrow$

1) 8

2) 7

3) 9

4) 10

4. Установить соответствие

1: продукты электролиза расплава  $\text{CuCl}_2$                     А: Си и  $\text{Cl}_2$

2: продукты электролиза раствора  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$             Б: Си и  $\text{O}_2$

3: продукты электролиза раствора  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$             В:  $\text{H}_2$  и  $\text{O}_2$

Г: Са и  $\text{O}_2$

Д:  $\text{H}_2$  и  $\text{Cl}_2$

5. В процессе электролиза раствора  $\text{NaCl}$ , при силе тока 5А за 85 мин на аноде выделяется продукт объемом \_\_\_\_\_ л (округлить до десятых)

6. Для окисления в кислой среде 0,05 л 0,2 М  $\text{NaNO}_2$  потребуется 0,25 н раствор  $\text{KMnO}_4$  объемом \_\_\_\_\_ л (округлить до сотых)

7. Исходя из реакции  $\text{SO}_2 + \text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ , где 1 л раствора содержится 10 г  $\text{HClO}_4$ , нормальность  $\text{HClO}_4$  равна \_\_\_\_\_-моль/л (округлить до десятых)

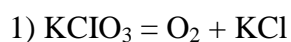
8. Значение электродного потенциала меди, погруженной в 0,0005 н раствор  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  равно \_\_\_\_\_ В (округлить до тысячных)

9. Если концентрация ионов водорода в растворе  $4,8 \cdot 10^{-3}$  моль/л, то потенциал водородного электрода равен \_\_\_\_\_ В (округлить до тысячных)

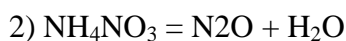
10. Если в 0,5л раствора содержится 0,0699 г  $\text{FeCl}_2$  г, то потенциал железного электрода равен \_\_\_\_\_ В (округлить до тысячных)

## Вариант № 2

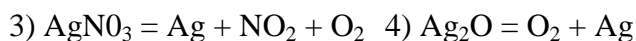
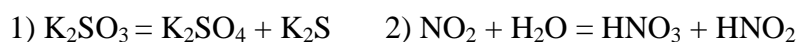
1. Реакция внутримолекулярного окисления-восстановления







2. Реакция диспропорционирования



3. Определите сумму коэффициентов в уравнение реакции



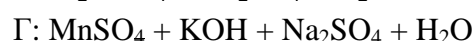
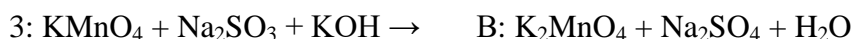
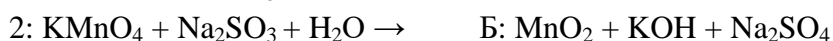
1) 17

2) 18

3) 19

4) 20

4. Установите соответствие



5. В процессе электролиза расплава  $\text{NaCl}$ , при силе тока 2А за 45 мин. на катоде выделяется продукт массой \_\_\_\_\_ г (округлить до сотых)

6. В процессе электролиза раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , при силе тока 2А за 2 ч на аноде выделяется продукт объемом \_\_\_\_\_ л (округлить до сотых)

7. Если дихромат-ион восстанавливается до хрома (III), то молярная концентрация эквивалента дихромата калия ( $\omega = 10\%$ ;  $\rho = 1,07$  г/мл) равна \_\_\_\_\_ моль/л. (округлить до сотых)

8. Для взаимодействия с 0,25 моль  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  требуется 2 н раствор  $\text{HBr}$  объемом \_\_\_\_\_ л (округлить до сотых)

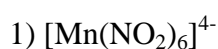
9. Если концентрация ионов водорода в растворе  $3,8 \cdot 10^{-3}$  моль/л, то потенциал водородного электрода равен \_\_\_\_\_ В (округлить до тысячных)

10. Если потенциал водородного электрода равен - 236 мВ, то активность ионов водорода в растворе равна \_\_\_\_\_ моль/л (записать в стандартном виде)

**Тема: «Строение и свойства комплексных соединений»**

**Вариант № 1**

1. Парамагнитный низкоспиновый внутриорбитальный



- 2)  $[\text{CoBr}_6]^{3-}$
- 3)  $[\text{Fe}(\text{CO})_4]^{2+}$
- 4)  $[\text{VCl}_6]^{4-}$
2. Установить соответствие между названием и формулой комплексной соли
- 1:  $\text{K}_2[\text{PtCl}_4]$
- 2:  $[\text{PtCl}_3(\text{NH}_3)_3]\text{Br}$
- 3:  $[\text{CoF}_3(\text{H}_2\text{O})_3]$
- 4:  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$
- А: тетрахлоороплатинат (II) калия  
 Б: бромид триамминтринитрохлоороплатины (IV)  
 В: триакватрифторокобальт  
 Г: гексанитрокобальтат (III) гексаамминкобальта (III)  
 Д: дихлоротетраамминникеля  
 Е: гексацианоферрат(II) калия
3. Установить соответствие между формулой соединения и координационным числом
- 1:  $[\text{FeF}_x]^{-(x-2)}$       А: 6
- 2:  $[\text{Pt}(\text{N}_2\text{H}_4)_x]^{2+}$       Б: 4
- 3:  $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_x]^{2+}$       В: 5  
    Г: 7  
    Д: 3
4. Если раствор содержит 0,05 моль/л  $\text{K}_2[\text{Ag}(\text{CN})_3]$  и 0,05 моль KCN,  $K_{\text{H}} = 1 \cdot 10^{-21}$ , то концентрация ионов серебра в моль/л \_\_\_\_\_
5. Если для комплексного иона энергия расщепления равна 167,2 кДж/моль, то он поглощает свет с длиной волны в нм \_\_\_\_\_
6. Если при действии раствора серной кислоты весь барий из раствора  $\text{Ba}(\text{CN})_2 \cdot \text{Cu}(\text{CNS})_2$  осаждается в виде сульфата бария, то координационная формула соли \_\_\_\_\_

## Вариант № 2

1. Парамагнитный высокоспиновый внутриорбитальный
- $[\text{VCl}_6]^{4-}$       2)  $[\text{Fe}(\text{CO})_4]^{2+}$
- $[\text{NiCl}_4]^{2-}$       4)  $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$
2. Установить соответствие между названием и формулой комплексной соли 1:
- $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$       А: гексацианоферрат(III) калия
- 2:  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$       Б: хлорид тетраамминникеля(II)
- 3:  $\text{K}_2[\text{SiF}_6]$       В: гексафторосиликат (IV) калия
- 4:  $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$       Г: тетракарбонилникель

Д: дихлоротетраамминникеля  
Е: гексацианоферрат(II) калия

3. Установить соответствие между формулой соединения и координационным числом

$[\text{Ni}(\text{CO})_x]^0$             А: 4  
 $[\text{Co}(\text{CN})_x]^{-(x-3)}$         Б: 6  
 $[\text{Fe}(\text{CO})_x]^0$             В: 5  
                                  Г: 7  
                                  Д: 3

4. Если раствор содержит 0,02 моль/л  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  и 1 моль  $\text{NH}_3$ ,  $K_{\text{н}} = 2,75 \cdot 10^{-7}$ , то концентрация ионов кадмия в моль/л \_\_\_\_\_

5. Если максимум поглощения видимого света для комплекса соответствует длине волны 400 нм, то энергия расщепления в кДж/моль \_\_\_\_\_

6. Если для осаждения хлора из раствора на 1 моль  $\text{PtCl}_4 \cdot 3\text{NH}_3$  ( $K_{\text{Ч}_{\text{Pt}}} = 6$ ) требуется 1 моль нитрата серебра, то координационная формула соединения \_\_\_\_\_

***Критерии оценки ответа студента при выполнении тестовых заданий***

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно освоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного характера, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при обосновании ответа.

неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, имеет затруднения при ответе на вопросы и обосновании ответов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
---------------------	--

### *Перечень вопросов к экзамену*

1. Основные положения АМУ. Атом. Молекула. Химический элемент. Простые и сложные вещества. Относительная атомная масса, относительная молекулярная масса. Моль. Число Авогадро. Молярная масса.
2. Основные стехиометрические законы.
3. Основные типы химических реакций.
4. Классы неорганических веществ: оксиды, кислоты, основания, соли. Их физические и химические свойства, способы получения.
5. Строение атома. Модель Резерфорда, его недостатки. Теория Бора. Квантовая теория строения атома.
6. Квантовые числа. Принцип Паули. Правило Гунда. Принцип наименьшей энергии. Правила Клечковского.
7. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Принцип построения. Группы и периоды. Закономерности изменения свойств атомов, простых веществ и соединений, образованных химическими элементами, в пределах главных подгрупп и периодов системы Д.И. Менделеева. Периодичность свойств атомов.
8. Химическая связь. Изображение химической связи. Ковалентная (полярная, неполярная). Механизмы образования ковалентной связи. Свойства ковалентной связи. Гибридизация орбиталей. Диполь, длина диполя, дипольный момент.
9. Метод валентных связей. Основные положения метода ВС.
10. Метод молекулярных орбиталей. Магнитные свойства веществ. Линейная комбинация атомных орбиталей (ЛКАО). Связывающие и разрыхляющие МО
11. Ионная связь.
12. Водородная связь. Межмолекулярная и внутримолекулярная водородные связи. Межмолекулярное взаимодействие: 1) электростатическое – ориентационное (диполь-дипольное), индукционное и дисперсионное; 2) донорно-акцепторное. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Значение водородных связей.
13. Металлическая связь. Сходство и различие с ковалентной связью. Ненасыщенность и ненаправленность металлической связи.
14. Химическая кинетика. Скорость химических реакций. Система. Гомогенные и гетерогенные системы. Фаза. Скорость гомогенной и гетерогенной реакций.
15. Факторы, влияющие на скорость химических реакций. Зависимость от концентрации. Основной закон химической кинетики.
16. Влияние на скорость химических реакций температуры. Правило Вант-Гоффа. Активные молекулы. Энергия активации. Зависимость энергии активации от природы реагирующих веществ. Энергетический барьер, переходное состояние. Уравнение Аррениуса, как более точно описывающее зависимость скорости химической реакции от температуры.
17. Зависимость скорости химических реакций от природы реагирующего вещества.

18. Понятие о катализе и катализаторах. Каталитические реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Механизм действия катализаторов. Активные центры катализаторов. Каталитические яды. Промоторы. Избирательность катализаторов.
19. Термодинамика. Термодинамическая система. Фаза. Гетерогенная и гомогенная системы. Компоненты системы. Функции и параметры состояния. Внутренняя энергия.
20. Первое начало (закон) термодинамики. Энтальпия. Стандартное состояние вещества. Стандартная энтальпия реакции.
21. Термохимия. Термохимическое уравнение. Закон Лавуазье-Лапласа. Основной закон термохимии - закон Гесса. Круговые процессы (циклы).
22. Энтропия как функция состояния системы. Термодинамическая вероятность состояния системы  $W$ . Стандартная энтропия. Второе начало (закон) термодинамики.
23. Постулат Планка (третье начало термодинамики). Изменение энтропии вещества с увеличением температуры.
24. Энергия Гиббса. Связанная энергия. Направленность химического процесса.
25. Обратимые и необратимые реакции. Химическое равновесие. Принцип Ле Шателье. Смещение химического равновесия.
26. Растворы. Классификация растворов по агрегатному состоянию. Насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные растворы.
27. Концентрация растворов. Концентрированные и разбавленные растворы. Способы выражения концентрации растворов.
28. Электролиты и неэлектролиты. Сильные, слабые и средней силы электролиты.
29. Электролитическая диссоциация. Основные положения теории электролитической диссоциации. Механизм диссоциации. Кислоты, основания и соли с точки зрения ТЭД. Степень диссоциации. Константа диссоциации. Закон разбавления Оствальда.
30. Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный и гидроксильный показатели. pH растворов солей.
31. Произведение растворимости. Реакции ионного обмена.
32. Гидролиз солей. Типы гидролиза. Реакция среды. Степень и константа гидролиза.
33. Идеальные растворы. Коллигативные свойства растворов. Осмос. Осмотическое давление. Закон Рауля. Следствия из закона Рауля.
34. Окислительно-восстановительные реакции. Теория ОВР. Классификация ОВР. Окислители и восстановители. Методы составления уравнений ОВР.
35. Электролиз. Электролиз расплавов, водных растворов. Понятие о ГЭ. Составление ГЭ. ЭДС элемента. Стандартная ЭДС элемента.
36. Электродные потенциалы. Стандартные электродные потенциалы. Зависимость электродного потенциала от концентраций веществ и температуры ( уравнение Нернста). Электрохимический ряд напряжений металлов.
37. Количественная характеристика процессов электролиза (закон Фарадея).
38. Дисперсные системы. Дисперсная фаза и дисперсионная среда. Суспензии и эмульсии. Коллоидные растворы. Эффект Тиндаля. Коагуляция. Значение коллоидных растворов.
39. Комплексные соединения. Координационная теория Вернера. Основные типы к.с. Номенклатура к. с. Практическое применение к. с.

*Примеры экзаменационных билетов*

**ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Экзаменационный билет № 1**

По курсу «Теоретические основы неорганической химии»

**для студентов 5 курса специальности «Химия» (спец.)**

**Вопросы.** 1. Основные положения АМУ. Современные определения понятий атом и молекула. Простые и сложные вещества. Относительная атомная масса, относительная молекулярная масса. Моль. Число Авогадро. Молярная масса.

2. Энтропия как функция состояния системы. Термодинамическая вероятность состояния системы  $W$ . Стандартная энтропия. Второе начало (закон) термодинамики.

3. Основные типы химических реакций. Привести примеры каждой из них.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой, профессор

З.Х. Султыгова

**ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Экзаменационный билет № 2**

По курсу «Теоретические основы неорганической химии»

**для студентов 5 курса специальности «Химия» (спец.)**

**Вопросы.** 1. Основные стехиометрические законы. Типы химических реакций.

2. Постулат Планка (третье начало термодинамики). Изменение энтропии вещества с увеличением температуры. Энергия Гиббса. Связанная энергия. Направленность химического процесса. \_\_\_\_\_

3. Напишите уравнения электролитической диссоциации следующих веществ: а) сульфата калия; б) ортофосфорной кислоты; в) хлорида железа (III); г) нитрата бария; д) гидроксида натрия.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой, профессор

З.Х. Султыгова

***Критерии оценки ответа на экзамене***

4-балльная шкала (уровень освоения)	Показатели	Критерии
Отлично (повышенный уровень)	1. Полнота изложения теоретического материала; 2. Полнота и правильность	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает

	<p>решения практического задания;</p> <p>3. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий);</p> <p>4. Самостоятельность ответа;</p> <p>5. Культура речи;</p> <p>6. и т.д.</p>	<p>дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.</p>
<p>Хорошо (базовый уровень)</p>		<p>Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.</p>
<p>Удовлетворительно (пороговый уровень)</p>		<p>Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.</p>
<p>Неудовлетворительно (уровень не сформирован)</p>		<p>Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при</p>

		дополнительных наводящих вопросах преподавателя.
--	--	--

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Учебная литература:

#### а) основная:

1. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/Н. С. Ахметов. – М.: Высш. шк., 2012. – 743 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия. – М.:Интеграл-Пресс, 2010. – 727 с.
- 3.Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – Л.:Химия, 2011.
4. Некрасов Б.В. Общая и неорганическая химия. – М.:Химия, 1973.
5. Неорганическая химия: В 3 т./Под ред. Ю. Д. Третьякова . - М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 240 с.
- 6.Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. – М.:ВШ, 2000. – 527 с.

#### б) дополнительная:

1. Степин Б. Д. Неорганическая химия: учебник для химических и химико-технологических специальностей высш. учеб. заведений/Б. Д. Степин, А. А.Цветков. – М.: Высшая школа, 2008. – 256 с.
2. Суворов А. В. Общая химия: учебное пособие для высш. учеб. заведений/А. В. Суворов, А. Б. Никольский. – СПб.: химия, 1995. – 624 с.
3. Лидин Р. А. Реакции неорганических веществ: справочник/Р. А. Лидин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2009. – 638 с.
4. Рабинович В. А. Краткий химический справочник/В. А. Рабинович, З. Я. Хавина. – СПб.:Химия, 1994. – 432 с.
5. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии/Ю. Ю. Лурье. – М.: Химия, 1967. – 390 с.
6. Задачи и упражнения по общей химии: учебное пособие./Под ред. Н. В. Коровина. – М.: Высшая школа, 2003. – 255 с.
7. Гольбрайх Р. А. Сборник задач и упражнений по химии: Учебное пособие для хим.-технол. спец. высш. учеб. заведений/Р. А. Гольбрайх, Е. И. Маслов. – М.: Высшая школа, 1997. – 384 с.



## 9.2. Интернет-ресурсы

1. [http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1\\_2\\_1.html](http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1_2_1.html)
2. <http://alhimic.ucoz.ru/load/26>
3. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org.html>
4. <http://www.xumuk.ru>
5. <http://chemistry.narod.ru>
6. <http://www.media.ssu.samara.ru/lectures/deryabina/index/html>
7. ChemSoft 2004

## 9.3. Программное обеспечение

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнгГУ
  - 1.1. Microsoft Windows 7
  - 1.2. Microsoft Office 2007
  - 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
  - 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32
  - 1.5. Справочно-правовая система “Консультант”
  - 1.6. Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

*Таблица 9.1.*

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a> –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a> -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	<a href="http://polpred.com/news">http://polpred.com/news</a>

Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> -
Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a> –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm</a>
Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информιο»	<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

- 1) Лекции: презентации.
- 2) Контрольные тесты.
- 3) Список вопросов для проведения коллоквиумов.
- 4) Таблицы.
- 5) Варианты заданий для контрольных работ.
- 6) Варианты заданий для самостоятельных работ.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Теоретические основы неорганической химии» направлена на формирование компетенций: УК-1, ОПК-6, ПК-7.

Промежуточная аттестация предполагает экзамен.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (РПД).

Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний.

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД литературные источники и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
- при подготовке к промежуточной аттестации по модулю использовать материалы фонда оценочных средств.

Лабораторные занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой.

При подготовке к лабораторному занятию необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;
- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.

### **Рекомендации по работе с научной и учебной литературой**

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к модульным контрольным работам, опросу, зачету. Она включает проработку лекционного материала – изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект должен быть выполнен в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны быть выполнены также аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим обучающимся.

В процессе работы с учебной и научной литературой обучающийся может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы неорганической химии» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01.«Химия», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 июля 2017 г. № 671

Программу составила:

к.п.н., профессор кафедры химии А.М.Саламов  
(должность, Ф.И.О.)

Программа одобрена на заседании кафедры «Химия»  
Протокол № 9 от «20» июня 2022 года

Программа одобрена Учебно-методическим советом химико-биологического факультета/института  
Протокол № 10 от «21» июня 2022 года

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета  
Протокол №10 от «29» июня 2022г.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой