

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»  
в городе Борисоглебске

Согласовано:  
Зам. директора по УР  
 /В.Н. Перегудова/  
« 01 » сентября 2017 года

Утверждаю:  
Директор филиала  
 Л.В. Болотских /  
« 01 » сентября 2017 года



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
**Б1.Б.12 «ХИМИЯ»**

**Направление подготовки** 08.03.01 «Строительство»

**Профиль** «Теплогазоснабжение и вентиляция»

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Программа подготовки** академический бакалавриат

**Нормативный срок обучения** 4 года /5 лет

**Форма обучения** очная/заочная

**Автор программы** О.Б. Кукина к.т.н., доцент кафедры ЕНД

Программа обсуждена на заседании кафедры ЕНД

Протокол №10 от 23 июня 2017 года

Зав. кафедрой  /Матвеева Л.И./

Борисоглебск 2017

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой  /Чудинов Д.М./  
(подпись) (Ф.И.О.)  
Протокол заседания кафедры №1 от 01 сентября 2017 года

Председатель учебно-методической комиссии филиала  /Матвеева Л.И./  
(подпись) (Ф.И.О.)  
Протокол заседания учебно-методической комиссии филиала  
№1 от 01 сентября 2017 года

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Цели дисциплины

Сформировать у студента полную систему представлений об общих качественных и количественных закономерностях протекания химических процессов и явлений в различных физико-химических системах, опираясь при этом на фундаментальные положения физики и химии.

## 1.2 Задачи освоения дисциплины

Заложить основы для понимания химических процессов превращения веществ, которые будут способствовать принятию грамотных, научно обоснованных профессиональных решений в области строительной технологии, а также способствовать внедрению достижений химии при решении этих проблем.

Привить навыки осмысленного решения конкретных химических задач, научить находить оптимальные решения профессиональных задач, в том числе с использованием законов химии, химических процессов и веществ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Химия» в структуре ООП относится к базовой части и является обязательной к изучению.

Требования к «входным» знаниям и умениям студента, необходимым для изучения дисциплины «Химия»:

- владение знаниями по химии в объеме школьной программы (владение основными понятиями и законами химии, умение составлять уравнения химических реакций);

- умение использовать теоретические знания для решения задач по химии.

Полученные в курсе химии знания необходимы при изучении следующих дисциплин цикла:

- «Строительные материалы»,

- дисциплины профильной направленности.

Изучение дисциплины «Химия» требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам «Математика», «Физика».

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Химия» направлен на формирование следующих компетенций:

- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1);

- способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);

- владение методами и средствами физического и математического (компьютерного) моделирования в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированных проектирования, стандартных пакетов автоматизации исследований, владение методами испытаний строительных конструкций и изделий, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам (ПК-14).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- основы химии и химические процессы современной технологии производства строительных материалов и конструкций, свойства химических элементов и их соединений, составляющих основу строительных материалов;

**уметь:**

- применять полученные знания по химии при изучении других дисциплин;

**владеть:**

- современной научной аппаратурой, навыками ведения химического эксперимента.

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

Общая трудоемкость дисциплины «Химия» составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Сместр/сессия
		1/2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>72 /16</b>	<b>72/16</b>
В том числе:		
Лекции	36/8	36/8
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	36/8	36/8
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>72/155</b>	<b>72/155</b>
В том числе:		
Курсовой проект	-	-
Контрольная работа	-	-
<b>Контроль</b>	<b>36/9</b>	<b>36/9</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	экз./экз.	экз./экз.
Общая трудоемкость зач. ед.	час <b>180/180</b>	<b>180/180</b>
	5/5	5/5

### СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Строение вещества и реакционная способность веществ	<p>Квантово-механические представления о строении атома. Двойственная природа электрона. Атомная орбиталь. Квантовые числа. Принцип минимальной энергии. Правило Клечковского. Принцип запрета Паули. Правило Гунда. Электронные конфигурации атомов и ионов.</p> <p>Периодический закон и периодическая система элементов. Периодические свойства элементов. Радиусы атомов. Энергия ионизации. Средство к электрону. Электроотрицательность. Периодическое изменение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств веществ.</p> <p>Химическая связь. Ковалентная связь. Метод валентных связей. Обменный и донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи. Гибридизация атомных электронных орбиталей, геометрическая структура молекул. Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь.</p> <p>Свойства и реакционная способность веществ, составляющих основу строительных материалов.</p>

2	Основы химической термодинамики и кинетики	<p>Химическая термодинамика. Основные понятия химической термодинамики. Параметры состояния. Термодинамические функции: внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, изобарно-изотермический потенциал. Первое и второе начала термодинамики.</p> <p>Энергетика химических процессов. Закон Гесса и следствия из него. Энтальпии образования. Термохимические уравнения. Условия самопроизвольного протекания процессов в изолированных и неизолированных системах.</p> <p>Химическая кинетика. Скорость химических реакций. Понятие об активных молекулах, энергии активации, активированном комплексе. Уравнение Аррениуса. Зависимость скорости реакции от концентрации и температуры. Закон действующих масс. Кинетические уравнения для гомогенных и гетерогенных процессов. Правило Вант-Гоффа. Методы регулирования скорости реакций. Катализ. Катализаторы и каталитические системы. Теории катализа. Колебательные реакции.</p> <p>Химическое равновесие. Термодинамическое и кинетическое условия состояния равновесия. Константа равновесия. Влияние изменения внешних условий на положение химического равновесия. Принцип Ле Шателье. Фазовое равновесие.</p> <p>Закономерности химических процессов современных технологий производства строительных материалов.</p>
3	Растворы. Дисперсные системы	<p>Общие представления о растворах. Гидратная теория растворов Д.И. Менделеева. Способы выражения концентрации растворов: массовая, молярная доля, молярная, мольная концентрация, молярная концентрация эквивалентов. Выражение закона эквивалентов для растворов.</p> <p>Общие свойства растворов: давление пара растворов, кипение и кристаллизация растворов. Закон Рауля. Криоскопия, эбуллиоскопия. Осмос, осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.</p> <p>Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Степень и константа диссоциации. Реакции в растворах электролитов. Ионные равновесия и их смещение.</p> <p>Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Методы определения pH. pH-индикаторы. Гидролиз солей. Соли, гидролизующиеся по аниону, по катиону, негидролизующиеся соли. Изменение pH среды при гидролизе. Буферные системы.</p> <p>Дисперсные системы, их классификация, методы получения. Термодинамическая неустойчивость гетерогенных дисперсных систем. Поверхностные явления и адсорбция. Коллоидные растворы. Кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидных систем. Коагуляция. Седиментация.</p> <p>Строительные материалы как искусственные дисперсные системы.</p>
4	Электрохимические процессы	<p>Электрохимические системы. Электродный потенциал, механизм его возникновения. Уравнение Нернста. Электрохимический ряд напряжений металлов. Типы электродов.</p> <p>Гальванические элементы. Измерение электродвижущей силы. Поляризация и перенапряжение. Химические источники тока: первичные гальванические элементы, аккумуляторы, топливные элементы.</p>

		Коррозия металлов. Виды коррозии. Механизм электрохимической коррозии. Защита металлов от коррозии. Электролиз. Процессы, протекающие при электролизе водных растворов электролитов. Законы Фарадея.
5	Полимеры и олигомеры	Элементы органической химии. Понятие о полимерах и олигомерах. Органические и неорганические полимеры. Методы синтеза полимеров: полимеризация, поликонденсация. Химическое строение и свойства полимеров. Деструкция полимеров. Биополимеры: полисахариды, полиизопрены, белки. Строительные материалы на основе высокомолекулярных соединений. Применение полимеров при изготовлении бетонов.
6	Химическая идентификация	Химическая идентификация веществ. Аналитический сигнал. Основы качественного и количественного анализа. Качественные реакции на ионы. Химические, физико-химические и физические методы анализа и их использование в современных строительных технологиях.

### 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Строительные материалы	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Дисциплины профильной направленности	+	+	+	+	+	+	+	+

### 5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Контроль	Всего час.
1.	Строение вещества и реакционная способность веществ	4	-	4	12	6	26
2.	Химическая термодинамика и кинетика	8	-	8	12	6	34
3.	Растворы. Дисперсные системы	10	-	10	12	6	38
4.	Электрохимические процессы	8	-	6	12	6	32
5.	Полимеры и олигомеры	4	-	4	12	6	26
6.	Химическая идентификация веществ	2	-	4	12	6	24
<b>Всего</b>		<b>36</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

### 5.4. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1.	1	Основные классы неорганических соединений	4 /0,5
2.	2	Определение тепловых эффектов химических реакций	4/0,5
3.	2	Скорость химических реакций и химическое равновесие	4/1
4.	3	Общие свойства растворов и равновесия в водных растворах электролитов	4/1
5.	3	Гетерогенные дисперсные системы	4/1
6.	4	Окислительно-восстановительные реакции	4 /1
7.	4	Электрохимические процессы	4/1
8.	5	Свойства органических веществ и высокомолекулярных соединений (полимеров)	4 /1
9.	6	Качественный и количественный химический анализ	4/1

## 5.4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Учебным планом не предусмотрены

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Учебным планом не предусмотрено

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Компетенция (профессиональная - ПК)	Форма контроля	Семестр/сес-сия
1	(ОПК-1) способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен	1/2
2	(ОПК-2) способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат.	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен	1/2
3	(ПК-14) владение методами и средствами физического и математического (компьютерного) моделирования в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования, стандартных пакетов автоматизации исследований, владение методами испытаний строительных конструкций и изделий, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам.	Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен	1/2

### 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма оценивания		
		ЛР	Т	Экзамен
Знает	основы химии и химические процессы современной технологии производства строительных материалов и конструкций, свойства химических элементов и их соединений, составляющих основу строительных материалов (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)	+	+	+
Умеет	применять полученные знания по химии при изучении других дисциплин (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)	+	+	+
Владеет	современной научной аппаратурой, навыками ведения физического эксперимента (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)	+	+	+

### 7.2.1. Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля и межсессионной аттестации оцениваются по шкале:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован»

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	основы химии и химические процессы современной технологии производства строительных материалов и конструкций, свойства химических элементов и их соединений, составляющих основу строительных материалов (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)	отлично	Полное посещение лекционных занятий, лабораторных работ. Прохождение тестирования на оценку «отлично».
Умеет	применять полученные знания по химии при изучении других дисциплин (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		
Владеет	современной научной аппаратурой, навыками ведения физического эксперимента (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		
Знает	основы химии и химические процессы современной технологии производства строительных материалов и конструкций, свойства химических элементов и их соединений, составляющих основу строительных материалов (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)	хорошо	Полное посещение лекционных занятий, лабораторных работ. Прохождение тестирования на оценку «хорошо».
Умеет	применять полученные знания по химии при изучении других дисциплин (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		
Владеет	современной научной аппаратурой, навыками ведения физического эксперимента (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		
Знает	основы химии и химические процессы современной технологии производства строительных материалов и конструкций, свойства химических элементов и их соединений, составляющих основу строительных материалов (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)	удовлетворительно	Полное посещение лекционных занятий, лабораторных работ. Прохождение тестирования на оценку «удовлетворительно».
Умеет	применять полученные знания по химии при изучении других дисциплин (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		
Владеет	современной научной аппаратурой, навыками ведения физического эксперимента (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		
Знает	основы химии и химические процессы современной технологии производства строительных материалов и конструкций, свойства химических элементов и их соединений, составляющих основу строительных мате-	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных занятий, лабораторных работ. Про-

	риалов (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		хождение тестирования на оценку «неудовлетворительно».
Умеет	применять полученные знания по химии при изучении других дисциплин (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		
Владеет	современной научной аппаратурой, навыками ведения физического эксперимента (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		
Знает	основы химии и химические процессы современной технологии производства строительных материалов и конструкций, свойства химических элементов и их соединений, составляющих основу строительных материалов (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)	не аттестован	Непосещение лекционных занятий, и лабораторных работ, тестирования
Умеет	применять полученные знания по химии при изучении других дисциплин (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		
Владеет	современной научной аппаратурой, навыками ведения физического эксперимента (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		

### 7.2.2. Этап промежуточной аттестации

По окончании изучения дисциплины результаты промежуточной аттестации (экзамен) оцениваются по шкале:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	основы химии и химические процессы современной технологии производства строительных материалов и конструкций, свойства химических элементов и их соединений, составляющих основу строительных материалов (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)	отлично	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены.
Умеет	применять полученные знания по химии при изучении других дисциплин (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		
Владеет	современной научной аппаратурой, навыками ведения физического эксперимента (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		
Знает	основы химии и химические процессы современной технологии производства строительных материалов и конструкций, свойства химических элементов и их соединений, составляющих основу строительных материалов (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)	хорошо	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены.
Умеет	применять полученные знания по химии при изучении других дисциплин (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		
Владеет	современной научной аппаратурой, навыками		

	ми ведения физического эксперимента (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		
Знает	основы химии и химические процессы современной технологии производства строительных материалов и конструкций, свойства химических элементов и их соединений, составляющих основу строительных материалов (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)	удовлетворительно	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнено.
Умеет	применять полученные знания по химии при изучении других дисциплин (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		
Владеет	современной научной аппаратурой, навыками ведения физического эксперимента (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		
Знает	основы химии и химические процессы современной технологии производства строительных материалов и конструкций, свойства химических элементов и их соединений, составляющих основу строительных материалов (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)	неудовлетворительно	<p>1. Студент демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.</p> <p>2. Студент демонстрирует непонимание заданий.</p> <p>3. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание.</p>
Умеет	применять полученные знания по химии при изучении других дисциплин (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		
Владеет	современной научной аппаратурой, навыками ведения физического эксперимента (ОПК-1, ОПК-2, ПК-14)		

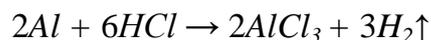
### 7.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 7.3.1 Примерная тематика и содержание КР (контрольных работ)

№ п/п	Темы заданий
1	Основные стехиометрические законы и расчёты по уравнениям реакций
	Классы неорганических соединений
	Энергетика и направленность химических процессов
	Химическая кинетика и равновесие
	Строение атома. Химическая связь
2	Растворы электролитов
	Дисперсные системы в технологии строительства
	Неорганические вяжущие вещества
	Электродные потенциалы и гальванические элементы
	Коррозия и защита металлических конструкций

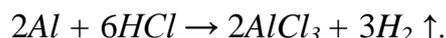
## Тема 1. Основные стехиометрические законы и расчеты по уравнениям реакций

**Задача.** Взаимодействие алюминия с раствором соляной кислоты протекает по следующей реакции:



В реакции участвуют 2,7 кг алюминия. Рассчитайте объем водорода, выделившегося в ходе реакции, протекающей при нормальных условиях, а так же при температуре 28 °С и давлении 102 кПа; абсолютную плотность водорода и плотность водорода по воздуху; массу образовавшегося хлорида алюминия и массовую долю алюминия в нем.

**Решение.** Реакция протекает по уравнению



В виде таблицы представим молярные массы, количество моль и соответствующие им массы участвующих в реакции веществ.

	Al	AlCl <sub>3</sub>	H <sub>2</sub>
M, г/моль	27	27 + 3 · 35,5 = 133,5	2
ν, моль	2	2	3
m = M · ν, г	54	267	6

Чтобы найти объем водорода, выделившегося в реакции при нормальных условиях, составим пропорцию:

54 г Al выделяют из кислоты (22,4 · 3) л водорода (по уравнению реакции)  
2700 г Al выделяют из кислоты V<sub>x</sub> л водорода (по условию задачи);

$$V_x = \frac{2700 \cdot 22,4 \cdot 3}{54} = 3360 \text{ л.}$$

Для условий, отличных от нормальных, объем газа рассчитаем по уравнению (1.4):

$$V_x = \frac{\nu \cdot R \cdot T}{p} = \frac{3360 \cdot 8,31 \cdot (273 + 28)}{22,4 \cdot 102} = 3678,4 \text{ л,}$$

или по формуле (1.3):

$$V_x = \frac{p_0 \cdot V_0 \cdot T}{p} = \frac{101 \cdot 3360 \cdot (273 + 28)}{273 \cdot 102} = 3678,4 \text{ л.}$$

Абсолютную плотность водорода рассчитаем по формуле (1.6):

$$\rho_{H_2} = \frac{M_{(H_2)}}{V_M} = \frac{2}{22,4} = 0,09 \text{ г/л.}$$

Относительную плотность водорода по воздуху рассчитаем по формуле (1.8):

$$D_{(H_2)}^{возд} = \frac{M_{(H_2)}}{M_{(возд)}} = \frac{2}{29} = 0,07.$$

Массу образовавшегося в реакции хлорида железа рассчитаем по уравнению реакции, составив пропорцию:

2700 г Al образуют m AlCl<sub>3</sub>

54 г Al образуют 267 г AlCl<sub>3</sub>;

$$m_{AlCl_3} = \frac{2700 \cdot 267}{54} = 13350 \text{ г.}$$

Массовую долю железа в  $AlCl_3$  рассчитаем, исходя соответственно из атомных и молярных масс атомов и молекул:

133,5 г  $AlCl_3$  составляют 100 %

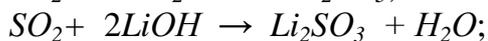
27 г  $Al$  составляют  $x\%$ ;

$$x = \frac{27 \cdot 100}{133,5} = 20,22 \%$$

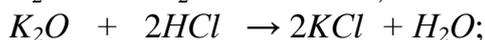
## Тема 2. Классы неорганических соединений

**Задача 1.** Какие из перечисленных ниже веществ являются оксидами:  $H_2CO_3, BeO, K_2O, SO_2, Mg(NO_3)_2$ ? Укажите их свойства (основные, кислотные, амфотерные). Напишите уравнения реакций, доказывающих характер оксидов.

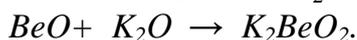
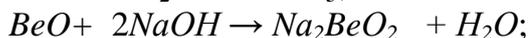
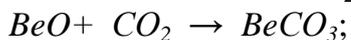
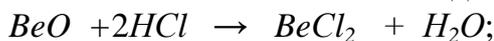
**Решение.** В нашем примере кислотным оксидом является оксид  $SO_2$ . При взаимодействии с водой он образует сернистую кислоту  $H_2SO_3$ , со основаниями и основными оксидами – ее соли:



Оксид  $K_2O$  проявляет основные свойства, растворяется в воде с образованием основания. Взаимодействует с кислотами и кислотными оксидами с образованием солей в соответствии со следующими реакциями:

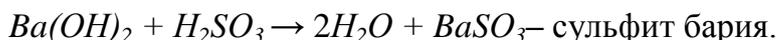


$BeO$  – амфотерный оксид, нерастворимый в воде. Ему соответствует гидроксид, проявляющий кислотные свойства ( $H_2BeO_2$  – кислота) и основные свойства ( $Be(OH)_2$  – основание). Амфотерные оксиды взаимодействуют с кислотами и щелочами, а также с кислотными и основными оксидами с образованием солей:



**Задача 2.** Составьте уравнения реакций получения всех возможных солей при взаимодействии гидроксида бария и сернистой кислоты. Назовите полученные соли.

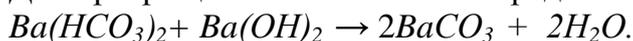
**Решение.**



При недостаточном для образования средней соли количестве основания получается кислая соль:



Для превращения кислой соли в среднюю необходимо добавить основание:



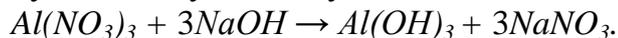
При недостаточном для образования средней соли количестве кислоты получается основная соль:



Необходимо помнить, что правильность составления химической формулы проверяется по равенству валентности (степени окисления) основного и кислотного остатков. Валентность основного остатка определяется числом замещенных гидроксогрупп в молекуле основания на кислотный остаток; валентность (степень окисления) кислотного остатка – числом замещенных атомов водорода в молекуле кислоты на основной остаток.

**Задача 3.** Приведите уравнение реакции получения гидроксида алюминия. Определите его свойства (природу). Напишите уравнения реакций, доказывающие их.

**Решение.** Гидроксид алюминия нельзя получить непосредственным взаимодействием оксида алюминия с водой, т.к. оксид не растворим в воде, поэтому его можно получить следующим путем:

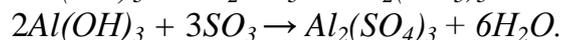
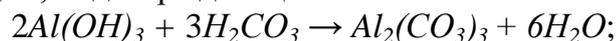


Гидроксид алюминия обладает амфотерными свойствами, т.е. двойственной природой, следовательно, может взаимодействовать как с кислотными, так и с основными оксидами, гидроксидами.

Реакции, подтверждающие кислотные свойства гидроксида:



Реакции, подтверждающие основные свойства гидроксида:



### Тема 3. Энергетика и направленность химических процессов

**Задание 1.** Рассчитайте тепловой эффект химической реакции, протекающей в стандартных изобарно-изотермических условиях, по уравнению:



$$\Delta_f H^0 CH_4 = -74,8 \text{ кДж/моль}; \quad \Delta_f H^0 CO_2 = -394,0 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta_f H^0 CO = -110,5 \text{ кДж/моль}; \quad \Delta_f H^0 H_2 = 0 \text{ кДж/моль}.$$

Укажите, какая это реакция экзо- или эндотермическая. Какое количество теплоты будет затрачено на получение 30 кг водорода?

**Решение.** Тепловой эффект химической реакции  $\Delta H^0$ , протекающей в стандартных изобарно-изотермических условиях, рассчитаем, пользуясь следствием закона Гесса (3.1):

$$\Delta H^0 = \sum \nu \cdot \Delta_f H^0_{\text{прод.reak}} - \sum \nu \cdot \Delta_f H^0_{\text{исх.в-в}}$$

$$\Delta H^0 = (2 \cdot \Delta_f H^0 CO_{(g)} + 2 \cdot \Delta_f H^0 H_{2(g)}) - (\Delta_f H^0 CH_{4(g)} + \Delta_f H^0 CO_{2(g)}).$$

$$\Delta H^0 = 2 \cdot (-110,5) + 2 \cdot 0 - (-74,8 - 394,0) = 247,8 \text{ кДж}.$$

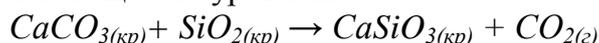
Так как  $\Delta H^0 > 0$ , то процесс *эндотермический*.

Из уравнения реакции следует, что для получения 2 молей ( $\nu_1$ ) или 4 г ( $m = \nu \cdot M$ ) водородатребуется затратить 247,8 кДж теплоты. Если в результате процесса образуется иное количество вещества ( $\nu_2$ ), то теплоту рассчитываем по формуле  $\Delta H = \nu \cdot \Delta H^0 / \nu_1$

$$\nu_2 = m/M, \quad \nu_2 = 30 \cdot 10^3 / 2 = 15 \cdot 10^3 \text{ молей},$$

$$\Delta H = 15 \cdot 10^3 \cdot 247,8 / 2 = 1,8585 \cdot 10^6 \text{ кДж}.$$

**Задача 2.** Возможно ли самопроизвольное взаимодействие карбоната кальция и оксида кремния, протекающее по уравнению



в стандартных изобарно-изотермических условиях?

**Решение.** Критерием самопроизвольного протекания процесса в закрытой системе в изобарно-изотермических условиях является убыль энергии Гиббса. Рассчитаем изменение энергии Гиббса  $\Delta G^0$  в ходе данной реакции, воспользовавшись уравнением  $\Delta G^0 = \Delta H - T \cdot \Delta S^0$ . Величину изменения энтальпии реакции рассчитаем по уравнению:

$$\Delta H^0 = (\Delta_f H^0 CO_{2(g)} + \Delta_f H^0 CaSiO_{3(кр)}) - (\Delta_f H^0 SiO_{2(кр)} + \Delta_f H^0 CaCO_{3(кр)}).$$

Энтальпии образования всех участников реакции берем из таблицы стандартных физико-химических величин.

$$\Delta_f H^0 CO_{2(g)} = -393,5 \text{ кДж/моль}; \Delta_f H^0 CaCO_{3(кр)} = -1206,0 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta_f H^0 SiO_{2(кр)} = -859,3 \text{ кДж/моль}; \Delta_f H^0 CaSiO_{3(кр)} = -1584,1 \text{ кДж/моль}.$$

Подставив значения в уравнение, получим

$$\Delta H^0 = -363,5 - 1584,1 - (-859,3 - 1206,0) = 87,7 \text{ кДж}.$$

Вычислим изменение энтропии  $\Delta S^0$  для реакции, протекающей в стандартных условиях, используя табличные данные (табл.3.1).

$$S^0 CaCO_{3(кр)} = 92,9 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}; S^0 SiO_{2(кр)} = 42,1 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К};$$

$$S^0 CO_{2(g)} = 231,5 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}; S^0 CaSiO_{3(кр)} = 82,0 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}.$$

$$\Delta S^0 = \sum \nu \cdot S^0_{\text{прод}} - \sum \nu \cdot S^0_{\text{исх. в-в}},$$

$$\Delta S^0 = S^0 CO_{2(g)} + S^0 CaSiO_{3(кр)} - S^0 SiO_{2(кр)} - S^0 CaCO_{3(кр)},$$

$$\Delta S^0 = 82,0 + 231,6 - 92,9 - 42,1 = 178,6 \text{ Дж/К или } \Delta S^0 = 0,179 \text{ кДж/К}.$$

Рассчитаем  $\Delta G^0$ , воспользовавшись найденными значениями  $\Delta H^0$  и  $\Delta S^0$ :

$$\Delta G^0 = 87,7 - 298 \cdot 0,179 = +34,36 \text{ кДж}.$$

Поскольку  $\Delta G^0 > 0$ , то данный процесс в стандартных условиях самопроизвольно протекать не может.

#### Тема 4. Химическая кинетика и равновесие

**Задача 1.** Рассчитайте, во сколько раз изменится скорость реакции образования оксида серы (VI), протекающей по уравнению



а) при увеличении концентрации оксида серы (IV) в 2 раза;

б) при увеличении внешнего давления в 3 раза.

**Решение.** Кинетическое уравнение реакции, согласно закону действующих масс, имеет вид:

$$v = k \cdot c_{SO_2}^2 \cdot c_{O_2},$$

а) запишем кинетическое уравнение при концентрации  $SO_2$  в два раза больше исходной:

$$v' = k \cdot (2c_{SO_2})^2 \cdot c_{O_2} = 4 \cdot k \cdot (c_{SO_2})^2 \cdot c_{O_2}.$$

Затем находим отношение скоростей процесса:

$$\frac{v'}{v} = \frac{4 \cdot k \cdot (c_{SO_2})^2 \cdot c_{O_2}}{k \cdot (c_{SO_2})^2 \cdot c_{O_2}} = 4.$$

Таким образом, при увеличении концентрации  $SO_2$  в 2 раза скорость реакции возросла в 4 раза;

б) в данной реакции все вещества находятся в газообразном состоянии, поэтому при увеличении давления над системой в 3 раза объем уменьшится в три раза, а концентрация каждого из реагирующих веществ, следовательно, увеличится в 3 раза. Тогда кинетическое уравнение запишем:

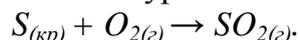
$$v' = k \cdot (3c_{SO_2})^2 \cdot 3c_{O_2} = 27 \cdot k \cdot (c_{SO_2})^2 \cdot c_{O_2}.$$

Следовательно,

$$\frac{v'}{v} = \frac{27 \cdot k \cdot (c_{SO_2})^2 \cdot c_{O_2}}{k \cdot (c_{SO_2})^2 \cdot c_{O_2}} = 27.$$

Таким образом, при увеличении давления в 3 раза скорость реакции увеличится в 27 раз.

**Задача 2.** Окисление серы протекает по уравнению



Как изменится скорость этой реакции при увеличении реакционного объёма в 3 раза?

**Решение.** В случае гетерогенных реакций в уравнение закона действия масс входят концентрации веществ, находящихся в газовой фазе или растворе. Кинетическое уравнение для гетерогенной реакции образования оксида серы до изменения давления имеет вид:

$$v = k \cdot c_{O_2},$$

после увеличения объёма в 3 раза концентрация кислорода уменьшится также в 3

раза:  $v' = k \cdot \frac{1}{3} \cdot c_{O_2}$ .

$$\text{Следовательно, } \frac{v'}{v} = \frac{1}{3} \cdot \frac{k \cdot c_{O_2}}{k \cdot c_{O_2}} = \frac{1}{3}.$$

Таким образом, при увеличении объёма реакционного сосуда в 3 раза скорость реакции уменьшится в 3 раза.

**Задача 3.** Во сколько раз возрастет скорость реакции, если температура увеличится на 40°С? Температурный коэффициент реакции равен 2.

**Решение.** Согласно уравнению Вант-Гоффа (3.10)

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

Рассчитаем, во сколько раз увеличится скорость химической реакции, подставив в уравнение данные из условия задачи:

$$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = 2^{\frac{40}{10}} = 2^4 = 16.$$

Таким образом, при повышении температуры на 40 °С скорость данной реакции увеличится в шестнадцать раз.

**Задача 4.** Реакция при температуре 20°С протекает за 45 с. Температурный коэффициент скорости реакции равен 3. Какое время потребуется для завершения этой реакции при 40°С?

**Решение.** Рассчитаем во сколько раз возрастает скорость реакции при увеличении температуры, воспользовавшись уравнением Вант-Гоффа (3.10):

$$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}},$$
$$\frac{v_{40}}{v_{20}} = 3^{\frac{40 - 20}{10}}, \quad \frac{v_{40}}{v_{20}} = 3^2 = 9.$$

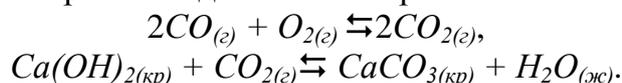
Чем выше скорость реакции, тем за более короткий промежуток времени она протекает, то есть время протекания реакции ( $\tau$ ) обратно пропорционально её скорости ( $v$ ) (это отражено в уравнении 3.5).

$$\frac{v_{t_{40}}}{v_{t_{20}}} = \frac{\tau_{t_{20}}}{\tau_{t_{40}}}$$

$$\text{Отсюда } \tau_{40} = \frac{v_{20} \cdot \tau_{20}}{v_{40}} ; \quad \tau_{40} = \frac{1}{9} \cdot 45 = 5 \text{ с.}$$

При 40 °С реакция закончится за 5 с.

**Задача 5.** Напишите выражения для констант равновесия следующих реакций:



От каких факторов зависит константа равновесия?

**Решение.** Реакция  $2CO_{(г)} + O_{2(г)} \rightleftharpoons 2CO_{2(г)}$  гомогенная. Выражение для константы равновесия имеет вид:

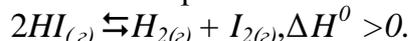
$$K = \frac{[CO_2]^2}{[CO]^2 \cdot [O_2]}$$

Реакция  $Ca(OH)_{2(кр)} + CO_{2(г)} \rightleftharpoons CaCO_{3(кр)} + H_2O_{(ж)}$  гетерогенная, поэтому в выражение для константы равновесия входят концентрации веществ, находящихся в жидком или газообразном агрегатном состоянии. Выражение константы равновесия имеет вид:

$$K = \frac{[H_2O]}{[CO_2]}$$

Константа равновесия зависит от природы реагирующих веществ и температуры, но не зависит от концентрации веществ и давления.

**Задача 6.** В системе установилось равновесие:



Как надо изменить температуру, давление и концентрацию реагентов, чтобы сместить равновесие в сторону течения прямой реакции?

**Решение.**

1. Прямая реакция эндотермическая ( $\Delta H^0 > 0$ ). Согласно принципу ЛеШателье при увеличении внешней температуры равновесие смещается в сторону эндотермического процесса (идущего с поглощением теплоты). Следовательно, для смещения равновесия вправо температуру надо увеличить.

2. В реакции из двух молей  $HI$  получается по одному молю  $H_2$  и  $I_2$ , т.е. всего два моля, поэтому изменение давления не будет оказывать влияние на смещение равновесия системы.

3. Смещение равновесия вправо можно достичь увеличением концентрации  $HI$  или удалением из системы  $H_2$  и  $I_2$ , что приведет к увеличению скорости прямой реакции.

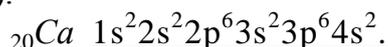
## Тема 5. Строение атома. Химическая связь

**Задача 1.** Составьте электронные формулы атомов элементов с порядковым номером 20 и 35, изобразите распределение электронов в квантовых ячейках. Определите положение элементов в периодической системе, связав его со значением соответствующих квантовых чисел и количеством валентных электронов. Определите валентность элементов в нормальном и возбужденном состояниях.

Какие свойства проявляют атомы этих элементов (восстановительные или окислительные), для какого из них выше электроотрицательность?

**Решение.** По таблице Д.И. Менделеева находим символы элементов, записываем их, внизу слева от символа ставим порядковый номер, который указывает заряд ядра атома и количество электронов в атоме.

Далее записываем электронную формулу атома, распределяя электроны по уровням и подуровням, руководствуясь принципами энергетической выгодности и Паули. Энергетический уровень обозначается цифрой и совпадает со значением главного квантового числа  $n$ ; подуровень обозначается буквами s, p, d, f, которые соответствуют орбитальным квантовым числам  $l$ , сверху справа над которыми записывается число электронов, расположенных на них (на s-орбиталях – максимально два, на трех эквивалентных p-орбиталях – максимально шесть, на пяти эквивалентных d-орбиталях – максимально десять).



Максимальное значение главного квантового числа, т.е. количество заполняемых энергетических уровней, совпадает с номером периода, в котором находится данный элемент:  $n_{\max} = 4$ , период 4.

Номер группы данного элемента II, т.е. он совпадает с количеством валентных электронов. Кальций относится к элементам s-семейства и соответственно находится в главной подгруппе.

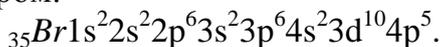
Распределение электронов по ячейкам будет иметь вид:

	s		p			d					f						
4	↑↓																
3	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓													
2	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓													
1	↑↓																

В нормальном состоянии у атома кальция нет неспаренных электронов, поэтому его валентность будет равна нулю. При возбуждении атома, т.е. сообщении ему некоторой энергии, электроны последнего энергетического уровня распариваются, и у кальция появляется два свободных электрона: один в состоянии 4s, другой – 4p, а вместе с этим валентные возможности кальция увеличиваются с нуля до двух.

Кальций – типичный металл, который при отдаче двух электронов с последнего энергетического уровня превращается в ион –  $\text{Ca}^{2+}$ , обладающий устойчивым электронным строением предшествующего ему инертного газа аргона с восьмиэлектронной внешней оболочкой.

Рассмотрим в таком же порядке элемент, стоящий в таблице под номером 35. Это бром:



По формуле можно видеть, что это элемент 4-го периода ( $n_{\max} = 4$ ), VII группы (на последнем энергетическом уровне семь электронов), p-семейства главной подгруппы.

Электронно-графическое изображение атома брома будет иметь вид:

	s		p			d					f						
4	↑↓	↑↓	↑↓	↑													
3	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓							
2	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓													
1	↑↓																

В нормальном состоянии у брома один неспаренный электрон, поэтому его валентность будет равна 1. При поглощении энергии сначала распариваются р-электроны, а затем s-электроны на свободные d-орбитали этого же энергетического уровня и у брома образуются три, пять, семь одиночных, распаренных электронов, и соответственно он может проявлять валентность в возбужденном состоянии III, V, VII.

Бром – типичный неметалл, его атом гораздо легче принимает один электрон, превращается в отрицательно заряженный ион  $Br^-$  с конфигурацией электронов ближайшего инертного газа  $Kr$ , чем отдает семь электронов, превращаясь в  $Br^{+7}$  с конфигурацией  $Ar$ . Бром обладает значительно более высокой электроотрицательностью, чем кальций.

## Тема 6. Растворы электролитов

**Задача 1.** Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия между растворами  $BaCl_2$  и  $Na_2SO_4$ ,  $Na_2CO_3$  и  $H_2SO_4$ ,  $CH_3COONa$  и  $HCl$ ,  $Fe(OH)_3$  и  $HNO_3$ .

При составлении ионно-молекулярных уравнений эти соединения записывают в молекулярной форме, сильные растворимые электролиты – в виде ионов.

Для реакции:



*р*                      *р*                      *н*                      *р*  
сильн.эл.    сильн.эл.    сильн.эл.    сильн.эл.

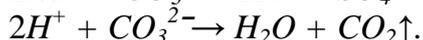
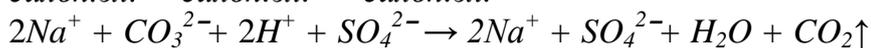
$Ba^{2+} + 2Cl^- + 2Na^+ + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2Na^+ + 2Cl^-$  (полное ионно-молекулярное уравнение),



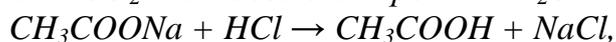
Реакция возможна, так как она сопровождается образованием труднорастворимого соединения  $BaSO_4$ .



*р*                      *р*                      *р*                      *газ*  
сильн.эл.    сильн.эл.    сильн.эл.    сильн.эл.

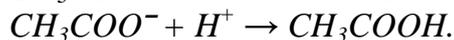
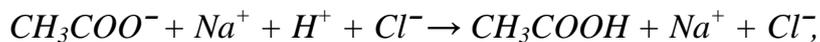


Реакция протекает, так как сопровождается образованием газообразного соединения  $CO_2$  и слабого электролита  $H_2O$ .

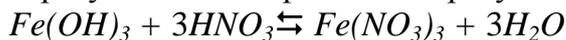


*рррр*

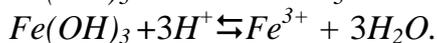
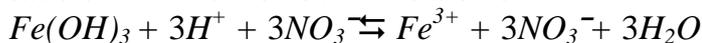
*сильн.эл.*                      *сильн.эл.*                      *слаб.эл.*                      *сильн.эл.*



В результате этой реакции образуется слабый электролит  $CH_3COOH$ .



*н*                      *р*                      *р*                      *слаб.эл.*  
*слаб.эл.*                      *сильн.эл.*                      *сильн.эл.*



Реакция обратима, так как среди исходных веществ и среди продуктов реакции есть слабые электролиты.

**Задача 2.** Вычислите  $pH$  раствора гидроксида кальция с молярной концентрацией 0,005 моль/л, считая диссоциацию  $Ca(OH)_2$  полной.

**Решение.**  $pH = -\lg[H^+]$ . Гидроксид кальция при диссоциации образует ионы кальция и гидроксид-ионы:  $Ca(OH)_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2OH^-$ .

Концентрация ионов  $OH^-$  связана с концентрацией ионов  $H^+$  ионным произведением воды:  $[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$ . Отсюда  $[H^+] = 10^{-14}/[OH^-]$ .

Из уравнения диссоциации следует, что

$$[OH^-] = 2 [Ca(OH)_2] = 2 \cdot 0,005 = 0,01 \text{ моль/л.}$$

$$[H^+] = 10^{-14}/0,01 = 10^{-12} \text{ моль/л; } pH = -\lg 10^{-12} = 12.$$

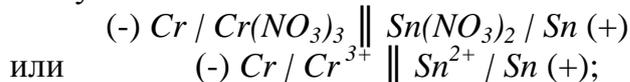
## Тема 10. Электродные потенциалы и гальванические элементы

**Задача.** Гальванический элемент состоит из хромового и оловянного электродов в растворах их нитратов. Составьте схему гальванического элемента, напишите уравнения электродных процессов и токообразующей реакции. Вычислите ЭДС: а) при стандартных условиях ( $c_{Cr^{3+}} = c_{Sn^{2+}} = 1$  моль/л); б) при концентрациях  $c_{Cr^{3+}} = c_{Sn^{2+}} = 0,01$  моль/л.

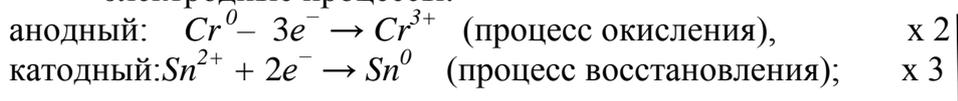
**Решение.** При схематической записи гальванического элемента граница раздела между металлом и раствором обозначается вертикальной чертой, граница между растворами электролитов – двойной вертикальной чертой. Анод записывается слева.

Сравним стандартные электродные потенциалы металлов:  $E^0_{Cr^{3+}/Cr^0} = -0,74$  В,  $E^0_{Sn^{2+}/Sn^0} = -0,14$  В. Хром, как более активный металл, является анодом, а олово – катодом.

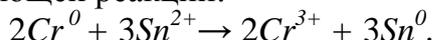
Запишем схему гальванического элемента:



электродные процессы:



уравнение токообразующей реакции:



Вычислим электродвижущую силу (ЭДС):

а) стандартную ЭДС  $\mathcal{E}^0$ , то есть ЭДС элемента при стандартных условиях, когда концентрации ионов металла равны 1 моль/л, рассчитаем по уравнению:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}^0 &= E^0_{\text{катода}} - E^0_{\text{анода}} = E^0_{Sn^{2+}/Sn^0} - E^0_{Cr^{3+}/Cr^0}, \\ \mathcal{E}^0 &= -0,14 - (-0,74) = 0,60 \text{ В;} \end{aligned}$$

б) в условиях отличных от стандартных сначала рассчитаем по уравнению Нернста отдельные электродные потенциалы металлов:

$$\begin{aligned} E_{Sn^{2+}/Sn^0} &= E^0_{Sn^{2+}/Sn^0} + \frac{0,059}{2} \lg c_{Sn^{2+}}, \\ E_{Sn^{2+}/Sn^0} &= -0,14 + \frac{0,059}{2} \lg 10^{-2} = -0,14 + \frac{0,059}{2} \cdot (-2) = -0,20 \text{ В;} \end{aligned}$$

$$E_{Cr^{3+}/Cr^0} = E_{Cr^{3+}/Cr^0}^0 + \frac{0,059}{3} \lg c_{Cr^{3+}},$$

$$E_{Cr^{3+}/Cr^0} = -0,74 + \frac{0,059}{3} \lg 10^{-2} = -0,74 + \frac{0,059}{3} \cdot (-2) = -0,78 \text{ В};$$

а затем по формуле вычислим ЭДС, учитывая, что олово осталось катодом, а цинк – анодом:

$$\mathcal{E} = E_{Sn^{2+}/Sn^0} - E_{Cr^{3+}/Cr^0},$$

$$\mathcal{E} = -0,20 - (-0,78) = 0,58 \text{ В}.$$

## Тема 12. Коррозия и защита металлических конструкций

**Задача 2.** Изделие из железа с примесью никеля находится во влажной среде, содержащей углекислый газ. Укажите, по какому механизму протекает коррозионный процесс, и напишите его уравнения.

**Решение.** Углекислый газ взаимодействует с водой и образует слабую угольную кислоту  $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$ , которая диссоциирует по уравнению  $H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ . Таким образом, раствор, в котором находится изделие, будет проводить электрический ток, и окислителем в нем являются катионы  $H^+$ . Коррозия, следовательно, протекает по электрохимическому механизму.

Запишем схему возникшего коррозионного элемента:



Железо  $Fe$  более активный металл ( $E_{Fe^{2+}/Fe^0}^0 = -0,44 \text{ В}$ ) чем никель, оно является анодом, а  $Ni$  – катодом ( $E_{Ni^{2+}/Ni^0}^0 = -0,25 \text{ В}$ ).

На поверхности железа (анода) происходит процесс окисления.

Уравнение анодного процесса (анод  $Fe^0$ ):  $Fe^0 \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$ .

Железо в виде ионов  $Fe^{2+}$  переходит в раствор, а электроны перетекают на никель. Поверхность никеля заряжается отрицательно, к ней из раствора подходят катионы водорода, принимают электроны и восстанавливаются.

Уравнение катодного процесса (катод  $Ni^0$ ):  $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ .

### 7.3.2 Вопросы для экзамена

#### **Строение вещества и реакционная способность веществ**

Основные классы неорганических соединений: оксиды (кислотные, основные, амфотерные), гидроксиды (кислоты, основания, амфотерные гидроксиды), соли. Принцип кислотно-основного взаимодействия. Соли кислые, средние, основные.

Общие квантово-механические представления о строении атома: волновая природа микрочастиц и электронов, электронные облака, атомные орбитали, ядро атома. Уравнение Шредингера. Квантовые числа как характеристика состояния электронов в атоме: главное, орбитальное, магнитное, спиновое. Типы атомных орбиталей. Принципы распределения электронов в атоме. Последовательность заполнения атомных орбиталей в соответствии с их энергией. Правило Клечковского. Принцип Паули и правило Гунда. Электронные конфигурации атомов и ионов.

Периодический закон Д.И. Менделеева. Периодическая система Д.И. Менделеева как естественная классификация элементов. Структура периодической системы: период, ряд, группа и подгруппа. Периодичность изменение свойств элементов в пределах периодов и главных подгрупп. Энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность. Изменение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений.

Механизм образования ковалентной связи. Обменный и донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи. Свойства ковалентной связи. Сигма- и пи-связи, направленность и энергия связи. Гибридизация атомных орбиталей, геометрическая структура молекул. Ковалентная связь полярная и неполярная. Полярность молекул. Ионная связь. Строение соединений с ионным типом связи. Валентность элементов в нормальном и возбужденном состояниях: степень окисления и заряд атомов в соединениях.

Окислительно-восстановительные процессы. Окислители, восстановители. Степень окисления. Определение окислительно-восстановительной роли соединения по степени окисления атомов. Расстановка коэффициентов в окислительно-восстановительных реакциях методом электронного баланса.

### ***Химическая термодинамика и химическая кинетика***

Основные термодинамические понятия: система, гомогенная и гетерогенная система, изолированная закрытая система, система открытая, параметры состояния системы, термодинамические функции. Внутренняя энергия и энтальпия. Тепловой эффект реакции. Эндотермические и экзотермические процессы. Закон Гесса и следствия, вытекающие из него. Стандартная энтальпия образования сложного вещества. Термохимические уравнения. Энтропия и изобарно-изотермический потенциал. Направленность химических процессов. I, II начала термодинамики.

Химическая кинетика. Скорость химических реакций. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ и давления. Закон действия масс. Кинетические уравнения. Константа скорости реакции.

Влияние температуры на скорость химической реакции, правило Вант-Гоффа, температурный коэффициент. Влияние катализатора на скорость реакции. Сущность катализа.

Процессы обратимые и необратимые. Химическое равновесие. Константа химического равновесия. Принцип Ле-Шателье. Влияние температуры, концентрации, давления и катализатора на смещение равновесия.

### ***Растворы. Дисперсные системы***

Общая характеристика растворов. Способы выражения концентрации растворов. Молярная, моляльная концентрация, молярная, массовая доля, молярная концентрация эквивалентов. Давление пара растворов. Закон Рауля для растворов неэлектролитов. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов. Криоскопия, эбуллиоскопия. Осмос, осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.

Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Электролиты сильные и слабые. Степень и константы диссоциации. Электролитическая диссоциация сильных и слабых электролитов: кислот, оснований, солей в воде. Ступенчатая диссоциация. Ионные реакции. Условия течения реакций обмена в растворах электролитов. Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды ( $K_w$ ). Водородный показатель pH как мера кислотности и щелочности среды. pH кислот и оснований. Понятие об индикаторах. Окраска индикаторов в различных средах. Гидролиз солей. Соли

гидролизующиеся по аниону, по катиону, негидролизующиеся соли. Изменение рН среды при гидролизе. Влияние внешних факторов на степень полноты гидролиза. Буферные системы.

Поверхностные явления и адсорбция. Дисперсные системы, их классификация. Коллоидные системы. Устойчивость дисперсных систем.

#### ***Химия неорганических вяжущих веществ***

Получение, механизм гидратации и кристаллизации, свойства воздушных вяжущих материалов (строительная воздушная известь, гипс). Получение, механизм гидратации и кристаллизации, свойства гидравлических вяжущих материалов (гидравлическая известь, портландцемент). Бетон, коррозия бетона в различных средах.

#### ***Электрохимические системы***

Электродный потенциал, механизм его возникновения. Уравнение Нернста. Электрохимический ряд напряжений металлов. Типы электродов.

Гальванические элементы. Измерение электродвижущей силы. Поляризация и перенапряжение. Химические источники тока: первичные гальванические элементы, аккумуляторы, топливные элементы.

Коррозия металлов. Виды коррозии. Механизм электрохимической коррозии. Защита металлов от коррозии. Металлические покрытия.

#### ***Полимеры и олигомеры***

Понятие о *полимерах и олигомерах*. Органические и неорганические полимеры. Методы получения полимеров: полимеризация, поликонденсация. Химическое строение и свойства полимеров. Деструкция полимеров.

Биополимеры: полисахариды, полиизопрены, белки.

#### ***Методы химического исследования веществ***

Химическая идентификация веществ. Аналитический сигнал. Основы качественного и количественного анализа. Качественные реакции на ионы. Химические, физико-химические и физические методы анализа.

#### ***Органические вяжущие строительные материалы***

Классификация органических вяжущих строительных материалов. Битумные вяжущие. Получение, свойства, механизмы твердения

### **7.3.3 Тесты контроля качества усвоения дисциплины**

1. Получение ацетатного шелка из целлюлозы возможно благодаря наличию в ней ...

- эпоксидных фрагментов     гидроксильных групп  
 метиленовых групп         циклических фрагментов

2. Объем раствора хлорида кальция с молярной концентрацией 0,1 моль/л, необходимый для осаждения карбонат-ионов из 200мл раствора карбоната калия с молярной концентрацией 0,15 моль/л, равен \_\_\_ миллилитрам.

- 200                     100  
 150                     300

3. Кислые соли образуются в реакциях, схемы которых имеют вид ...

- $Zn(OH)_2 + HCl$                       $KOH + H_2SO_4$   
  $CaCO_3 + H_2O + CO_2$           $2KOH + H_2SO_4$

4. В соответствии с термохимическим уравнением  $FeO(тв) + H_2(г) = Fe(тв) + H_2O(г)$ ,  $\Delta_rH^\circ = 23 кДж$  для получения 560 г железа необходимо затратить кДж тепла.

- 23                     230  
 560                     115

5. При нагревании белков в водных растворах кислот и щелочей происходит их ...  
 высаливание  окисление  
 конденсация  гидролиз
6. Для качественного обнаружения карбонат-иона используется раствор  
 средней соли  сильного основания  
 органического индикатора  сильной кислоты
7. На внешнем энергетическом уровне атома элемента, образующего высший гидроксид состава  $\text{H}\overset{\ominus}{\text{O}}\text{Oz}$  - содержится \_\_\_ электронов.  
 6  7  
 5  4
8. При работе гальванического элемента, состоящего из серебряного и медного электродов, погруженных в 0,01M растворы их нитратов ( $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ В}$ ,  $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ В}$ ), на катоде протекает реакция, уравнение которой имеет вид...  
  $\text{Cu}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Cu}^\circ$    $\text{Ag}^\circ - \bar{e} = \text{Ag}^+$   
  $\text{Ag}^+ + \bar{e} = \text{Ag}^\circ$    $\text{Cu}^\circ - 2\bar{e} = \text{Cu}^{2+}$
9. Реакцией полимеризации можно получить вещество, название которого  
 перлон  Оантрон  
 нейлон  Отефлон
10. Свечение атомов, молекул или других частиц, возникающее при электронных переходах из возбужденного состояния в основное, называется...  
 эмиссией  релаксацией  
 люминесценцией  фотометрией
11. Атомы углерода в молекуле  $\text{C}_2\text{H}_4$  находятся в состоянии \_\_\_-гибридизации  
  $sp^3$    $sp$   
  $sp^2$    $sp^4$
12. Для смещения равновесия в системе  $\text{H}_2(\text{г}) + \text{S}(\text{тв}) = \text{H}_2\text{S}(\text{г})$ ,  $\Delta_r H^\circ = -21 \text{ кДж}$  в сторону образования сероводорода необходимо ..  
 понизить давление  повысить давление  
 ввести катализатор  понизить температуру
13. В качестве низкомолекулярного вещества в реакциях поликонденсации чаще всего образуется  
  $\text{H}_2\text{S}$    $\text{H}_2\text{O}$   
  $\text{CO}_2$    $\text{NaCl}$
14. Вещество, изменяющее свою окраску в зависимости от pH среды называется ...  
 красителем  электролитом  
 реагентом  индикатором
15. Для приготовления 2 л 0,1 M раствора NaOH требуется \_\_\_ г гидроксида натрия  
 40  4  
 16  8
16. Для повышения температуры кипения раствора на  $1,04^\circ\text{C}$  ( $E_{\text{H}_2\text{O}} = 0,52 \text{ град.кг/моль}$ ) необходимо, чтобы концентрация растворенного в нём неэлектролита составляла \_\_\_\_\_ моль/кг.  
 2  0,2  
 0,1  1

17. Коэффициент перед молекулой восстановителя в уравнении реакции



30 2

10 4

18. Продуктами, выделяющимися на инертных электродах при электролизе водного раствора сульфата натрия, являются ...

Na и  $\text{O}_2\text{ONa}$  и  $\text{SO}_2$

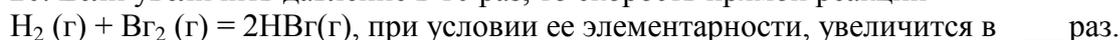
$\text{H}_2$  и  $\text{O}_2\text{OH}_2$  и S

19. При помощи лакмуса можно различить растворы солей

$\text{FeCl}_2$  и  $\text{AlBr}_3\text{ONa}_2\text{SO}_4$  и NaCl

NaCl и  $\text{Na}_2\text{SO}_3\text{OK}_2\text{SO}_4$  и  $\text{CaBr}_2$

20. Если увеличить давление в 10 раз, то скорость прямой реакции



50  200  500  100

### 7.3.4 Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Строение вещества и реакционная способность веществ	(ОПК-1),(ОПК-2), (ПК-14)	Контрольная работа (КР) Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен
2	Химическая термодинамика и химическая кинетика	(ОПК-1), (ОПК-2), (ПК-14)	Контрольная работа (КР) Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен
3	Растворы. Дисперсные системы	(ОПК-1), (ОПК-2), (ПК-14)	Контрольная работа (КР) Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен
4	Химия неорганических вяжущих веществ	(ОПК-1), (ОПК-2), (ПК-14)	Контрольная работа (КР) Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен
5	Электрохимические системы	(ОПК-1), (ОПК-2), (ПК-14)	Контрольная работа (КР) Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен
6	Полимеры и олигомеры	(ОПК-1), (ОПК-2), (ПК-14)	Контрольная работа (КР) Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен
7	Методы химического исследования веществ	(ОПК-1), (ОПК-2), (ПК-14)	Контрольная работа (КР) Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен
8	Органические вяжущие строительные материалы	(ОПК-1), (ОПК-2), (ПК-14)	Контрольная работа (КР) Лабораторная работа (ЛР) Тестирование (Т) Экзамен

## 7.4 Порядок процедуры оценивания знаний, навыков и (или) опыта деятельности на экзамене

Экзамен может проводиться в устной форме по билетам или в виде специально организованного письменного опроса. При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку к ответу. С экзамена снимается материал тех контрольных работ, которые обучающийся выполнил в течение семестра на «хорошо» и «отлично».

Во время проведения экзамена (зачета) обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой

## 8. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю), разработанного на кафедре

№ п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Лабораторный практикум по химии: учеб.пособие	метод.указания	О.Р. Сергуткина, О.В. Артамонова, Л.Г. Барсукова и др.; под общ.ред. О.Р. Сергуткиной;	2011	Библиотека – 20 экз.
2	Химия: учеб.пособие	учеб.пособие	Г.Г. Кривнева [и др.]	2013	Библиотека – 50 экз
3	Основные понятия и законы химии. Классы неорганических соединений: метод.указан. к внеаудиторн. самост. работе для студ. 1-го курса всех специальностей	метод.указан.	О.В. Артамонова, Л.Г. Барсукова.	2008	Библиотека - 110 экз
4	Растворы. Дисперсные системы: метод.указан. к внеаудиторн. самост. работе для студ. 1-го курса всех специальностей	метод.указан.	О.Р. Сергуткина, Л.Г. Барсукова, О.Б. Кукина.	2008	Библиотека - 100 экз

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Лабораторные занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов на контрольные вопросы, просмотр рекомендуемой литературы. Выполнение лабораторной работы,

	оформление выводов по рабочим заданиям, защита лабораторной работы.
Отчет по теме/Выполнение тестовых заданий	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Ответы на вопросы. Решение тестовых заданий.
Подготовка к экзамену (зачету)	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

## **10.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1 Основная литература:**

1. Глинка, Н. Л. Общая химия [Текст] : учеб. пособие : допущено МО СССР / Н.Л. Глинка; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 18-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт , 2012. - 898 с.
2. Химия [Текст] : учебное пособие / Воронеж. гос. архитектур.-строит. ун-т ; под общ. ред. Г. Г. Кривневой. - Воронеж : [б. и.], 2013. - 131 с.
3. Кривнева, Г.Г. Химия. Учебн. пособие для студ. заоч. формы обуч. всех направлений подготовки бакалавров / Г.Г. Кривнева [и др.], Воронеж. ГАСУ. – Воронеж, 2013. – 131 с.

### **10.2 Дополнительная литература**

1. Пресс, И.А. Основы общей химии для самостоятельного изучения [Текст]: учебное пособие / И.А. Пресс. - 2-е изд., перераб. – СПб. [и др.]: Лань, 2012. - 495 с.
2. Рудаков, О.Б. Лабораторный практикум по химии [Текст] : учеб. пособие : рек. ВГАСУ / О.Б. Рудаков, Е.А. Хорохордина, Л.Г. Барсукова, Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж: [б. и.], 2011. - 123 с.
3. Глоссарий по химии: методические указания к самостоятельной работе для студентов всех направлений подготовки бакалавров, обучающихся дистанционно. - Воронеж : [б. и.], 2013 -1 электрон. опт. Диск
4. Лабораторный практикум по химии: учеб. пособие / О.Р. Сергуткина, О.В. Артамонова, Л.Г. Барсукова и др.; под общ. ред. О.Р. Сергуткиной; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2011. – 109 с.
5. Сергуткина О. Р., Кукина О. Б., Артамонова О. В. Учебно-методический комплекс "Химия": учеб. пособие : в 3 ч. - Ч. 1. - Воронеж : [б. и.], 2010 -1 электрон. опт. Диск
6. Сергуткина О. Р., Кукина О. Б., Артамонова О. В. Учебно-методический комплекс "Химия": учеб. пособие : в 3 ч. - Ч. 2. - Воронеж : [б. и.], 2010 -1 электрон. опт. Диск
7. Сергуткина О. Р., Кукина О. Б., Артамонова О. В. Учебно-методический комплекс "Химия": учеб. пособие : в 3 ч. - Ч. 3. - Воронеж : [б. и.], 2010 -1 электрон. опт. Диск

### **10.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

Чтение лекций осуществляется с использованием презентаций в программе «MicrosoftPowerPoint».

#### ***Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:***

1. Химический каталог. Неорганическая химия. Сайты и книги <http://www.ximicat.com>
2. Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus>
3. Справочно-информационный сайт по химии <http://www.alhimikov.net>

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

### **Учебно-лабораторное оборудование**

- Ионномер- ауд. 13
- Шкаф с вытяжной вентиляцией - ауд. 13
- Лабораторная химическая посуда- ауд. 13
- лабораторные установки по неорганической и органической химии
- препараты и реактивы
- плакаты

### **Технические средства обучения**

1. Ноутбук - отдел организации и обеспечения учебного процесса
2. Медиапроектор программ - отдел организации и обеспечения учебного процесса

## **12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)**

Для более эффективного усвоения курса химии рекомендуется использовать на лекциях и лабораторных занятиях слайды, видеоматериалы, обобщающие таблицы и др.

1. Чтение лекций осуществлять с использованием демонстрационных материалов и презентаций в программе «MicrosoftPowerPoint», а также сопровождать ссылками на рекомендуемую литературу.
2. Выполнения лабораторных работ проводить с использованием лабораторного практикума, где отражены рекомендации по их выполнению и защите.
3. Подготовка тем для самостоятельной работы студентов, докладов и сообщений по тематике лекционного материала.
4. При текущей аттестации проводить контроль знаний студентов с помощью тестовых заданий.
5. При условии защиты студентом выполненных лабораторных работ и сдачи тестовых заданий студент допускается к сдаче зачета.
6. Экзамен проводить в письменной форме, который включает подготовку студента, ответы на теоретические вопросы и решение им задач. По итогам выставить оценку (в зависимости от установленного в Положении о текущей и итоговой аттестации вуза).

