

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета Яременко С.А.  
«31» августа 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«Химия»

**Направление подготовки** 08.03.01 Строительство

**Профиль** Городское строительство и хозяйство

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года / 4 года и 11 м.

**Форма обучения** очная / заочная

**Год начала подготовки** 2018


Автор программы

 /Артамонова О.В./

Заведующий кафедрой  
Химии и химической  
технологии материалов

 /Рудаков О.Б./

Руководитель ОПОП

 /Воробьева Ю.А./

Воронеж 2021

## **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 общей и физической химии.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

Заложить основы для понимания химических процессов превращения веществ и сопровождающих их физических явлений, 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 общей и физической химии веществ и материалов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Химия» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

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

ОПК-1 - Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ОПК-1	Знать: основы общей и физической химии, термодинамические и кинетические явления, сопровождающие химические процессы, характерные при получении и эксплуатации строительных материалов и конструкций, физико-химические свойства веществ, составляющих основу строительных материалов
	Уметь: применять полученные знания по общей и физической химии при изучении других дисциплин и в

	строительной практике.
	Владеть: навыками проведения химического эксперимента, способами расчета термодинамических и кинетических параметров химических процессов и базовыми способами теххимического контроля качества строительных материалов
УК-1	Знать: источники и способы анализа информации, выделения ее базовых составляющих для решения поставленных задач.
	Уметь: рассматривать различные варианты решения поставленных задач, грамотно, логично, аргументировать и формировать собственные суждения и оценки, отличать факты от их интерпретации другими участниками деятельности.
	Владеть: системными подходами в оценке оптимальности и возможных практических последствий принимаемых решений задачи.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Химия» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

##### заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	8	8
В том числе:		
Лекции	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
<b>Самостоятельная работа</b>	163	163
Часы на контроль	9	9

Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Строение вещества и реакционная способность веществ	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. Периодический закон и периодическая система элементов. Периодические свойства элементов. Радиусы атомов. Энергия ионизации. Сродство к электрону. Электроотрицательность. Периодическое изменение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств веществ. 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. Свойства и реакционная способность веществ, составляющих основу строительных материалов.	4	4	12	20
2	Основы химической термодинамики и кинетики	Химическая термодинамика. Основные понятия химической термодинамики. Параметры состояния. Термодинамические функции: внутренняя энергия,	8	8	12	28

		<p>энтальпия, энтропия, изобарно-изотермический потенциал. Первое и второе начала термодинамики. Энергетика химических процессов. Закон Гесса и следствия из него. Энтальпии образования. Термохимические уравнения. Условия самопроизвольного протекания процессов в изолированных и неизолированных системах. 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. Химическое равновесие. Термодинамическое и кинетическое условия состояния равновесия. Константа равновесия. Влияние изменения внешних условий на положение химического равновесия. Принцип Ле Шателье. Фазовое равновесие. 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, моляльная концентрация, молярная концентрация эквивалентов. Выражение закона эквивалентов</p>	10	6	12	28

		<p>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. 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. 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. 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. Гальванические элементы. Измерение электродвижущей силы. Поляризация и перенапряжение. Химические источники тока: первичные гальванические элементы, аккумуляторы, топливные элементы.</p>	8	10	12	30

		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.	4	4	12	20
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.	2	4	12	18
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>144</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Строение вещества и реакционная способность веществ	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. Периодический закон и периодическая система элементов. Периодические свойства элементов. Радиусы атомов. Энергия ионизации. Сродство к электрону. Электроотрицательность.	2	2	26	30

		<p>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. 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</p>	2	2	26	30



		<p>реакции.</p> <p>Химическое равновесие.</p> <p>Термодинамическое и кинетическое условия состояния равновесия. Константа равновесия. Влияние изменения внешних условий на положение химического равновесия.</p> <p>Принцип Ле Шателье. Фазовое равновесие.</p> <p>Закономерности химических процессов современных технологий производства строительных материалов.</p>				
3	<p>Растворы.</p> <p>Дисперсные системы</p>	<p>Общие представления о растворах. Гидратная теория растворов Д.И. Менделеева. Способы выражения концентрации растворов: массовая, молярная доля, молярная, моляльная концентрация, молярная концентрация эквивалентов.</p> <p>Выражение закона эквивалентов для растворов.</p> <p>Общие свойства растворов: давление пара растворов, кипение и кристаллизация растворов.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	-	-	28	28

		Поверхностные явления и адсорбция. Коллоидные растворы. Кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидных систем. Коагуляция. Седиментация. Строительные материалы как искусственные дисперсные системы.				
4	Электрохимические процессы	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. Электролиз. Процессы, протекающие при электролизе водных растворов электролитов. Законы Фарадея.	-	-	28	28
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.	-	-	28	28
6	Химическая идентификация	Химическая идентификация веществ. Аналитический сигнал. Основы качественного и количественного анализа.	-	-	27	27

		Качественные реакции на ионы. Химические, физико-химические и физические методы анализа и их использование в современных строительных технологиях.				
Итого			4	4	163	171

## 5.2 Перечень лабораторных работ

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

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	знать основы общей и физической химии, термодинамические и кинетические явления, сопровождающие химические	Отчет по лабораторным работам, тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	процессы, характерные при получении и эксплуатации строительных материалов и конструкций, физико-химические свойства веществ, составляющих основу строительных материалов			
	уметь применять полученные знания по общей и физической химии при изучении других дисциплин и в строительной практике.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками проведения химического эксперимента, способами расчета термодинамических и кинетических параметров химических процессов и базовыми способами теххимического контроля качества строительных материалов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
УК-1	знать источники и способы анализа информации, выделения ее базовых составляющих для решения поставленных задач.	Отчет по лабораторным работам, тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь рассматривать различные варианты решения поставленных задач, грамотно, логично, аргументировать и формировать собственные суждения и оценки, отличать факты от их интерпретации другими участниками деятельности.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками	Решение прикладных	Выполнение работ	Невыполнение работ в

	проведения химического эксперимента, способами расчета термодинамических и кинетических параметров химических процессов и базовыми способами теххимического контроля качества строительных материалов	задач в конкретной предметной области	в срок, предусмотренный в рабочих программах	срок, предусмотренный в рабочих программах
--	---	---------------------------------------	--	--

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения, 1 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	знать основы общей и физической химии, термодинамические и кинетические явления, сопровождающие химические процессы, характерные при получении и эксплуатации строительных материалов и конструкций, физико-химические свойства веществ, составляющих основу строительных материалов	Отчет по лабораторным работам, тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	знать основы общей и физической химии, термодинамические и кинетические явления, сопровождающие химические процессы, характерные при получении и эксплуатации строительных материалов и конструкций, физико-химические свойства веществ, составляющих основу строительных материалов
	уметь применять полученные знания по общей и физической химии при изучении других дисциплин и в строительной практике.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	уметь применять полученные знания по общей и физической химии при изучении других дисциплин и в строительной практике.
	владеть навыками проведения	Решение прикладных	Задачи решены в	Продемонстрирован	Продемонстрирован	владеть навыками проведения

	химического эксперимента, способами расчета термодинамических и кинетических параметров химических процессов и базовыми способами теххимического контроля качества строительных материалов	задач в конкретной предметной области	полном объеме и получены верные ответы	верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	верный ход решения в большинстве задач	химического эксперимента, способами расчета термодинамических и кинетических параметров химических процессов и базовыми способами теххимического контроля качества строительных материалов
УК-1	знать источники и способы анализа информации, выделения ее базовых составляющих для решения поставленных задач.	Отчет по лабораторным работам, тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь рассматривать различные варианты решения поставленных задач, грамотно, логично, аргументировать и формировать собственные суждения и оценки, отличать факты от их интерпретации другими участниками деятельности.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продemonстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками проведения химического эксперимента, способами расчета термодинамических и кинетических параметров химических процессов и базовыми способами теххимического контроля качества строительных материалов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продemonстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

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 200 мл 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 ...

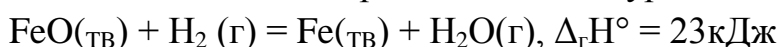
☐  $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{HCl}$

☐  $\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4$

☐  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

☐  $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4$

4. В соответствии с термохимическим уравнением



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  $\text{HЭO}_3$  - содержится \_\_\_\_ электронов.

☐ 6    ☐ 7

☐ 5    ☐ 4

8. При работе гальванического элемента, состоящего из серебряного и

медного электродов, погруженных в 0,01М 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    ☐ антрон

☐ найлон    ☐ тефлон

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  $C_2H_4$  находятся в состоянии \_\_\_\_ - гибридизации

☐  $sp^3$

☐  $sp$

☒  $sp^2$

☐  $sp^4$

12. Для смещения равновесия в системе



в сторону образования сероводорода необходимо ..

☐ понизить давление

☐ повысить давление

☐ ввести катализатор

☐ понизить температуру

13. В качестве низкомолекулярного вещества в реакциях поликонденсации чаще всего образуется ...

☐  $H_2S$

☐  $H_2O$

☐  $CO_2$

☐  $NaCl$

14. Вещество, изменяющее свою окраску в зависимости от pH среды называется ...

☐ красителем

☐ электролитом

☐ реагентом

☐ индикатором

15. Для приготовления 2 л 0,1 М раствора NaOH требуется \_\_\_\_ г гидроксида натрия

☐ 40

☐ 4

☐ 16

☐ 8

16. Для повышения температуры кипения раствора на  $1,04^\circ C$

( $E_{H_2O} = 0,52 \text{ град.кг/моль}$ ) необходимо, чтобы концентрация растворенного в нём неэлектролита составляла \_\_\_\_\_ моль/кг.

☐ 2

☐ 0,2

☐ 0,1

☐ 1

17. Коэффициент перед молекулой восстановителя в уравнении реакции



☐ 3

☐ 2

☐ 1

☐ 4

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

☐ Na и  $O_2$

☐ Na и  $SO_2$

☐  $H_2$  и  $O_2$

☐  $H_2$  и S

19. При помощи лакмуса можно различить растворы солей

☐  $FeCl_2$  и  $AlBr_3$

☐  $Na_2SO_4$  и  $NaCl$

☐  $NaCl$  и  $Na_2SO_3$

☐  $K_2SO_4$  и  $CaBr_2$

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



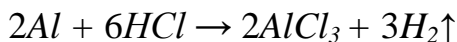
\_\_\_\_ раз.

O

100

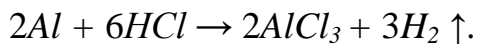
## Тема 1. Основные стехиометрические законы и расчеты по уравнениям реакций

протекает по следующей реакции:



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



соответствующие им массы участвующих в реакции веществ.

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

условиях, составим пропорцию:

54 г  $Al$  выделяют из кислоты  $(22,4 \cdot 3)$  л водорода (по уравнению реакции)

2700 г  $Al$  выделяют из кислоты  $V_x$  л водорода (по условию задачи);

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

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):

$$D_{(H_2)}^{603d} = \frac{M_{(H_2)}}{M_{(603d)}} = \frac{2}{29} = 0,07.$$

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

2700 г Al образуют  $m_{AlCl_3}$

54 г Al образуют 267 г  $AlCl_3$ ;

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

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

133,5 г  $AlCl_3$  составляют 100 %

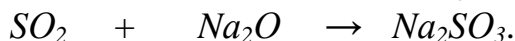
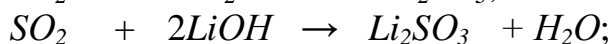
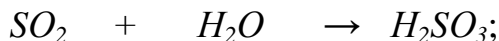
27 г Al составляют  $x$  %;

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

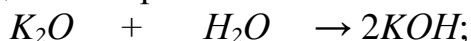
## Тема 2. Классы неорганических соединений

**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.

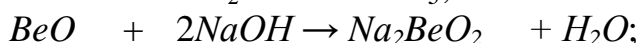
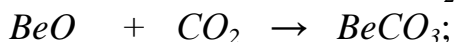
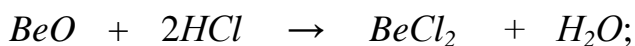
**Решение.** В нашем примере кислотным оксидом является оксид  $SO_2$ . При взаимодействии с водой он образует сернистую кислоту  $H_2SO_3$ , с основаниями и основными оксидами – ее соли:



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:



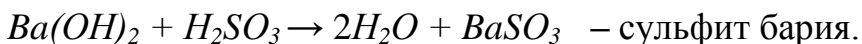
$BeO$  – амфотерный оксид, нерастворимый в воде. Ему соответствует гидроксид, проявляющий кислотные свойства ( $H_2BeO_2$  – кислота) и основные свойства ( $Be(OH)_2$  – основание). Амфотерные оксиды взаимодействуют с кислотами и щелочами, а также с кислотными и основными оксидами с образованием солей:



**Задача 2.** Составьте уравнения реакций получения всех возможных

солей при взаимодействии гидроксида бария и сернистой кислоты. Назовите полученные соли.

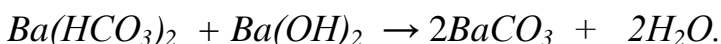
**Решение.**



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



Для превращения кислой соли в среднюю необходимо добавить основание:



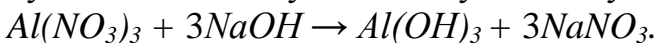
При недостаточном для образования средней соли количестве кислоты получается основная соль:



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:

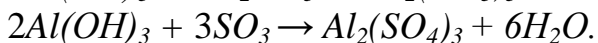
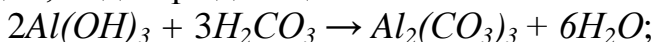


Гидроксид алюминия обладает амфотерными свойствами, т.е. двойственной природой, следовательно, может взаимодействовать как с кислотными, так и с основными оксидами, гидроксидами.

Реакции, подтверждающие кислотные свойства гидроксида:

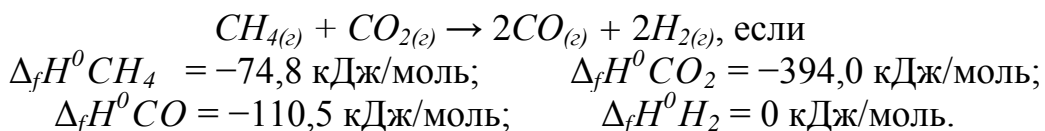


Реакции, подтверждающие основные свойства гидроксида:



### Тема 3. Энергетика и направленность химических процессов

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



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):

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

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

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

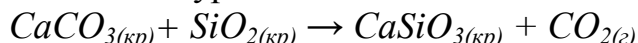
Так как  $\Delta H^0 > 0$ , то процесс *эндотермический*.

Из уравнения реакции следует, что для получения 2 молей ( $\nu_1$ ) или 4 г ( $m = \nu \cdot M$ ) водорода требуется 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:

$\Delta H^0 = (\Delta_f H^0_{CO_{2(г)}} + \Delta_f H^0_{CaSiO_{3(кр)}}) - (\Delta_f H^0_{SiO_{2(кр)}} + \Delta_f H^0_{CaCO_{3(кр)}}).$   
Энтальпии образования всех участников реакции берем из таблицы стандартных физико-химических величин.

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

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

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).

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

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

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

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

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

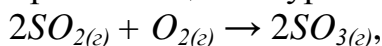
Рассчитаем  $\Delta G^0$ , воспользовавшись найденными значениями  $\Delta H^0$  и  $\Delta S^0$ :

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

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;

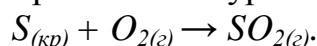
б) в данной реакции все вещества находятся в газообразном состоянии, поэтому при увеличении давления над системой в 3 раза объем уменьшится в три раза, а концентрация каждого из реагирующих веществ, следовательно, увеличится в 3 раза. Тогда кинетическое уравнение запишем:

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

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 объема 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 увеличении объема в 3 раза концентрация кислорода уменьшится также

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

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):

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

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

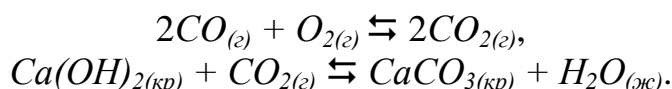
Чем выше скорость реакции, тем за более короткий промежуток времени она протекает, то есть время протекания реакции ( $\tau$ ) обратно пропорционально её скорости ( $v$ ) (это отражено в уравнении 3.5).

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

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

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  $2\text{CO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{2(г)}$  гомогенная. Выражение для константы равновесия имеет вид:

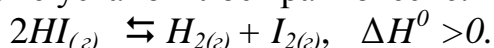
$$K = \frac{[CO_2]^2}{[CO]^2 \cdot [O_2]}.$$

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 Ле Шателье 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 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.

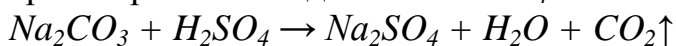
Для реакции:

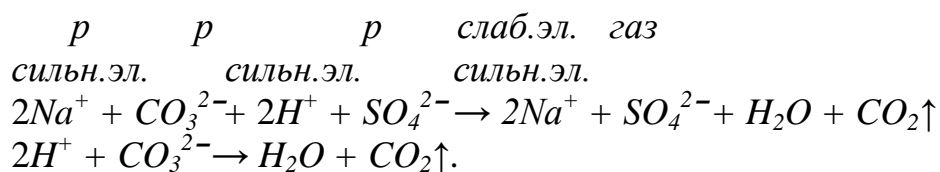


$Ba^{2+} + 2Cl^- + 2Na^+ + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2Na^+ + 2Cl^-$  (полное ионно-молекулярное уравнение),

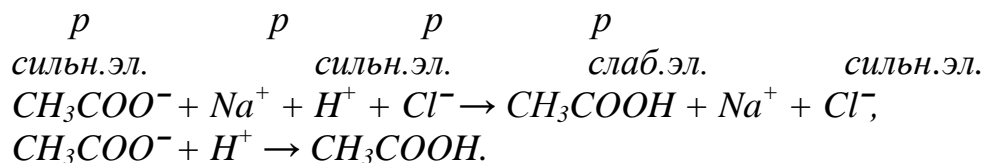
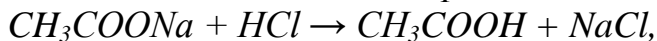


Реакция возможна, так как она сопровождается образованием труднорастворимого соединения  $BaSO_4$ .

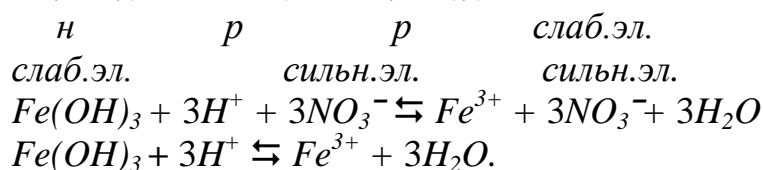
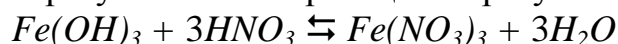




Реакция протекает, так как сопровождается образованием газообразного соединения  $\text{CO}_2$  и слабого электролита  $\text{H}_2\text{O}$ .



В результате этой реакции образуется слабый электролит  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .



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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  полной.

**Решение.**  $pH = -\lg [\text{H}^+]$ . Гидроксид кальция при диссоциации образует ионы кальция и гидроксид-ионы:  $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$ . Концентрация ионов  $\text{OH}^-$  связана с концентрацией ионов  $\text{H}^+$  ионным произведением воды:  $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$ . Отсюда  $[\text{H}^+] = 10^{-14} / [\text{OH}^-]$ .

Из уравнения диссоциации следует, что

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

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

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

#### 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 ( $c_{\text{Cr}^{3+}} = c_{\text{Sn}^{2+}} = 1$  моль/л); б) при концентрациях  $c_{\text{Cr}^{3+}} = c_{\text{Sn}^{2+}} = 0,01$  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.

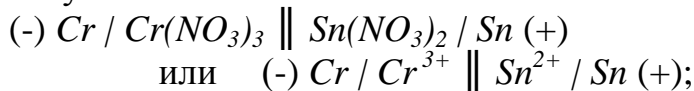
Сравним стандартные электродные потенциалы металлов:

$$E_{\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}^0}^0 = -0,74 \text{ В, } E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}^0}^0 = -0,14 \text{ В. Хром, как более активный металл,}$$

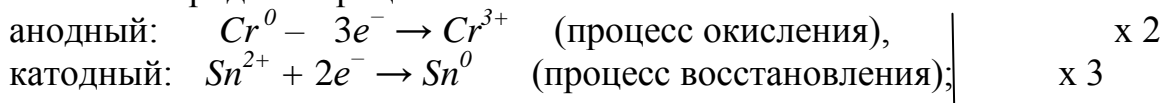


является анодом, а олово – катодом.

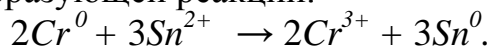
Запишем схему гальванического элемента:



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:

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

$$\mathcal{E}^0 = -0,14 - (-0,74) = 0,60 \text{ В};$$

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

$$E_{Sn^{2+}/Sn^0} = E_{Sn^{2+}/Sn^0}^0 + \frac{0,059}{2} \lg c_{Sn^{2+}},$$

$$E_{Sn^{2+}/Sn^0} = -0,14 + \frac{0,059}{2} \lg 10^{-2} = -0,14 + \frac{0,059}{2} \cdot (-2) = -0,20 \text{ В};$$

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

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

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 ( $E_{Fe^{2+}/Fe}^0 = -0,44$  В) чем никель, оно является анодом, а  $Ni$  – катодом ( $E_{Ni^{2+}/Ni}^0 = -0,25$  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  $Ni^0$ ):  $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ .

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

#### 7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Основные законы атомно-молекулярной теории: закон сохранения массы веществ, закон постоянства состава, закон Авогадро и следствие из него. Закон эквивалентов.
2. Классы неорганических соединений: оксиды, кислоты, основания, соли. Получение, свойства, применение в строительной практике.
3. Параметры и функции состояния термодинамической системы. Внутренняя энергия и энтальпия. Стандартная энтальпия образования сложного вещества. Тепловой эффект реакции. Закон Гесса и следствие из него.
4. Химическая кинетика в гомогенных системах. Средняя скорость реакции. Закон действия масс. Влияние температуры на скорость химической реакции. Энергия активации и активные молекулы. Правило Вант-Гоффа. Сущность катализа.
5. Процессы обратимые и необратимые. Константа химического равновесия и её значение для характеристики полноты протекания реакции. Условия смещения гомогенных и гетерогенных равновесий. Использование принципа Ле-Шателье в технологических процессах производства минеральных вяжущих и изделий на их основе.
6. Самопроизвольно протекающие процессы. Энтропия как мера неупорядоченности системы. Изменение энергии Гиббса как критерий самопроизвольного протекания процессов в неизолированных системах.
7. Общие квантово-механические представления о строении атома. Волновая функция, электронное облако, типы атомных орбиталей. Квантовые числа как характеристика состояния электронов в атоме: главное, орбитальное, магнитное, спиновое.
8. Принципы распределение электронов в атоме. Принцип Паули и правило Гунда. Последовательность заполнения атомных орбиталей в соответствии с их энергией. Правила Клечковского.
9. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Структура периодической системы Д.И. Менделеева, принцип

ее построения в соответствии со строением электронных оболочек.

10. Периодичность изменение свойств элементов. Зависимость окислительно-восстановительных свойств элементов от их положения в периодической системе. Энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность.
11. Квантово-механическое описание химической связи методом валентных схем (ВС). Механизм образования ковалентной связи. Свойства ковалентной связи: сигма- и пи-связи, направленность и энергия связи. Ковалентная связь полярная и неполярная. Диполь и дипольный момент. Ионная связь.
12. Растворы, термодинамика растворения. Физические и химические процессы при образовании растворов. Способы выражения концентрации растворов.
13. Понижение температуры замерзания растворов и использование этого явления в строительной практике.
14. Сущность электролитической диссоциации. Электролиты сильные и слабые. Степень и константы диссоциации. Электролитическая диссоциация сильных и слабых электролитов: кислот и оснований; средних, кислых и основных солей.
15. Реакции в растворах электролитов, как реакции их ионов. Условия протекания практически необратимых реакций двойного обмена. Правило написания ионно-молекулярных уравнений.
16. Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды  $K_w$ . Водородный показатель  $pH$  как характеристика активной реакции среды. Методы определения  $pH$  среды.
17. Гидролиз солей. Соли гидролизующиеся по аниону, по катиону, негидролизующиеся соли. Степень и константа гидролиза. Влияние внешних факторов на степень полноты гидролиза.
18. Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем по размеру частиц дисперсной фазы, способам получения, агрегатному состоянию фазы и среды. Гетерогенные дисперсные системы лиофобные и лиофильные (гидрофобные и гидрофильные). Золи, гели. Привести примеры.
19. Принципиальная неустойчивость гетерогенных дисперсных систем. Кинетический и молекулярно-адсорбционный фактор устойчивости. Коллоидная степень дисперсности. Структура мицеллы. Электрокинетический потенциал, заряд коллоидной частицы. Использование дисперсных систем в практике строительного материаловедения.
20. Механизм возникновения скачка потенциала на границе электрод-раствор. Определение электродных потенциалов с помощью электрода сравнения. Факторы, влияющие на величину электродного потенциала. Уравнение Нернста. Стандартный и реальный ряды электрохимической активности металлов.
21. Принцип действия гальванического элемента. Измерение и расчет ЭДС

- элемента.
22. Коррозия металлов и ущерб, наносимый протеканием коррозионных процессов. Химическая коррозия металлов. Электрохимическая коррозия металлов. Протекание коррозионных процессов при контакте двух металлов и при работе коррозионных микроэлементов. Особенности коррозии арматуры в железобетоне и влияние на долговечность материалов.
  23. Методы защиты металлов от коррозии. Выбор сплава и конструкции. Неметаллические и металлические защитные покрытия. Протекторная и катодная защита. Ингибиторы коррозии.
  24. Электролиз. Порядок разрядки ионов на электродах. Электролиз с неактивными и активными электродами. Применение электролиза.
  25. Вяжущие вещества, их назначение в производстве строительных материалов, конструкций. Воздушная строительная известь: сырьё, производство, твердение.
  26. Портландцемент. Сырьё для получения клинкера, физико-химические процессы при обжиге сырья, минеральный состав клинкера. Твердение портландцемента, минеральный состав цементного камня.
  27. Основные причины коррозии бетона и классификация коррозионных процессов по виду разрушения. Коррозия выщелачивания, углекислотная, магниезиальная, сульфатная. Значение коррозионных процессов для долговечности материалов.
  28. Полимеры. Классификация. Получение. Основные представители. Области их применения в строительной отрасли.
  29. Химическая идентификация. Алгоритм идентификации. Классификация методов идентификации. Химические и физико-химические методы идентификации, применяемые для изучения строительных материалов и изделий из них.

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

*Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 20 вопросов.*

*1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 60 % .*

*2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал не менее 60 %*

*3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал не менее 70%*

*4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал не менее 85 %*

#### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Строение вещества и	УК-1, ОПК-1	Тест, защита лабораторных

	реакционная способность веществ		работ,
2	Основы химической термодинамики и кинетики	УК-1, ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ,
3	Растворы. Дисперсные системы	УК-1, ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ,
4	Электрохимические процессы	УК-1, ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ,
5	Полимеры и олигомеры	УК-1, ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ,
6	Химическая идентификация	УК-1, ОПК-1	Тест, защита лабораторных работ,

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Коровин, Николай Васильевич. Общая химия [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям / Н. В. Коровин. - 14-е изд., перераб. - Москва : Академия, 2013. - 488, [1] с. : ил., табл.; 24 см. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат).; ISBN 978-5-7695-9864-7

2. Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учеб. пособие :

допущено МО СССР / Глинка, Николай Леонидович ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 18-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт , 2012

3. Химия [Текст] : учебное пособие / Воронеж. гос. архитектур.-строит. ун-т ; под общ. ред. Г. Г. Кривневой. - Воронеж : [б. и.], 2013

4. Химия : Учебное пособие для студентов заочной формы обучения всех направлений подготовки бакалавров / Кривнева Г. Г. - Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. - 132 с. - ISBN 978-5-89040-451-0. URL: <http://www.iprbookshop.ru/22675.html>

5. Вострикова, Г.Ю. Химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост. Г.Ю. Вострикова; Е.А. Хорохордина. - Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 92 с. - ISBN 978-5-890040-579-1. URL: <http://www.iprbookshop.ru/59133.html>

6. Барсукова, Л. Г. Физико-химия и технология полимеров, полимерных композитов : Учебное пособие / Барсукова Л. Г. - Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 146 с. - ISBN 978-5-89040-500-5. URL: <http://www.iprbookshop.ru/30852.html>

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

**Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

**Информационная справочная система**

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

**Современные профессиональные базы данных**

Elektrik.info

Адрес ресурса: <http://elektrik.info/beginner.html>

Электротехника. Сайт об электротехнике

Адрес ресурса: <https://electrono.ru>

Журнал ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Адрес ресурса: <https://www.booksite.ru/elektr/index.htm>

[Avtomotoklyb.ru](http://Avtomotoklyb.ru) — ремонт автотехники, советы автолюбителям, автосамodelки, мотосамodelки

Адрес ресурса: <http://avtomotoklyb.ru>

[Tehnari.ru](http://Tehnari.ru). Технический форум

Адрес ресурса: <https://www.tehnari.ru/>

[RC-aviation.ru](http://RC-aviation.ru) Радиоуправляемые модели

Адрес ресурса: <http://rc-aviation.ru/mchertmod>

[Masteraero.ru](http://Masteraero.ru) Каталог чертежей

Адрес ресурса: <https://masteraero.ru>  
Старая техническая литература  
Адрес ресурса: [http://retrolib.narod.ru/book\\_e1.html](http://retrolib.narod.ru/book_e1.html)  
Журнал ЗОДЧИЙ  
Адрес ресурса: <http://tehne.com/node/5728>  
Stroitel.club. Сообщество строителей РФ  
Адрес ресурса: <http://www.stroitel.club/>  
Floorplanner [планировка. 3-d архитектура]  
Адрес ресурса: <https://floorplanner.com/>  
Стройпортал.ру  
Адрес ресурса: <https://www.stroyportal.ru/>  
РемТраст  
Адрес ресурса: <https://www.remtrust.ru/>  
Строительный портал — социальная сеть для строителей.  
«Мы Строители»  
Адрес ресурса: <http://stroitelnii-portal.ru/>  
Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе  
свободного распространяемого ПО, используемого при осуществлении  
образовательного процесса  
Microsoft Office Word 2013/2007  
Microsoft Office Excel 2013/2007  
Microsoft Office Power Point 2013/2007  
Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic  
(многопользовательская лицензия)

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются специализированные лекционные аудитории, оснащенные оборудованием для лекционных демонстраций и проектором, стационарным экраном; учебные аудитории, оснащенные необходимым оборудованием; компьютерный класс, с доступом в сеть «Интернет» и необходимым программным обеспечением; помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой с выходом в сеть "Интернет"; библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотеки и доступом в электронную информационно-образовательную среду.

### ***Учебно-лабораторное оборудование***

1. Учебно-лабораторный комплекс «Химия»
2. Ионномер Н-160
3. Лабораторный рН-метр ЛПУ-01
4. Шкаф с вытяжной вентиляцией
5. Лабораторная химическая посуда
6. Аквадистиллятор

### ***Технические средства обучения***

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

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Химия» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.



Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

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 лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.



### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1.	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	Н.А. Драпалюк 
2.	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	Н.А. Драпалюк 
3.	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2021	Н.А. Драпалюк 