

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
В.А. Небольсин  
«10» декабря 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**  
**«Химия»**

**Направление подготовки** 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

**Профиль** Проектирование и технология радиоэлектронных средств

**Квалификация выпускника** бакалавр

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

**Форма обучения** очная / заочная

**Год начала подготовки** 2023 г.

Автор программы

А.В. Звягинцева

Заведующий кафедрой  
химии и химической  
технологии  
материалов

О.Б. Рудаков

Руководитель ОПОП

А.А. Пирогов

**Воронеж 2022**

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цели дисциплины:** изучение химических систем и фундаментальных законов химии с позиций современной науки. Формирование навыков экспериментальных исследований для изучения свойств веществ и их реакционной способности.

**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 ОПОП

Дисциплина «Химия» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

## 3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ОПК-1 - Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1       | знать основные законы и понятия химии, свойства основных классов неорганических и органических соединений, электронные структуры атомов и на их основе закономерности изменения свойств элементов и соединений, особенности образования химической связи в веществах, основы химической термодинамики и кинетики, основы электрохимических процессов, математическое оформление основных законов химии |
|             | уметь применять химические законы для решения практических задач, применять приобретенные знания из различных разделов химии для проведения химических процессов и синтеза химических продуктов для электронной промышленности                                                                                                                                                                         |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>владеть навыками практического применения законов химии для решения практических задач при конструировании радиоэлектронных средств; методами расчета параметров химических процессов для технологий производства радиоэлектронных средств.</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Химия» составляет 5 зачётных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

| Вид учебной работы                     | Всего часов | Семестры  |
|----------------------------------------|-------------|-----------|
|                                        |             | 1         |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>      | <b>72</b>   | <b>72</b> |
| В том числе:                           |             |           |
| Лекции                                 | 36          | 36        |
| Практические занятия (ПЗ)              |             |           |
| Лабораторные работы (ЛР)               | 36          | 36        |
| <b>Самостоятельная работа</b>          | <b>72</b>   | <b>72</b> |
| Курсовой проект (работа)               |             |           |
| Контрольная работа                     |             |           |
| Вид промежуточной аттестации – экзамен | 36          | 36        |
| Общая трудоемкость                     | час.        | 180       |
|                                        | зач. ед.    | 5         |

##### Заочная форма обучения

| Вид учебной работы                     | Всего часов | Семестры |            |
|----------------------------------------|-------------|----------|------------|
|                                        |             | у        | 1          |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>      | <b>14</b>   | <b>8</b> | <b>6</b>   |
| В том числе:                           |             |          |            |
| Лекции                                 | 4           | 2        | 2          |
| Практические занятия (ПЗ)              |             |          |            |
| Лабораторные работы (ЛР)               | 10          | 6        | 4          |
| <b>Самостоятельная работа</b>          | <b>157</b>  |          | <b>157</b> |
| Курсовой проект (работа)               |             |          |            |
| Контрольная работа                     |             |          |            |
| Вид промежуточной аттестации – экзамен | 9           |          | 9          |
| Общая трудоемкость                     | час.        | 180      | 8          |
|                                        | зач. ед.    | 5        | 5          |

## 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 | <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. Сродство 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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6    | 6         | 12  | 24         |
| 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> | 6    | 6         | 12  | 24         |
| 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. Вы-</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 6    | 6         | 12  | 24         |

|              |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |           |           |            |
|--------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
|              |                            | <p>ражение закона эквивалентов для растворов. Общие свойства растворов: давление пара растворов, кипение и кристаллизация растворов. Закон Рауля. Криоскопия, эбуллиоскопия. Осмос, осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа. 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. Коррозия металлов. Виды коррозии. Механизм электрохимической коррозии. Защита металлов от коррозии. Электролиз. Процессы, протекающие при электролизе водных растворов электролитов. Законы Фарадея.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6         | 6         | 12        | 24         |
| 5            | Полимеры и олигомеры       | <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6         | 6         | 12        | 24         |
| 6            | Химическая идентификация   | <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6         | 6         | 12        | 24         |
| <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 | Квантово-механические представления о строении атома. Двойственная природа электрона. Атомная орбиталь. Квантовые числа. Принцип минимальной энергии. Правило Клечковского. Принцип | 1    | 3         | 27  | 31         |

|   |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |   |    |      |
|---|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|----|------|
|   | веществ                                    | запрета Паули. Правило Гунда. Электронные конфигурации атомов и ионов.<br>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.<br>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.<br>Свойства и реакционная способность веществ, составляющих основу строительных материалов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |   |    |      |
| 2 | Основы химической термодинамики и кинетики | Химическая термодинамика. Основные понятия химической термодинамики. Параметры состояния. Термодинамические функции: внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, изобарно-изотермический потенциал. Первое и второе начала термодинамики.<br>Энергетика химических процессов. Закон Гесса и следствия из него. Энтальпии образования. Термохимические уравнения. Условия самопроизвольного протекания процессов в изолированных и неизолированных системах.<br>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.<br>Химическое равновесие. Термодинамическое и кинетическое условия состояния равновесия. Константа равновесия. Влияние изменения внешних условий на положение химического равновесия. Принцип Ле Шателье. Фазовое равновесие.<br>Закономерности химических процессов современных технологий производства строительных материалов. | 1   | 3 | 26 | 30   |
| 3 | Растворы. Дисперсные системы               | 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 для растворов.<br>Общие свойства растворов: давление пара растворов, кипение и кристаллизация растворов. Закон Рауля. Криоскопия, эбуллиоскопия. Осмос, осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.<br>Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Степень и константа диссоциации. Реакции в растворах электролитов. Ионные равновесия и их смещение.<br>Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Ме-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,5 | 1 | 26 | 27,5 |

|              |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |           |            |            |
|--------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|------------|------------|
|              |                            | тоды 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.                                         |          |           |            |            |
| 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. | 0,5      | 1         | 26         | 27,5       |
| 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.                                                                                                                                                          | 0,5      | 1         | 26         | 27,5       |
| 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,5      | 1         | 26         | 27,5       |
| <b>Итого</b> |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>4</b> | <b>10</b> | <b>157</b> | <b>171</b> |

Практическая подготовка при освоении дисциплины учебным планом не предусмотрена.

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Основные классы неорганических соединений  
 Определение тепловых эффектов химических реакций  
 Скорость химических реакций и химическое равновесие  
 Общие свойства растворов и равновесия в водных растворах электролитов  
 Гетерогенные дисперсные системы  
 Окислительно-восстановительные реакции  
 Электрохимические процессы  
 Свойства органических веществ и высокомолекулярных соединений

(полимеров)

Качественный и количественный химический анализ

Укажите перечень лабораторных работ

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

Не предусмотрено учебным планом.

## **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».

| <b>Компетенция</b> | <b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Критерии оценивания</b>                                                                    | <b>Аттестован</b>                                             | <b>Не аттестован</b>                                            |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| ОПК-1              | знать основные законы и понятия химии, свойства основных классов неорганических и органических соединений, электронные структуры атомов и на их основе закономерности изменения свойств элементов и соединений, особенности образования химической связи в веществах, основы химической термодинамики и кинетики, основы электрохимических процессов, математическое оформление основных законов химии; | Активная работа на лабораторных занятиях, выполнение индивидуальных заданий, тестовых заданий | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|                    | уметь применять химические законы для решения практических задач, применять приобретенные знания из различных разделов химии для проведения химических процессов и синтеза химических продуктов для электронной промышленности;                                                                                                                                                                         | Активная работа на лабораторных занятиях, выполнение индивидуальных заданий, тестовых заданий | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|                    | владеть навыками практического применения законов химии для решения практических задач при конструировании радиоэлектронных средств; методами расчета параметров химических процессов для технологий производства радиоэлектронных средств..                                                                                                                                                            | Активная работа на лабораторных занятиях, выполнение индивидуальных заданий, тестовых заданий | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

### **7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний**

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной и заочной форм обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Критерии оценивания                                      | Отлично                                                | Хорошо                                                                                | Удовл.                                                   | Неудовл.                             |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| ОПК-1       | знать основные законы и понятия химии, свойства основных классов неорганических и органических соединений, электронные структуры атомов и на их основе закономерности изменения свойств элементов и соединений, особенности образования химической связи в веществах, основы химической термодинамики и кинетики, основы электрохимических процессов, математическое оформление основных законов химии; | Тест                                                     | Выполнение теста на 90-100%                            | Выполнение теста на 80-90%                                                            | Выполнение теста на 70-80%                               | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | уметь применять химические законы для решения практических задач, применять приобретенные знания из различных разделов химии для проведения химических процессов и синтеза химических продуктов для электронной промышленности;                                                                                                                                                                         | 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 | Задачи не решены                     |
|             | владеть навыками практического применения законов химии для решения практических задач при конструировании радиоэлектронных средств; методами расчета параметров химических процессов для технологий производства радиоэлектронных средств..                                                                                                                                                            | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | 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 | 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.

- |   |     |   |     |
|---|-----|---|-----|
| O | 200 | O | 100 |
| O | 150 | O | 300 |

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

- ☐  $\text{Zn(OH)}_2 + \text{HCl}$
  - ☐  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
  - ☐  $\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4$
  - ☐  $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4$

4. В соответствии с термохимическим уравнением

$$\text{FeO}_{(\text{TB})} + \text{H}_2(\text{g}) = \text{Fe}_{(\text{TB})} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}), \Delta_r H^\circ = 23 \text{ kJ mol}^{-1}$$

для получения 560 г железа необходимо затратить кДж тепла.

- |   |     |   |     |
|---|-----|---|-----|
| O | 23  | O | 230 |
| O | 560 | O | 115 |

5. При нагревании белков в водных растворах кислот и щелочей происходит их ...

- |                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| <input type="radio"/> высаливание | <input type="radio"/> окисление |
| <input type="radio"/> конденсация | <input type="radio"/> 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.

- |   |   |  |   |   |
|---|---|--|---|---|
| O | 6 |  | O | 7 |
| O | 5 |  | O | 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...

- $$\begin{array}{ll} \text{O} & \text{Cu}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Cu}^{\circ} \\ \text{O} & \text{Ag}^{+} + \bar{e} = \text{Ag}^{\circ} \end{array} \qquad \begin{array}{ll} \text{O} & \text{Ag}^{\circ} - \bar{e} = \text{Ag}^{+} \\ \text{O} & \text{Cu}^{\circ} - 2\bar{e} = \text{Cu}^{2+} \end{array}$$

9. Реакцией полимеризации можно получить вещество, название которого

- |          |          |
|----------|----------|
| О перлон | О антрон |
| О найлон | О тефлон |

10. Свечение атомов, молекул или других частиц, возникающее при электронных переходах из возбужденного состояния в основное, называется...

- |                  |               |
|------------------|---------------|
| О эмиссией       | О релаксацией |
| О люминесценцией | О фотометрией |

11. Атомы углерода в молекуле  $C_2H_4$  находятся в состоянии \_\_\_\_ - гибридизации

☐  $sp^3$   
☐  $sp^2$

☐  $sp$   
☐  $sp^4$

12. Для смещения равновесия в системе  
 $H_2(г) + S(тв) = H_2S(г)$ ,  $\Delta_r H^\circ = -21 \text{ кДж}$   
в сторону образования сероводорода необходимо ..

☐ понизить давление

☐ повысить давление

☐ ввести катализатор

☐ понизить температуру

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

☐  $H_2S$   
☐  $CO_2$

☐  $H_2O$   
☐  $NaCl$

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  
☐ 16

☐ 4  
☐ 8

16. Для повышения температуры кипения раствора на  $1,04^\circ\text{C}$  ( $E_{H_2O} = 0,52 \text{ град.кг/моль}$ ) необходимо, чтобы концентрация растворенного в нём неэлектролита составляла \_\_\_\_\_ моль/кг.

☐ 2  
☐ 0,1

☐ 0,2  
☐ 1

17. Коэффициент перед молекулой восстановителя в уравнении реакции

$K_2Cr_2O_7 + NaNO_2 + H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + NaNO_3 + K_2SO_4 + H_2O$  равен

☐ 3

☐ 2

☐ 1

☐ 4

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

☐ Na и  $O_2$

☐ Na и  $SO_2$

☐  $\text{H}_2$  и  $\text{O}_2$

☐  $\text{H}_2$  и  $\text{S}$

19. При помощи лакмуса можно различить растворы солей

☐  $\text{FeCl}_2$  и  $\text{AlBr}_3$

☐  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{NaCl}$

☐  $\text{NaCl}$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_3$

☐  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и  $\text{CaBr}_2$

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

$\text{H}_2(\text{г}) + \text{Br}_2(\text{г}) = 2\text{HBr}(\text{г})$ , при условии ее элементарности, увеличится в \_\_\_\_\_ раз.

☐ 5

☐ 20

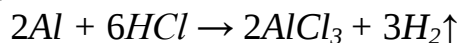
☐ 50

☐ 100

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

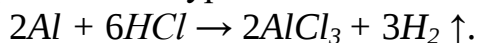
#### Тема 1. Основные стехиометрические законы и расчеты по уравнениям реакций

**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.

|                       | $\text{Al}$ | $\text{AlCl}_3$             | $\text{H}_2$ |
|-----------------------|-------------|-----------------------------|--------------|
| $M$ , г/моль          | 27          | $27 + 3 \cdot 35,5 = 133,5$ | 2            |
| $\nu$ , моль          | 2           | 2                           | 3            |
| $m = M \cdot \nu$ , г | 54          | 267                         | 6            |

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

54 г  $\text{Al}$  выделяют из кислоты (22,4·3) л водорода (по уравнению реакции)

2700 г  $\text{Al}$  выделяют из кислоты  $V_x$  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  $m_{AlCl_3}$

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 %

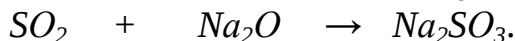
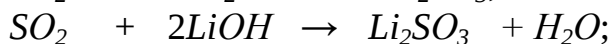
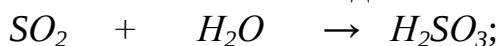
27 г Al составляют x %;

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

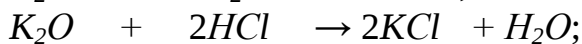
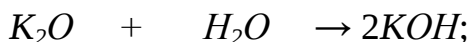
## Тема 2. Классы неорганических соединений

**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:

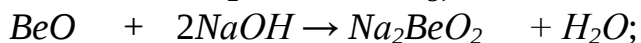
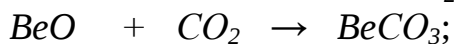
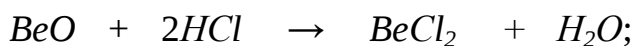


Оксид  $K_2O$  проявляет основные свойства, растворяется в воде с образованием основания. Взаимодействует с кислотами и кислотными оксидами с образованием солей в соответствии со следующими реакциями:



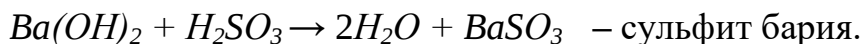
BeO – амфотерный оксид, нерастворимый в воде. Ему соответствует гидроксид, проявляющий кислотные свойства ( $H_2BeO_2$  – кислота) и основные свойства ( $Be(OH)_2$  – основание). Амфотерные оксиды взаимодействуют с

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.

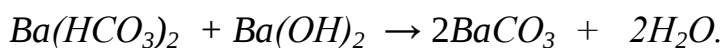
**Решение.**



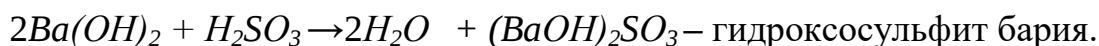
При недостаточном для образования средней соли количестве основания получается кислая соль:



Для превращения кислой соли в среднюю необходимо добавить основание:



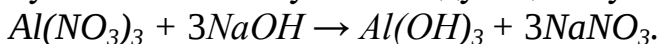
При недостаточном для образования средней соли количестве кислоты получается основная соль:



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:

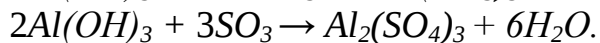
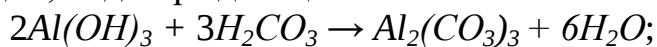


Гидроксид алюминия обладает амфотерными свойствами, т.е. двойственной природой, следовательно, может взаимодействовать как с кислотными, так и с основными оксидами, гидроксидами.

Реакции, подтверждающие кислотные свойства гидроксида:



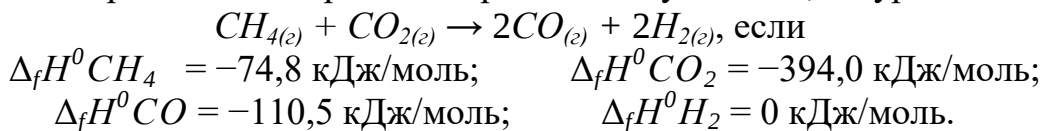
Реакции, подтверждающие основные свойства гидроксида:



### **Тема 3. Энергетика и направленность химических процессов**

**Задание 1.** Рассчитайте тепловой эффект химической реакции, проте-

кающей 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):

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

$$\Delta H^0 = (2 \cdot \Delta_f H^0 \text{CO}_{(g)} + 2 \cdot \Delta_f H^0 \text{H}_{2(g)}) - (\Delta_f H^0 \text{CH}_{4(g)} + \Delta_f H^0 \text{CO}_{2(g)}).$$

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

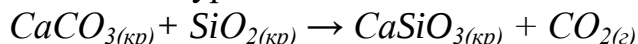
Так как  $\Delta H^0 > 0$ , то процесс *эндотермический*.

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

$$\Delta H^0 = (\Delta_f H^0 \text{CO}_{2(g)} + \Delta_f H^0 \text{CaSiO}_{3(\text{кр})}) - (\Delta_f H^0 \text{SiO}_{2(\text{кр})} + \Delta_f H^0 \text{CaCO}_{3(\text{кр})}).$$

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

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

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

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).

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

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

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

$$\Delta S^0 = S^0 \text{CO}_{2(g)} + S^0 \text{CaSiO}_{3(\text{кр})} - S^0 \text{SiO}_{2(\text{кр})} - S^0 \text{CaCO}_{3(\text{кр})},$$

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

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

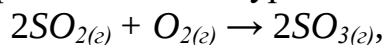
$$\Delta G^0 = 87,7 - 298 \cdot 0,179 = +34,36 \text{ кДж}.$$

Поскольку  $\Delta G^0 > 0$ , то данный процесс в стандартных условиях самопроиз-

вольно 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;

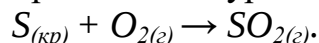
б) в данной реакции все вещества находятся в газообразном состоянии, поэтому при увеличении давления над системой в 3 раза объем уменьшится в три раза, а концентрация каждого из реагирующих веществ, следовательно, увеличится в 3 раза. Тогда кинетическое уравнение запишем:

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

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):

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

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

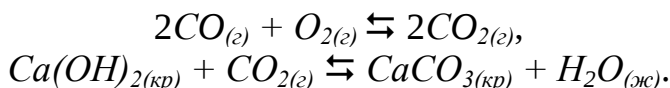
Чем выше скорость реакции, тем за более короткий промежуток времени она протекает, то есть время протекания реакции ( $\tau$ ) обратно пропорционально её скорости ( $v$ ) (это отражено в уравнении 3.5).

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

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

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

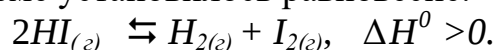
$$K = \frac{[CO_2]^2}{[CO]^2 \cdot [O_2]}.$$

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 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.

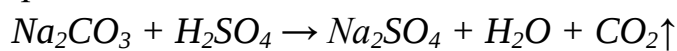
Для реакции:



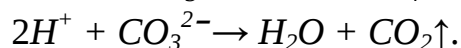
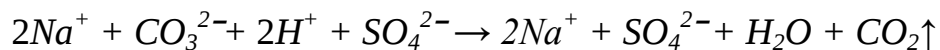
(полное ионно-молекулярное уравнение),



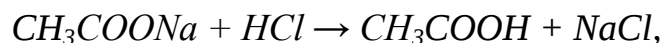
Реакция возможна, так как она сопровождается образованием трудно-растворимого соединения  $BaSO_4$ .



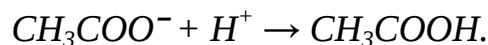
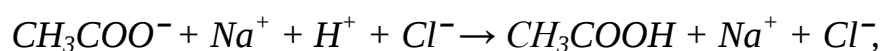
$\begin{matrix} p & p & p & \text{слаб.эл.} & \text{газ} \\ \text{сильн.эл.} & \text{сильн.эл.} & \text{сильн.эл.} & & \end{matrix}$



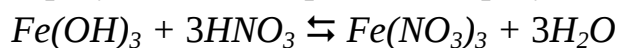
Реакция протекает, так как сопровождается образованием газообразного соединения  $CO_2$  и слабого электролита  $H_2O$ .



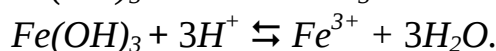
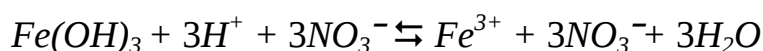
$\begin{matrix} p & p & p & p \\ \text{сильн.эл.} & \text{сильн.эл.} & \text{слаб.эл.} & \text{сильн.эл.} \end{matrix}$



В результате этой реакции образуется слабый электролит  $CH_3COOH$ .



$\begin{matrix} n & p & p & \text{слаб.эл.} \\ \text{слаб.эл.} & \text{сильн.эл.} & \text{сильн.эл.} & \end{matrix}$



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

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

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

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

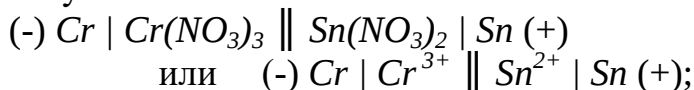
**Задача.** Гальванический элемент состоит из хромового и оловянного электродов в растворах их нитратов. Составьте схему гальванического элемента, напишите уравнения электродных процессов и токообразующей реакции. Вычислите ЭДС: а) при стандартных условиях ( $C_{Cr^{3+}} = C_{Sn^{2+}} = 1$  моль/л);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

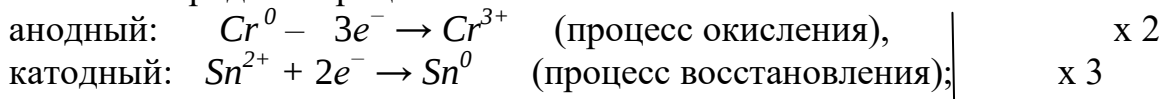
граница между растворами электролитов – двойной вертикальной чертой. Анод записывается слева.

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

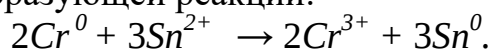
Запишем схему гальванического элемента:



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:

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

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

$$\begin{aligned} E_{Sn^{2+}/Sn^0} &= E_{Sn^{2+}/Sn^0}^0 + \frac{0,059}{2} \lg c_{Sn^{2+}}, \\ E_{Sn^{2+}/Sn^0} &= -0,14 + \frac{0,059}{2} \lg 10^{-2} = -0,14 + \frac{0,059}{2} \cdot (-2) = -0,20 \text{ В}; \\ E_{Cr^{3+}/Cr^0} &= E_{Cr^{3+}/Cr^0}^0 + \frac{0,059}{3} \lg c_{Cr^{3+}}, \\ E_{Cr^{3+}/Cr^0} &= -0,74 + \frac{0,059}{3} \lg 10^{-2} = -0,74 + \frac{0,059}{3} \cdot (-2) = -0,78 \text{ В}; \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= E_{Sn^{2+}/Sn^0} - E_{Cr^{3+}/Cr^0}, \\ \mathcal{E} &= -0,20 - (-0,78) = 0,58 \text{ В}. \end{aligned}$$

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  $Ni^0$ ):  $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ .

## 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.

### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой (1 семестр)

#### *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 изменения 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***

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 pH среды при гидролизе. Влияние внешних факторов на степень полноты гидролиза. Буферные системы.

## **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

## **(2 семестр)**

### ***Дисперсные системы***

Гетерогенные дисперсные 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.

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

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 20 вопросов и задачу. 1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

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

### **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 методике 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. Спиридонов, Б.А. Курс общей химии : Учеб. пособие. Ч.1. – Воронеж :

- ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008. – 185 с.
2. Спиридонов, Б.А. Курс общей химии : Учеб. пособие. Ч.2. – Воронеж : ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008.— 207 с.
  3. Общая химия : учебно-методическое пособие / М. Н. Тер-Акопян, В. Г. Лобанова, О. М. Балашова, Ю. В. Соколова; под редакцией В. И. Деляна. - Общая химия ; Весь срок охраны авторского права. - Москва : Издательский Дом МИСиС, 2012. - 135 с. - Текст. - Весь срок охраны авторского права. - ISBN 978-5-87623-580-0. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/97854.html>
  4. Глинка, Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии : Учеб. пособие / под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной. - Изд. стереотип. – М. : ИНТЕГРАЛ-ПРЕСС, 2011.— 240 с.— ISBN 5-89602-015-5.
  5. Спиридонов, Б. А. Практикум по общей химии [Текст] : учебное пособие / ФГБОУ ВО «Воронеж. гос. техн. ун-т». – Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2018. – 99 с. : табл. : ил.— Библиогр.: с. 94 (4 назв.). – ISBN 978-5-7731-0672-2 .
  6. Глоссарий по химии : методические указания к самостоятельной работе для студентов всех направлений подготовки бакалавров, обучающихся дистанционно. – Воронеж : [б. и.], 2013 –1 электрон. опт. диск
  7. Методические указания к выполнению лабораторных работ по теме «Гальванические покрытия, используемые в изделиях электронной техники» по дисциплине «Химия» для студентов направлений 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») и 12.03.03 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение») очной формы обучения [Электронный ресурс] / Каф. химии; Сост. Б. А. Спиридонов. - Электрон. текстовые, граф. дан. (242 Кб ). - Воронеж : ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2015. – Режим доступа: [МУ ГАЛЬВАНО 2015](#)

**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:**

Перечень ПО, включая перечень лицензионного программного обеспечения:

ОС Windows 7 Pro;

Google Chrome;  
Microsoft Office 64-bit  
Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:  
<http://window.edu.ru> – единое окно доступа к информационным ресурсам;  
<http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование»;  
Образовательный портал ВГТУ;  
<http://www.iprbookshop.ru/> – электронная библиотечная система IPRbooks;  
[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) – научная электронная библиотека  
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы:  
<https://studopedia.ru> – информационный сайт для студентов разных предметных областей;  
<http://www.ximicat.com> – информационный сайт Химический каталог  
<http://www.chem.msu.ru/rus> – Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ

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

Учебная аудитория для проведения учебных занятий (лекционных занятий), оснащенная следующим оборудованием:

- персональный компьютер с установленным ПО, подключенный к сети Интернет;
- мультимедийный проектор;
- экран настенный;
- магнитно-маркерная доска

Учебная аудитория для проведения учебных занятий (лабораторных занятий), оснащенная следующим оборудованием:

- персональный компьютер с установленным ПО, подключенный к сети Интернет;
- мультимедийный проектор;
- экран переносной;
- магнитно-маркерная доска;
- химреактивы;
- химическая посуда;
- учебно-лабораторный комплекс «Химия»;
- кино- и видеофильмы;
- плакаты: периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, таблица растворимости кислот, солей и оснований;
- вытяжной шкаф;
- ионметр

Помещение (Читальный зал) для самостоятельной работы с выходом в

сеть «Интернет» и доступом в электронно-библиотечные системы и электронно-информационную среду, укомплектованное следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 10 шт.;
- принтер;
- магнитно-маркерная доска;
- переносные колонки;
- переносной микрофон.

## **10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

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. Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в его тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения

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

Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- выполнение домашних заданий и типовых расчетов;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиадах;
- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией. При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уло-

вить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Рекомендуются составлять их краткий конспект.

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов. Для успешной сдачи экзамена необходимо заниматься систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед экзаменом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

| Вид учебных занятий                   | Деятельность студента                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекция                                | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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:<br>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;<br>- выполнение домашних заданий и расчетов;<br>- работа над темами для самостоятельного изучения;<br>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;<br>- подготовка к промежуточной аттестации.                                                        |
| 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 зачетом с оценкой, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.                                                                                                                                                                                                                                                         |

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| №<br>п/п | Перечень вносимых изменений | Дата<br>внесения<br>изменений | Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП |
|----------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1        |                             |                               |                                                                |
| 2        |                             |                               |                                                                |
| 3        |                             |                               |                                                                |