

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета Строительного  
Строительный Панфилов Д.В. /  
подпись И.О. Фамилия  
31 августа 2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«Химия»**

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

**Направление подготовки (специальность)** 08.03.01 Строительство  
подготовки/специальности код и наименование направления

**Профиль (специализация)** Экспертиза и управление недвижимостью  
наименование профиля/программы

**Квалификация выпускника** бакалавр

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

**Форма обучения** Очная/Заочная

**Год начала подготовки** 2021 г.

**Автор(ы) программы** О.Б. Рудаков  
подпись

**Заведующий кафедрой  
Химии и химической  
технологии материалов** О.Б. Рудаков  
наименование кафедры, реализующей дисциплину подпись

**Руководитель ОПОП** Е.А. Чеснокова

**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 обязательной части блока Б1.

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

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

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

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

| <b>Компетенция</b> | <b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>                                                                                                                                                 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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.                                                                                                                                                                                                        |
| 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                                                               |

#### 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:<br>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, энтальпия, энтропия, изобарно-изотермический потенциал. Первое и второе начала                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 8    | 8         | 12  | 28         |

|   |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |   |    |    |
|---|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|----|----|
|   |                                            | <p>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. 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 | <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. Выражение закона эквивалентов для растворов.</p> <p>Общие свойства растворов: давление пара растворов, кипение и кристаллизация растворов. Закон Рауля. Криоскопия, эбуллиоскопия. Осмос, осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.</p> <p>Растворы электролитов. Теория</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 10 | 6 | 12 | 28 |

|   |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |    |    |    |
|---|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----|----|
|   |                            | <p>электролитической диссоциации Аррениуса. Степень и константа диссоциации. Реакции в растворах электролитов. Ионные равновесия и их смещение.</p> <p>Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Методы определения pH. pH-индикаторы. Гидролиз солей. Соли, гидролизующиеся по аниону, по катиону, негидролизующиеся соли. Изменение pH среды при гидролизе. Буферные системы.</p> <p>Дисперсные системы, их классификация, методы получения. Термодинамическая неустойчивость гетерогенных дисперсных систем. Поверхностные явления и адсорбция. Коллоидные растворы. Кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидных систем. Коагуляция. Седиментация. Строительные материалы как искусственные дисперсные системы.</p> |   |    |    |    |
| 4 | Электрохимические процессы | <p>Электрохимические системы. Электродный потенциал, механизм его возникновения. Уравнение Нернста. Электрохимический ряд напряжений металлов. Типы электродов.</p> <p>Гальванические элементы. Измерение электродвижущей силы. Поляризация и перенапряжение. Химические источники тока: первичные гальванические элементы, аккумуляторы, топливные элементы.</p> <p>Коррозия металлов. Виды коррозии. Механизм электрохимической коррозии. Защита металлов от коррозии. Электролиз. Процессы, протекающие при электролизе водных растворов электролитов. Законы Фарадея.</p>                                                                                                                                                                                             | 8 | 10 | 12 | 30 |
| 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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4 | 4  | 12 | 20 |

|              |                          |                                                                                                                                                                                                                                                            |           |           |           |            |
|--------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
|              |                          | Деструкция полимеров.<br>Биополимеры: полисахариды, полиизопрены, белки.<br>Строительные материалы на основе высокомолекулярных соединений.<br>Применение полимеров при изготовлении бетонов.                                                              |           |           |           |            |
| 6            | Химическая идентификация | Химическая идентификация веществ. Аналитический сигнал. Основы качественного и количественного анализа. Качественные реакции на ионы. Химические, физико-химические и физические методы анализа и их использование в современных строительных технологиях. | 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. 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. | 2    | 2         | 26  | 30         |
| 2     | Основы химической                                   | Химическая термодинамика.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2    | 2         | 26  | 30         |

|   |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |    |    |
|---|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----|----|
|   | термодинамики и кинетики     | <p>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. 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 для растворов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | - | - | 28 | 28 |

|   |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |   |    |    |
|---|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----|----|
|   |                            | <p>Общие свойства растворов: давление пара растворов, кипение и кристаллизация растворов. Закон Рауля. Криоскопия, эбуллиоскопия. Осмос, осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.</p> <p>Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Степень и константа диссоциации. Реакции в растворах электролитов. Ионные равновесия и их смещение.</p> <p>Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Методы определения pH. pH-индикаторы. Гидролиз солей. Соли, гидролизующиеся по аниону, по катиону, негидролизующиеся соли. Изменение pH среды при гидролизе. Буферные системы.</p> <p>Дисперсные системы, их классификация, методы получения. Термодинамическая неустойчивость гетерогенных дисперсных систем. Поверхностные явления и адсорбция. Коллоидные растворы. Кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидных систем. Коагуляция. Седиментация. Строительные материалы как искусственные дисперсные системы.</p> |   |   |    |    |
| 4 | Электрохимические процессы | <p>Электрохимические системы. Электродный потенциал, механизм его возникновения. Уравнение Нернста. Электрохимический ряд напряжений металлов. Типы электродов.</p> <p>Гальванические элементы. Измерение электродвижущей силы. Поляризация и перенапряжение. Химические источники тока: первичные гальванические элементы, аккумуляторы, топливные элементы.</p> <p>Коррозия металлов. Виды коррозии. Механизм электрохимической коррозии. Защита металлов от коррозии. Электролиз. Процессы, протекающие при электролизе водных растворов электролитов. Законы Фарадея.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | - | - | 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. Качественные реакции на ионы. Химические, физико-химические и физические методы анализа и их использование в современных строительных технологиях.                                                                                                                                      | -        | -        | 27         | 27         |
| <b>Итого</b> |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>4</b> | <b>4</b> | <b>163</b> | <b>171</b> |

## 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                                                   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 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 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 |
| 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  | Отчет по лабораторным работам, тест                      | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

|  |                                                                                                                                                                                                                        |                                                          |                                                               |                                                                 |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|  | 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 |

### 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.                             |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 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 | 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                     |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                          |                                                        |                                                                                       |                                                          |                                      |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|       | участниками деятельности.                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                          |                                                        |                                                                                       |                                                          |                                      |
|       | 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 | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
| 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%                               | В тесте менее 70% правильных ответов |
|       | 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 | Задачи не решены                     |
|       | владеть навыками проведения химического эксперимента, способами расчета термодинамических и кинетических параметров химических процессов и базовыми способами теххимического контроля качества строительных                                                                          | 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                     |

|  |            |  |  |  |  |  |
|--|------------|--|--|--|--|--|
|  | материалов |  |  |  |  |  |
|--|------------|--|--|--|--|--|

## 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

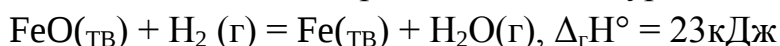
☐ 150    ☐ 300

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

☐  $\text{Zn(OH)}_2 + \text{HCl}$     ☐  $\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4$

☐  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$     ☐  $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4$

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  $\text{HЭО}_3$  - 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  
☐ нейлон                      ☐ тефлон

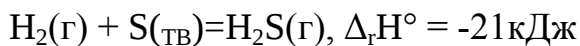
10. Свечение атомов, молекул или других частиц, возникающее при электронных переходах из возбужденного состояния в основное, называется...

- ☐ 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<sub>2</sub>

☐ Na и SO<sub>2</sub>

☐ H<sub>2</sub> и O<sub>2</sub>

☐ H<sub>2</sub> и S

19. При помощи лакмуса можно различить растворы солей

☐ FeCl<sub>2</sub> и AlBr<sub>3</sub>

☐ Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и NaCl

☐ NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>

☐ K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и CaBr<sub>2</sub>

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

H<sub>2</sub> (г) + Br<sub>2</sub> (г) = 2HBr(г), при условии ее элементарности, увеличится в \_\_\_ раз.

☐ 5

☐ 20

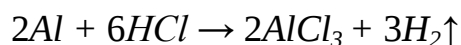
☐ 50

☐ 100

## 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

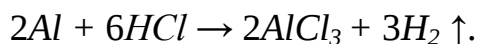
### Тема 1. Основные стехиометрические законы и расчеты по уравнениям реакций

**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.

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

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

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

2700 г Al выделяют из кислоты V<sub>x</sub> л водорода (по условию задачи);

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

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

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

или по формуле (1.3):

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

Абсолютную плотность водорода рассчитаем по формуле (1.6):

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

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

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

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 %

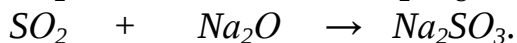
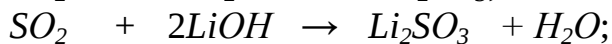
27 г Al составляют  $x$  %;

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

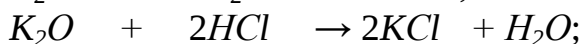
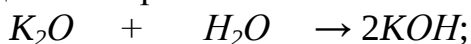
## Тема 2. Классы неорганических соединений

**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:

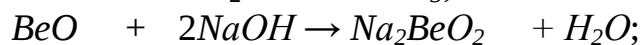
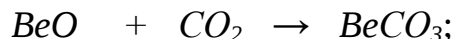
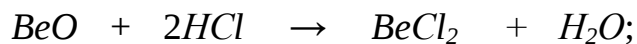


Оксид  $K_2O$  проявляет основные свойства, растворяется в воде с образованием основания. Взаимодействует с кислотами и кислотными оксидами с образованием солей в соответствии со следующими реакциями:



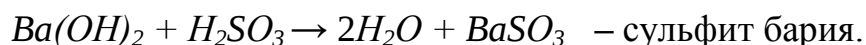
$BeO$  – амфотерный оксид, нерастворимый в воде. Ему соответствует гидроксид, проявляющий кислотные свойства ( $H_2BeO_2$  – кислота) и основные

свойства ( $\text{Be}(\text{OH})_2$  – 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.

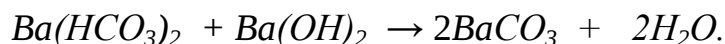
**Решение.**



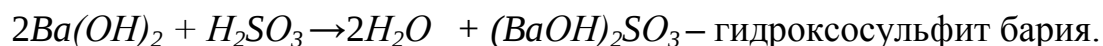
При недостаточном для образования средней соли количестве основания получается кислая соль:



Для превращения кислой соли в среднюю необходимо добавить основание:



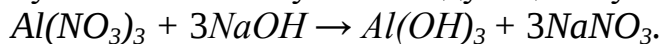
При недостаточном для образования средней соли количестве кислоты получается основная соль:



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:

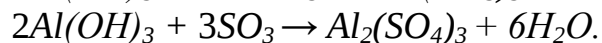
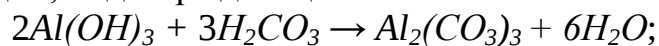


Гидроксид алюминия обладает амфотерными свойствами, т.е. двойственной природой, следовательно, может взаимодействовать как с кислотными, так и с основными оксидами, гидроксидами.

Реакции, подтверждающие кислотные свойства гидроксида:

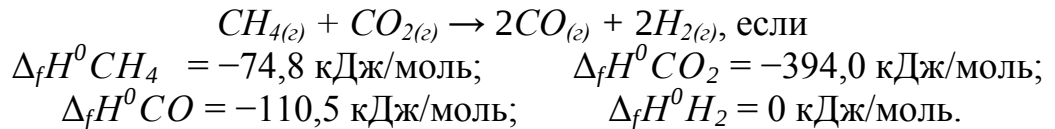


Реакции, подтверждающие основные свойства гидроксида:



### 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):

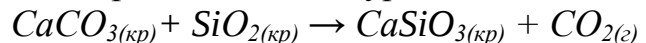
$$\Delta H^0 = \sum \nu \cdot \Delta_f H^0_{\text{прод. реак}} - \sum \nu \cdot \Delta_f H^0_{\text{исх. в-в}},$$
$$\Delta H^0 = (2 \cdot \Delta_f H^0 \text{CO}_{(g)} + 2 \cdot \Delta_f H^0 \text{H}_{2(g)}) - (\Delta_f H^0 \text{CH}_{4(g)} + \Delta_f H^0 \text{CO}_{2(g)}).$$
$$\Delta H^0 = 2 \cdot (-110,5) + 2 \cdot 0 - (-74,8 - 394,0) = 247,8 \text{ кДж}.$$

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).

$$S^0 \text{CaCO}_{3(\text{кр})} = 92,9 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}; \quad S^0 \text{SiO}_{2(\text{кр})} = 42,1 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К};$$
$$S^0 \text{CO}_{2(g)} = 231,5 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}; \quad S^0 \text{CaSiO}_{3(\text{кр})} = 82,0$$

Дж/моль·К.

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

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

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

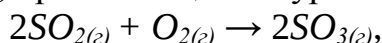
Рассчитаем  $\Delta G^0$ , воспользовавшись найденными значениями  $\Delta H^0$  и  $\Delta S^0$ :

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

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

$$v = k \cdot c_{\text{SO}_2}^2 \cdot c_{\text{O}_2},$$

а) запишем кинетическое уравнение при концентрации  $\text{SO}_2$  в два раза больше исходной:

$$v' = k \cdot (2c_{\text{SO}_2})^2 \cdot c_{\text{O}_2} = 4 \cdot k \cdot (c_{\text{SO}_2})^2 \cdot c_{\text{O}_2}.$$

Затем находим отношение скоростей процесса:

$$\frac{v'}{v} = \frac{4 \cdot k \cdot (c_{\text{SO}_2})^2 \cdot c_{\text{O}_2}}{k \cdot (c_{\text{SO}_2})^2 \cdot c_{\text{O}_2}} = 4.$$

Таким образом, при увеличении концентрации  $\text{SO}_2$  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:

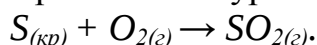
$$v' = k \cdot (3c_{\text{SO}_2})^2 \cdot 3c_{\text{O}_2} = 27 \cdot k \cdot (c_{\text{SO}_2})^2 \cdot c_{\text{O}_2}.$$

Следовательно,

$$\frac{v'}{v} = \frac{27 \cdot k \cdot (c_{\text{SO}_2})^2 \cdot c_{\text{O}_2}}{k \cdot (c_{\text{SO}_2})^2 \cdot c_{\text{O}_2}} = 27.$$

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 объёма 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):

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

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

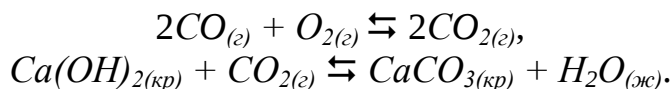
Чем выше скорость реакции, тем за более короткий промежуток времени она протекает, то есть время протекания реакции ( $\tau$ ) обратно пропорционально её скорости ( $v$ ) (это отражено в уравнении 3.5).

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

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

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:

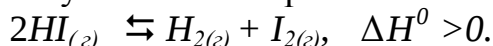
$$K = \frac{[\text{CO}_2]^2}{[\text{CO}]^2 \cdot [\text{O}_2]}.$$

Реакция  $\text{Ca(OH)}_{2(кр)} + \text{CO}_{2(г)} \rightleftharpoons \text{CaCO}_{3(кр)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$  гетерогенная, поэтому в выражение для константы равновесия входят концентрации веществ, находящихся в жидком или газообразном агрегатном состоянии. Выражение константы равновесия имеет вид:

$$K = \frac{[\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2]}.$$

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  $\text{H}_2$  и  $\text{I}_2$ , 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  $\text{H}_2$  и  $\text{I}_2$ , что приведет к увеличению скорости прямой реакции.

## Тема 6. Растворы электролитов

**Задача 1.** Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия между растворами  $\text{BaCl}_2$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$  и  $\text{HCl}$ ,  $\text{Fe(OH)}_3$  и  $\text{HNO}_3$ .

При составлении ионно-молекулярных уравнений эти соединения

записывают в молекулярной форме, сильные растворимые электролиты – в виде ионов.

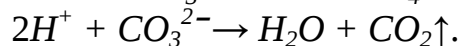
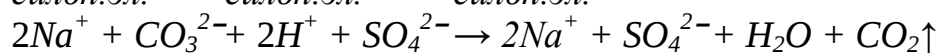
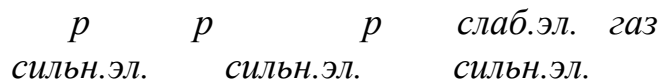
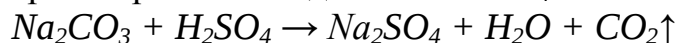
Для реакции:



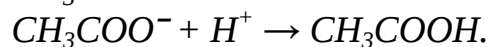
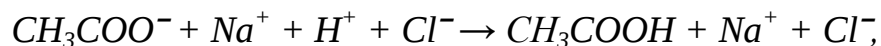
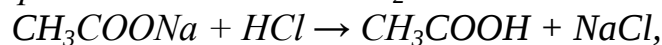
$\text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^- + 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^-$  (полное ионно-молекулярное уравнение),



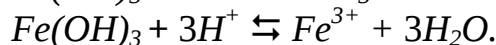
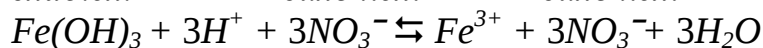
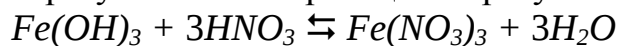
Реакция возможна, так как она сопровождается образованием труднорастворимого соединения  $\text{BaSO}_4$ .



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

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

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

## 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

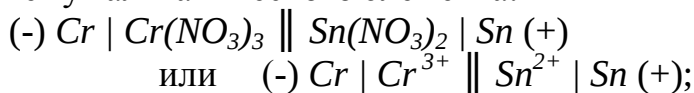
### Тема 10. Электродные потенциалы и гальванические элементы

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

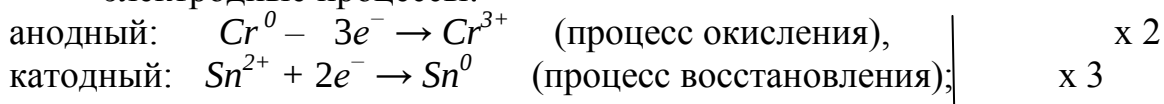
**Решение.** При схематической записи гальванического элемента граница раздела между металлом и раствором обозначается вертикальной чертой, граница между растворами электролитов – двойной вертикальной чертой. Анод записывается слева.

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

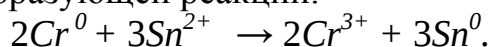
Запишем схему гальванического элемента:



электродные процессы:



уравнение токообразующей реакции:



Вычислим электродвижущую силу (ЭДС):

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

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

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:

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

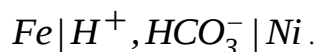
$$\varepsilon = -0,20 - (-0,78) = 0,58 \text{ В.}$$

## 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  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ , которая диссоциирует по уравнению  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ . Таким образом, раствор, в котором находится изделие, будет проводить электрический ток, и окислителем в нем являются катионы  $\text{H}^+$ . Коррозия, следовательно, протекает по электрохимическому механизму.

Запишем схему возникшего коррозионного элемента:



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

На поверхности железа (анода) происходит процесс окисления.

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

Железо в виде ионов  $\text{Fe}^{2+}$  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  $\text{Ni}^0$ ):  $2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2$ .

### 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 реакционная способность | УК-1, ОПК-1                    | Тест, защита лабораторных работ, |

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

**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:**

- Microsoft Office Word 2013/2007
- Microsoft Office Excel 2013/2007
- Microsoft Office Power Point 2013/2007
- Microsoft Office Outlook 2013/2007
- Microsoft Office Outlook Buisness 2013/2007
- Microsoft Office Office Publisher 2013/2007
- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic– (многопользовательская лицензия)
- ABBYY FineReader 9.0
- Microsoft Win SL 8.1 Russian Academic OPEN 1 License NP LEVEL– Legalization GET Genuine
- MAPK-SQL
- Acrobat Professional 11.0
- MLP
- ПО "Программная система для обнаружения текстовых заимствований– в учебных и научных работах "Антиплагиат.ВУЗ" версии 3.3"
- ПО "Модуль поиска текстовых заимствований
- "Объединенная– коллекция""
- "Программная система для обнаружения текстовых заимствований в– учебных и научных работах "Антиплагиат.ВУЗ""
- Модуль "Программный комплекс поиска текстовых заимствований в– открытых источниках сети интернет "Антиплагиат-интернет""
- Модуль обеспечения поиска текстовых заимствований по коллекции– диссертаций и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ)
- Модуль поиска текстовых заимствований по коллекции научной– электронной библиотеки eLIBRARY.RU
- Справочная Правовая Система КонсультантПлюс: договор с ООО– «Информсвязь - КонсультантПлюс»
- Компьютерная программа «СтройКонсультант»: договор с ООО– «Национальным центром передовых информационных технологий, ИЦ»
- Kaspersky Internet Security Multi-Device Russian Edition.
- 3-Device 1 year
- Base Box NK7-00031 IdentityMgrCal SNGL SA OLP NL
- UsrCAL
- 7zip
- Moodle
- Skype

- OpenOffice
- Adobe Acrobat Reader
- Adobe Flash Player NPAPI
- PDF24 Creator– LibreOffice
- <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ
- – <http://window.edu.ru>– <https://wiki.cchgeu.ru/>

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

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

- |                                         |             |
|-----------------------------------------|-------------|
| 1. Учебно-лабораторный комплекс «Химия» | -ауд. 6421  |
| 2. Ионномер Н-160                       | - ауд. 6421 |
| 3. Лабораторный рН-метр ЛПУ-01          | - ауд. 6421 |
| 4. Шкаф с вытяжной вентиляцией          | - ауд. 6421 |
| 5. Лабораторная химическая посуда       | - ауд. 6421 |
| 6. Аквадистиллятор                      | - ауд. 6422 |

### ***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; 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 усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:<br><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.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |