

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Егорова Галина Викторовна  
Должность: Проректор по учебной работе  
Дата подписания: 28.09.2023 10:47:23  
Уникальный программный ключ:  
4963a4167398d8232817460cf5aa768786817e23

**Министерство образования Московской области**  
**Государственное образовательное учреждение высшего образования**  
**Московской области**  
**«Государственный гуманитарно-технологический университет»**

УТВЕРЖДАЮ  
проректор



«16» мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.01.06 Физическая химия**

**Направление подготовки:** 44.03.05 «Педагогическое образование»

**Направленность (профили) программы:** «Биология», «Химия»

**Квалификация выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

Орехово-Зуево  
2023 г

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочая программа дисциплины составлена на основе учебного плана 44.03.05 Педагогическое образование по профилям «Биология», «Химия» очной формы обучения 2023 года начала подготовки.

При реализации образовательной программы университет вправе применять дистанционные образовательные технологии.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 2.1 Цели дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физическая химия» является формирование у студентов необходимых компетенций, позволяющих развить у обучающихся интеллектуальные и практические умения и навыки в области физико-химических основ прогнозирования, разработки, контроля, оптимизации различных технологических процессов, учебно-исследовательской деятельности по предмету на основе специальных научных знаний. Также целями дисциплины «Физическая химия» является формирование естественнонаучного мировоззрения, понимание основных закономерностей различных физико-химических, биологических и иных явлений природы и технологических процессов.

### 2.2 Задачи дисциплины

- ознакомление с основными разделами физической химии.;
- ознакомление с основными этапами развития физической, её современным состоянием;
- овладение методами работы на лабораторном оборудовании при проведении физико-химического анализа, в том числе, с использованием современных цифровых технологий;
- формирование навыков применения законов теоретической химии к решению практических вопросов химии;
- содействие становлению профессиональной компетентности бакалавра естественнонаучного образования на основе овладения содержанием дисциплины.

### 2.3 Знания и умения обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

<b>В результате изучения дисциплины «Аналитическая химия» студент должен обладать следующими компетенциями:</b>	<b>Коды формируемых компетенций</b>
<b>Профессиональные компетенции (ПК):</b>	
Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	ПК-1

### Индикаторы достижения компетенций

Код и наименование универсальной компетенции	Наименование индикатора достижения универсальной компетенции
ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	ПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета).

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Физическая химия» относится к Блоку 1 части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы (Б1.В.01.06).

Программа курса предполагает наличие у студентов знаний по дисциплинам: «Общая химия», «Неорганическая химия».

Знания настоящей дисциплины необходимы для изучения таких дисциплина как: «Коллоидная химия», «Биогеохимия», «Прикладная химия», «Решение расчетных задач в школьном курсе химии», «Учебный химический эксперимент», «Химическая технология», а также для выполнения и защита выпускной квалификационной работы.

### 4. ОБЪЕМ дисциплины

#### 4.1. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Распределение учебного времени по семестрам, темам и видам учебных занятий.

№п/п	Тема	Всего часов	Виды учебных занятий	Промежуточная аттестация

		Семестр		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов	
				Лекции	ЛЗ		
1	Тема 1. Введение. Основы химической термодинамики	8	36	6	10	20	
2	Тема 2. Химическая кинетика и катализ.	8	22	4	8	10	
3	Тема 3. Растворы	8	22	4	8	10	
4	Тема 4. Электрохимия	8	28	4	10	14	
	Промежуточная аттестация – зачет с оценкой	8					
	Итого:	<b>8</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	

## 4.2. Содержание дисциплины (модуля) структурированное по темам (разделам)

### Очная форма обучения

### Лекции

#### *Тема 1. Введение. Основы химической термодинамики*

Предмет и содержание физической химии. Место физической химии в естествознании. Физическая химия как теоретическая основа химии. Коллоидная химия и ее связь с физической химией. Развитие физической и коллоидной химии как науки. Вклад в развитие науки русских и советских ученых: М. В. Ломоносова, Н. И. Бекетова, Д. И. Менделеева, А. М. Бутлерова, Д. П. Коновалова, Н. С. Курнакова, И. А. Каблукова, В. И. Кистяковского, Н. Н. Семенова, А. Н. Фрумкина, П. А. Ребиндера. Роль физической и коллоидной химии в химической промышленности и биологии. Значение физической и коллоидной химии в подготовке учителя химии и биологии. Роль физической и коллоидной химии в формировании материалистического мировоззрения у студентов

Историческая справка. Предмет химической термодинамики. Роль термодинамики в изучении химических процессов.

Основные понятия: «тело», «система», «состояние», «процесс». Формы существования материи. Формы энергии. Формула Эйнштейна.

Уравнение состояния идеального газа Менделеева — Клапейрона. Смесь газов. Закон Дальтона. Основное уравнение кинетической теории газов.

Теплота и работа. Термические равновесия. Теплоемкость истинная и средняя. Теория теплоемкости газов и твердых веществ. Число степеней свободы. Мольная теплоемкость идеального газа при постоянном давлении. Работа расширения идеального газа. Зависимость теплоемкости от температуры.

*Первый закон термодинамики.* Понятие о внутренней энергии. Процессы при постоянном объеме и постоянном давлении. Энтальпия. Математическое выражение первого закона термодинамики. Процессы при постоянной температуре. Адиабатный процесс.

Частные случаи уравнения первого закона. Работа процессов: изобарного, изохорного, изотермического, адиабатного. Стандартные условия в термодинамике.

*Приложение первого закона термодинамики к химии.* Теплота реакции. Понятие о тепловом эффекте. Термодинамические и термохимические обозначения. Закон Гесса и вытекающие из него следствия. Термохимические уравнения. Энтальпия фазовых превращений, образования, сгорания, растворения. Энтальпийные диаграммы. Расчет энтальпии химических реакций, энергии связи, кристаллической решетки, гидратации, ионизации. Зависимость теплового эффекта (энтальпии) реакции от температуры.

*Второй закон термодинамики. Энтропия.* Процессы равновесные и неравновесные. Понятие об обратимых и необратимых процессах. Обратимое изотермическое расширение газа. Максимальная работа. Предсказание возможности и направленности процесса. Формулировки второго закона термодинамики (Клаузиуса и Томсона). Цикл Карно и максимальный коэффициент полезного действия.

Энтропия и вероятность. Статистическая интерпретация энтропии. Уравнение Больцмана. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. Математическое выражение второго закона термодинамики.

Применение второго закона термодинамики к изолированной системе. Критика идеалистической теории «тепловой смерти вселенной» и идеалистической концепции о неподчинении биологических объектов второму закону термодинамики. Абсолютная энтропия. Изменение энтропии при изменении объема системы и температуры, числа частиц, при фазовых превращениях. Термодинамические потенциалы Гиббса и Гельмгольца. Уравнение Гиббса – Гельмгольца. Физический смысл потенциалов Гиббса и Гельмгольца. Стандартные значения термодинамических величин. Условия самопроизвольного протекания процессов и достижения равновесия. Зависимость потенциала Гиббса от температуры и давления. Термодинамика химического равновесия.

## **Тема 2. Химическая кинетика и катализ.**

Законы химической кинетики. Общие понятия и определения, скорость химической реакции. Закон действующих масс и принцип независимости протекания реакций.

Кинетика химических реакций в закрытых системах. Односторонние реакции первого порядка. Односторонние реакции второго порядка. Методы определения порядка реакций. Двусторонние реакции первого порядка. Двусторонние реакции второго порядка. Параллельные односторонние реакции. Метод квазистационарных концентраций. Кинетика реакций в открытых системах.

Теория элементарного акта химического взаимодействия. Элементарный химический акт. Теория активных соударений. Теория активированного комплекса. Предэкспоненциальный множитель в уравнении Аррениуса по теории переходного состояния. Энергия активации химических реакций.

Цепные и фотохимические реакции.

Принципы каталитического действия. Основные понятия и определения. Особенности кинетики каталитических реакций. Энергия активации каталитических реакций. Взаимодействие реагентов с катализатором и принципы каталитического действия.

Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Окислительно-восстановительный катализ. Ферментативный катализ. Автокатализ, ингибирование. Применение и перспективы развития гомогенного катализа.

Гетерогенный катализ. Структура поверхности гетерогенных катализаторов. Адсорбция как стадия гетерогенно-каталитических реакций. Механизм гетерогенно-каталитических реакций. Применение гетерогенного катализа.

## **Тема 3. Растворы**

Коллигативные свойства растворов. Диффузия, осмос, осмотическое давление. Осмолярность и осмоляльность. Гипер-, гипо- и изотонические растворы в жизнедеятельности человека, в медицине и фармации. Давление насыщенного пара над раствором. Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания растворов. Законы Рауля.

Эбулио- и криометрические методы анализа. Определение молекулярной массы и изотонического коэффициента электролита эбуллиоскопическим методом. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри. Уравнение Сеченова.

Теория электролитической диссоциации С. Аррениуса. Закон разведения Оствальда. Активность и коэффициенты активности электролитов. Ионная сила (ионная крепость) раствора. Теория сильных электролитов Дебая и Хюккеля (статистическая теория растворов сильных электролитов). Скорость движения ионов в растворе. Числа переноса ионов. Удельная электропроводность (удельная электрическая проводимость) растворов электролитов. Эквивалентная и молярная электропроводность (электрическая проводимость) растворов электролитов. Закон независимого движения ионов Кольрауша. Применение теории сильных электролитов для объяснения особенности электропроводности растворов.

#### **Тема 4. Электрохимия**

Основные понятия. Механизм возникновения электродного потенциала. Двойной электрический слой. Зависимость ЭДС гальванического элемента от активностей реагентов. Уравнение Нернста.

Классификация обратимых электродов. Уравнения Нернста для потенциалов электродов первого, второго рода, окислительно-восстановительных и мембранных (ион – селективных) электродов. Химические гальванические цепи. Концентрационные гальванические цепи. Диффузионный потенциал. Определение термодинамических характеристик и констант равновесия реакций на основании измерений ЭДС гальванических цепей. Применение измерений ЭДС гальванических элементов для определения концентраций растворов. Потенциометрия (прямая потенциометрия, потенциометрическое титрование). Измерение ЭДС гальванических элементов. Химические источники тока. Топливные элементы. Электрохимическая коррозия металлов. Методы защиты от коррозии.

## **ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

### **Тема 1: Введение. Основы химической термодинамики**

#### **Лабораторная работа 1. «Расчеты по термохимическим уравнениям» (2 ч.)**

##### **Содержание:**

1. Выяснить роль термохимических уравнений и их отличие от стехиометрических уравнений
2. Объяснить суть понятий: теплота образования соединений, разложения соединений, гидратации, нейтрализации, растворения, разрушения кристаллической решетки как основных показателей для расчета тепловых эффектов реакций
3. Понимать различие в процессах, при которых протекают реакции и сущность законов термодинамики
4. Показать методы расчета тепловых эффектов химических реакций различными способами
5. Раскрыть содержание такого понятия, как тепловой эффект химической реакции, и объяснить его отличие от понятия энтальпия

#### **Лабораторная работа 2. «Расчет тепловых эффектов реакций, используя системы термохимических уравнений» (1 ч.)**

##### **Содержание:**

1. Выяснить роль системы термохимических уравнений
3. Понимать различие в процессах, при которых протекают реакции и сущность законов термодинамики
4. Показать методы расчета тепловых эффектов химических реакций, используя системы термохимических уравнений
5. Раскрыть содержание такого понятия, как тепловой эффект химической реакции, и объяснить его отличие от понятия энтальпия

**Лабораторная работа 3.** *«Расчет энтальпии реакций по энтальпии образования реагентов» (1ч.)*

**Содержание:**

1. Объяснить суть закона Гесса
2. Выяснить и разобрать следствия из закона Гесса
4. Показать методы расчета энтальпии химической реакции, используя следствия из закона Гесса
5. Охарактеризовать процессы изохорный и изобарный
6. Раскрыть содержание понятия энтальпия химической реакции, и объяснить отличие термохимического уравнения от термодинамического уравнения.

**Лабораторная работа 4.** *«Расчет энтропии реакций в стандартных условиях» (1ч.)*

**Содержание:**

1. Объяснить суть второго закона термодинамики и необходимость его установления
2. Выяснить и разобрать роль энтропии на направленность химической реакции
4. Показать методы расчета энтропии химической реакции, используя 1 следствие из закона Гесса
5. Раскрыть содержание понятия энтропия как мера беспорядка в системе
6. Дать формулировки второго закона термодинамики

**Лабораторная работа 5.** *«Расчеты энергии Гиббса, энергии Гельмгольца, максимальной работы» (1ч.)*

**Содержание:**

1. Объяснить суть третьего закона термодинамики и необходимость его установления.
2. Раскрыть содержание понятий изобарно-изотермического потенциала (энергия Гиббса) и изохорно-изотермического потенциала (энергия Гельмгольца)
2. Выяснить и разобрать роль энергии Гиббса и энергии Гельмгольца на направленность химической реакции
4. Показать методы расчета энергии Гиббса в стандартных и в отличных от стандартных
5. Дать формулировку третьего закона термодинамики
6. Раскрыть влияние энтальпийного и энтропийного факторов на направленность химической реакции

**Лабораторная работа 6.** *«Определение теплоты растворения соли» (1ч.)*

**Содержание:**

1. Изучить зависимость температуры от времени в ходе калориметрических процессов. Построить графики зависимостей, графически определить изменение температуры
2. Определить постоянную калориметра (теплоемкость калориметрической системы)
3. Определить удельную теплоту растворения неизвестной соли
4. Рассчитать относительную ошибку определения, используя табличные значения определяемых величин. Рассчитать предельную погрешность метода и сравнить полученные значения

**Лабораторная работа 7.** *«Определение теплоты нейтрализации сильной кислоты сильным основанием» (1ч.)*

**Содержание:**

1. Изучить зависимость температуры от времени в ходе калориметрических процессов. Построить графики зависимостей, графически определить изменение температуры
2. Рассчитать молярную теплоту нейтрализации
3. Рассчитать относительную ошибку определения и предельную погрешность метода; сравнить полученные величины

**Лабораторная работа 8.** *«Коллоквиум и контрольная работа» (2ч.)*

### **Содержание:**

1. Проверка теоретических знаний по теме
2. Проверка практических умений и навыков по теме

### **Тема 2: Химическая кинетика и катализ**

**Лабораторная работа 9.** *«Химическая кинетика. Основные понятия. Закон действующих масс для скорости реакции» (2ч.)*

#### **Содержание:**

1. Объяснить суть понятий скорость химической реакции, истинная и средняя скорости химической реакции
2. Раскрыть содержание закона действующих масс и границы его использования
3. Показать методы расчета скорости химической реакции, и ее зависимости от концентрации

**Лабораторная работа 10.** *«Влияние температуры на скорость реакции» (2ч.)*

#### **Содержание:**

1. Раскрыть содержание правила Вант-Гоффа
2. Объяснить суть энергии активации и уравнения Аррениуса
3. Показать методы расчета скорости реакции, и ее зависимости от температуры
4. Показать методы расчета энергии активации

**Лабораторная работа 11.** *«Изучение кинетики окислительно-восстановительной реакции» (2ч.)*

#### **Содержание:**

1. Изучить влияние концентрации, температуры и катализатора на скорость окислительно – восстановительной реакции
2. Построить графики зависимостей времени протекания окислительно - восстановительной реакции от концентрации и температуры.

**Лабораторная работа 12.** *«Коллоквиум и контрольная работа» (2ч.)*

#### **Содержание:**

1. Проверка теоретических знаний по теме
2. Проверка практических умений и навыков по теме

### **Тема 3: Растворы**

**Лабораторная работа 13.** *«Свойства растворов неэлектролитов: давление насыщенного пара над раствором, повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания растворов. Законы Рауля. Осмос» (4ч.)*

#### **Содержание:**

1. Раскрыть суть закона Рауля и закона Вант-Гоффа
2. Выяснить содержание понятий: давление пара растворителя, температура замерзания, температура кипения, осмос и осмотическое давление
3. Показать методы расчета свойств растворов неэлектролитов

**Лабораторная работа 14.** *«Свойства растворов электролитов: давление насыщенного пара над раствором, повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания растворов, изотонический коэффициент. Законы Рауля. Осмос» (1ч.)*

#### **Содержание:**

1. Выяснить отличие свойств растворов электролитов от неэлектролитов
2. Понимать различие растворов сильных и слабых электролитов
3. Показать методы расчета свойств растворов электролитов

**Лабораторная работа №15.** *«Определение удельной электрической проводимости слабых и сильных электролитов кондуктометрическим методом» (1ч.)*



**Содержание:**

- 1.Познакомиться с кондуктометрическим методом определения удельной электрической проводимости

**Лабораторная работа №16. «Коллоквиум и контрольная работа» (2ч.)****Учебные цели:**

- 1.Проверка теоретических знаний по теме
2. Проверка практических умений и навыков по теме

**Тема 4:Электрохимия****Лабораторная работа №17. «Электролиз растворов электролитов с различным типом электродов» (4ч.)****Содержание:**

1. Выяснить суть законов Фарадея
2. Объяснить суть понятий: электролиз, катод и анод, электрохимический ряд напряжения металлов, электролизер, катодные и анодные процессы
- 3.Понимать различие в процессах электролиза растворов и расплавов электролитов
- 4.Показать схемы записи уравнений электролиза растворов и расплавов электролитов с различным типом электродов
- 5.Провести электролиз растворов электролитов с различным типом электродов

**Лабораторная работа №18. «Определение потенциалов электродов и ЭДС гальванических элементов» (2ч.)****Содержание:**

1. Выяснить суть уравнения Нернста
2. Объяснить суть понятий: электродный потенциал, гальванический элемент, ЭДС гальванического элемента.
- 3.Понимать различие в катодных и анодных процессах при работе гальванического элемента.
- 4.Показать схемы записи электродных процессов при работе гальванического элемента.
5. Определение потенциалов электродов и ЭДС гальванических элементов Даниля-Якоби.

**Лабораторная работа №19. «Определение pH растворов потенциометрическим методом. Свойства буферных растворов» (2ч.)****Содержание:**

1. Познакомиться с потенциометрическим методом определения pH растворов электролитов
2. Определить pH, предложенных растворов электролитов

**Лабораторная работа №20. «Коллоквиум и контрольная работа» (2ч.)****Содержание:**

- 1.Проверка теоретических знаний по теме
2. Проверка практических умений и навыков по теме

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

Для организации самостоятельной работы обучающихся используется основная и дополнительная литература, электронные образовательные ресурсы, специализированные справочные материалы.

## Перечень литературы для самостоятельной работы:

1. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс] / "А. П. Беляев, В. И. Кучук; под ред. А. П. Беляева" - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.  
<http://old.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785970427668-0007.html>
2. Беляев А.П. Физическая и коллоидная химия: задачник.-М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014  
<http://old.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785970427668-0007.html>
3. Физическая химия. Химическая термодинамика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Тимакова Е.В. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016.  
<http://old.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778229334.html>
4. Физическая и коллоидная химия. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: учебное пособие / Под ред. А.П. Беляева - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012.  
<http://old.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970422076.html>
5. Ершов Ю.А. Коллоидная химия. Учебник. – М., «ГЭОТАР – Медиа», 2011.  
[http://stgmu.ru/userfiles/depts/general\\_bioorganic\\_chemistry/knigi/](http://stgmu.ru/userfiles/depts/general_bioorganic_chemistry/knigi/)
6. Ершов Ю.А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учеб. для вузов / Ю.А. Ершов [и др.]. – М.: Высш. шк., 2007. – 559 с.  
[http://stgmu.ru/userfiles/depts/general\\_bioorganic\\_chemistry/knigi/](http://stgmu.ru/userfiles/depts/general_bioorganic_chemistry/knigi/)
7. Мушкамбаров Н.Н. Физическая и коллоидная химия: курс лекций / Н.Н. Мушкамбаров. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2001. – 384 с.  
[https://www.studmed.ru/mushkambarov-nn-fizicheskaya-i-kolloidnaya-himiya\\_6d98436d4d5.html](https://www.studmed.ru/mushkambarov-nn-fizicheskaya-i-kolloidnaya-himiya_6d98436d4d5.html)
8. Физическая и коллоидная химия: учебник для медицинских вузов (с задачами и решениями) [Электронный ресурс] учебник для медицинских вузов (с задачами и решениями). / Мушкамбаров Н.Н. - 4-е изд., стер. - М.: ФЛИНТА, 2015.  
<http://old.studentlibrary.ru/book/ISBN97859976522954.html>
9. Физическая и коллоидная химия. Задачи и упражнения: учебное пособие [Электронный ресурс] / Белопухов С.Л., Немировская И.Б, Семко В.Т. [и др.]; под общ. ред. Белопухова С.Л. - М.: Проспект, 2016.  
<http://old.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392195466.html>
10. Стромберг А.Г. Физическая химия: учеб. для вузов / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. – М.: Высш. шк., 2006. – 527 с.  
<http://bookre.org/reader?file=579775>
- 11 .Евстратова К.И. Физическая и коллоидная химия: учеб. для вузов / К.И. Евстратова [и др.]. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 704 с.  
<http://www.booksmed.com/farmakologiya/2109-fizicheskaya-i-kolloidnaya-ximiya-evstratova-uchebnik.html>
12. Харитонов Ю.Я. Физическая химия. [Электронный ресурс]: Учебник. – М., «ГЭОТАР – Медиа», 2013.  
<http://old.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778229334.html>

## Задания для самостоятельной работы обучающихся

### Тема 1 . Введение в физическую химию. Основы химической термодинамики.

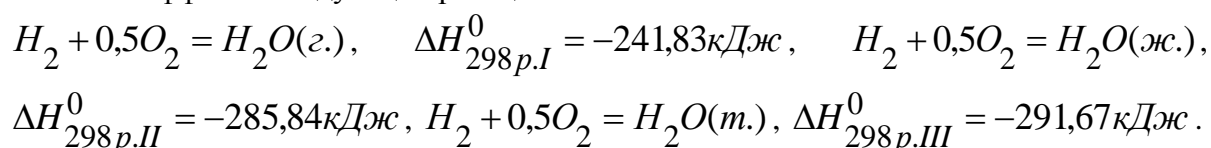
#### Задание:

Решите следующие расчетные задачи:

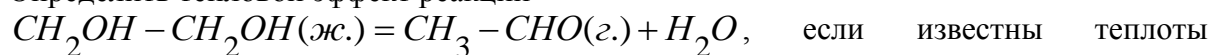
1. На основании термохимического уравнения реакции разложения известняка  
$$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 - 157 \text{ кДж / моль},$$
 определить какое количество теплоты затратится на разложение 1 кг  $\text{CaCO}_3$ .
2. При взаимодействии 2,1 г железа с серой выделилось 3,77 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение.

3. Найти количество теплоты, выделяющееся при взрыве 8,4 л гремучего газа, взятого при нормальных условиях, если тепловой эффект реакции образования  $H_2O$  равен 241,8 кДж/моль.
4. При восстановлении 12,7 г  $CuO$  углём до  $CO$  поглощается 8,24 кДж теплоты. Определите тепловой эффект реакции и составьте термохимическое уравнение.
5. При сгорании 1 г цинка выделилось 5,32 кДж теплоты. Определить тепловой эффект реакции и составить термохимическое уравнение.
6. Сколько теплоты выделится при взаимодействии 0,2 моль никеля с серой, если теплота образования сульфида никеля (2) равна 79,4 кДж/моль.
7. Какое количество теплоты выделится при сгорании 0,5 моль натрия с образованием оксида натрия, если теплота образования последнего равна 416,4 кДж/моль.
8. На основании термохимического уравнения  $Na_2O(к.) + H_2O = 2NaOH(ж.) + 853,6$  кДж. определить сколько теплоты выделится при растворении 31 г  $Na_2O$ .
9. Тепловой эффект реакции сгорания  $CO(г.)$  до  $CO_2(г.)$  равен 284,8 кДж/моль. Сколько теплоты выделится при сгорании 14 г  $CO$ ?
10. Теплота растворения  $CuSO_4$  при 18°C равна 66,525 кДж/моль. Теплота гидратации этой соли при переходе в  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  равна 78,242 кДж. Определить теплоту растворения  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ .
11. Вычислить теплоту гидратации  $NaCl$ , если  $Q_{раст. NaCl} = -3,75$  кДж/моль,  $Q_{реш. NaCl} = -788,3$  кДж/моль.
12. Найти изменение энтальпии реакции  $H_2S + 1,5O_2 = H_2O(пар) + SO_2$ , если  $\Delta H_{298обр.}^0(H_2S) = -20,16$  кДж/моль,  $\Delta H_{298обр.}^0(SO_2) = -296,8$  кДж/моль,  $\Delta H_{298обр.}^0(H_2O(пар)) = -241,8$  кДж/моль.
13. Вычислить изменение энтальпии реакции  $CaCO_3 = CaO + CO_2$ , если  $\Delta H_{298обр.}^0(CaCO_3) = -1206,83$  кДж/моль,  $\Delta H_{298обр.}^0(CaO) = -635,09$  кДж/моль,  $\Delta H_{298обр.}^0(CO_2) = -393,5$  кДж/моль.
14. Найти энтальпию образования  $C_2H_5OH$ , если изменение энтальпии реакции  $C_2H_5OH + 3O_2 = 3H_2O + 2CO_2$  равно -1366,745 кДж,  $\Delta H_{298обр.}^0(H_2O) = -285,83$  кДж/моль,  $\Delta H_{298обр.}^0(CO_2) = -393,5$  кДж/моль.
15. Определить энтальпию образования этилена, если изменение энтальпии реакции  $C_2H_4 + 3O_2 = 2CO_2 + 2H_2O$  равно -1323 кДж,  $\Delta H_{298обр.}^0(CO_2) = -393,5$  кДж/моль,  $\Delta H_{298обр.}^0(H_2O) = -241,8$  кДж/моль.
16. Определить тепловой эффект реакции  $SO_3(г.) + H_2O(ж.) = H_2SO_4(ж.)$ , если известны эффекты следующих реакций:  
 $S(м.) + 2O_2(г.) + H_2(г.) = SO_3(г.) + H_2O(ж.)$ ,  $\Delta H_{298р.I}^0 = -682$  кДж,  
 $S(м.) + 2O_2(г.) + H_2(г.) = H_2SO_4(ж.)$ ,  $\Delta H_{298р.II}^0 = -812,2$  кДж.
17. Определить тепловой эффект следующих реакций:

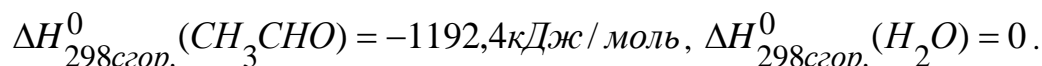
$H_2O(m.) = H_2O(ж.); H_2O(m.) = H_2O(г.); H_2O(ж.) = H_2O(г.)$ , если известны тепловые эффекты следующих реакций:



18. Определить тепловой эффект реакции



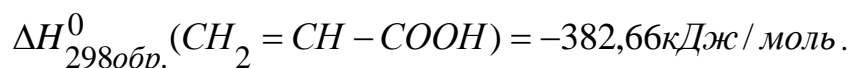
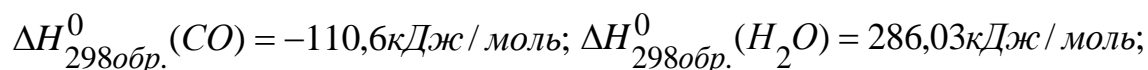
сгорания:  $\Delta H_{298сгор.}^0(CH_2OH - CH_2OH) = -1192,9 \text{ кДж/моль},$



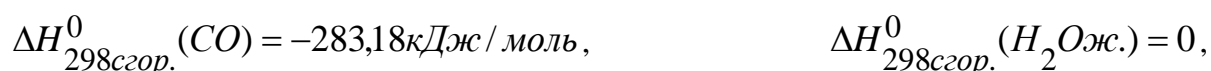
19. Определить тепловой эффект реакции



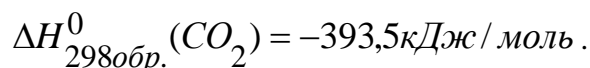
эффекты образования веществ:  $\Delta H_{298обр.}^0(CH \equiv CH) = 226,9 \text{ кДж/моль},$



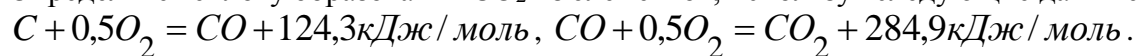
20. Определить тепловой эффект реакции задачи №19, если известны тепловые эффекты сгорания веществ:  $\Delta H_{298сгор.}^0(CH \equiv CH) = -1300,50 \text{ кДж/моль},$



21. Определить теплоту образования  $MgO(к.)$ , если изменение энтальпии реакции  $2Mg(к.) + CO_2(г.) = 2MgO(к.) + C(\text{графит})$  равно  $-810,1$  кДж,



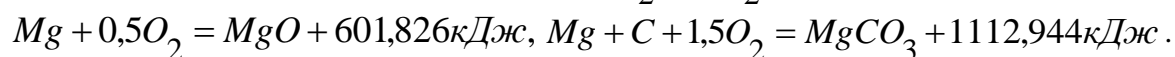
22. Определите теплоту образования  $CO_2$  из элементов, используя следующие данные:



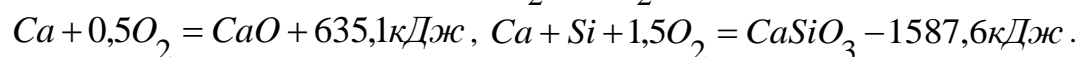
23. Определите теплоту образования аммиака из элементов, используя следующие данные:



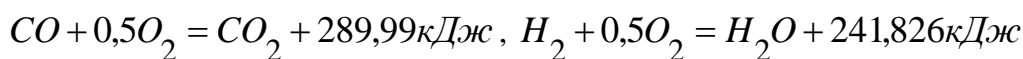
24. Определите теплоту образования карбоната магния из оксида магния и углекислого газа, пользуясь следующими данными:  $C + O_2 = CO_2 + 393,51 \text{ кДж},$



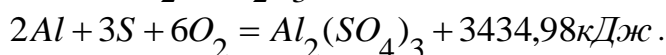
25. Определить теплоту образования силиката кальция из оксидов кремния (4) и кальция, используя следующие данные:  $Si + O_2 = SiO_2 + 903,5 \text{ кДж},$



26. Определите теплоту образования железа в реакции  $FeO + H_2 = Fe + H_2O$ , используя следующие данные:  $FeO + CO = Fe + CO_2 + 13,18 \text{ кДж},$



27. Определить тепловой эффект реакции  $Al_2O_3 + 3SO_3 = Al_2(SO_4)_3$ , используя следующие данные:



28. При взаимодействии 10г металлического натрия с водой выделяется 79,910 кДж теплоты, а при взаимодействии 20г оксида натрия с водой выделяется 76,755 кДж теплоты,  $H_2 + 0,5O_2 = H_2O + 285,84 \text{ кДж}$ . Вычислить теплоту образования оксида натрия из элементов.
29. Теплоты образования жидкой воды и оксида углерода (4) из элементов соответственно равны 285,84 кДж/моль и 393,514 кДж/моль, теплота сгорания метана равна 91,128 кДж/моль. Найти тепловой эффект образования метана из элементов.
30. Тепловой эффект образования  $Fe_2O_3$  из элементов равен 822,156 кДж/моль, а тепловой эффект образования  $Al_2O_3$  из элементов равен 1669,79 кДж/моль. Найти теплоту восстановления 1 моль  $Fe_2O_3$  с помощью металлического алюминия.
31. Изменение энергии Гиббса в реакции образования воды  $H_{2(г)} + 0,5O_{2(г)} = H_2O_{(г)}$  равно  $-228,6 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$ . Вычислить константу равновесия при стандартной температуре.

32. Константа диссоциации уксусной кислоты при 25°C равна  $1,75 \cdot 10^{-5}$ . Чему равно изменение энергии Гиббса в диссоциации уксусной кислоты?

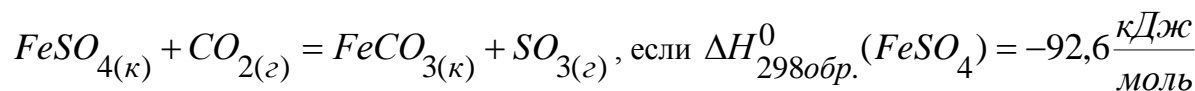
33. Вычислить константу равновесия  $K_C$  реакции протекающей при стандартных условиях:  $Na_2O_{(к)} + CO_{2(г)} = Na_2CO_{3(к)}$  используя следующие данные:

$$\Delta H_{298 \text{обр.}}^0 (Na_2O) = -602,3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}; \Delta H_{298 \text{обр.}}^0 (CO_2) = -395,4 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}};$$

$$\Delta H_{298 \text{обр.}}^0 (Na_2CO_3) = -1134,0 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}; S_{298 \text{обр.}}^0 (Na_2O) = 312,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot K};$$

$$S_{298 \text{обр.}}^0 (CO_2) = 213,8 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot K}; S_{298 \text{обр.}}^0 (Na_2CO_3) = 136,0 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot K}.$$

34. Вычислить  $K_C$  реакции, протекающей при 25 °C:



$$; \Delta H_{298 \text{обр.}}^0 (CO_2) = -395,4 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}; \Delta H_{298 \text{обр.}}^0 (FeCO_3) = -738,0 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}};$$

$$\Delta H_{298 \text{обр.}}^0 (SO_3) = -395,2 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}; S_{298 \text{обр.}}^0 (FeSO_4) = 124,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot K};$$

$$S_{298 \text{обр.}}^0 (CO_2) = 213,8 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot K}; S_{298 \text{обр.}}^0 (FeCO_3) = 95,4 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot K};$$

$$S_{298 \text{обр.}}^0 (SO_3) = 256,1 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot K}$$

35. Константа равновесия  $K_c$  реакции  $4HCl_{(g)} + O_{2(g)} = 2H_2O_{(g)} + 2Cl_{2(g)}$  при  $25^\circ C$  равна  $2,3 \cdot 10^{13}$ . Вычислить изменение энергии Гиббса реакции.
36. Константа равновесия  $K_c$  реакции  $C_{(графит)} + H_2O_{(g)} = CO_{(g)} + H_{2(g)}$  при  $25^\circ C$  равна  $7,8 \cdot 10^{-17}$ . Вычислить изменение энергии Гиббса реакции.

## Тема 2. Химическая кинетика и катализ.

### Задание:

Решите следующие расчетные задачи:

1. В реакции  $C(t) + O_2(g) = CO_2(g)$  концентрацию кислорода увеличили в 3 раза. Во сколько раз возрастет скорость реакции.
2. Во сколько раз необходимо увеличить концентрацию углекислого газа, чтобы скорость реакции  $CO_2(g) + C(t) = 2CO(g)$  возросла в 3 раза.
3. Во сколько раз следует увеличить концентрацию вещества  $B_2$  в системе  $2A_2(g) + B_2(g) = 2A_2B(g)$ , чтобы при уменьшении концентрации вещества  $A_2$  в 4 раза скорость прямой реакции не изменилась.
4. В реакции  $C(t) + 2H_2(g) = CH_4(g)$  концентрацию водорода увеличена в 2 раза. Во сколько раз возрастет скорость реакции.
5. Найти значение константы скорости реакции  $A(g) + B(g) = AB(g)$ , если при концентрациях веществ равных  $A$  и  $B$  равных  $0,05$  и  $0,01$  моль/л, скорость реакции равна  $5 \cdot 10^{-5}$  моль/л\*мин.
6. Во сколько раз изменится скорость реакции  $2A(g) + B(g) = A_2B(g)$ , если концентрацию вещества  $A$  увеличить в 2 раза, а концентрацию  $B$ , уменьшить в 2 раза.
7. Вычислить во сколько раз возрастает скорость реакции при повышении температуры с  $20^\circ C$  до  $40^\circ C$ , если температурный коэффициент равен 3.
8. Вычислить при какой температуре реакция закончится за 25 минут, если при  $20^\circ C$  на это требуется 2 часа, температурный коэффициент скорости реакции равен 3.
9. На сколько градусов следует понизить температуру в реакционной смеси, чтобы уменьшить скорость реакции в 27 раз, если температурный коэффициент равен 3.
10. Вычислить, на сколько нужно повысить температуру, чтобы скорость реакции возросла в 80 раз, температурный коэффициент равен 3.
11. Две реакции протекают при  $25^\circ C$  с одинаковой скоростью, температурный коэффициент скорости первой реакции равен 2,0, а второй – 2,5, Найти отношение скоростей этих реакций при  $95^\circ C$ .
12. При  $150^\circ C$  реакция заканчивается за 16 минут, принимая температурный коэффициент скорости реакции равным 2,5 рассчитать, через какое время закончится эта реакция, если её проводить: а) при  $200^\circ C$ , б) при  $80^\circ C$ .
13. Константа скорости реакции при  $20^\circ C$  равна 0,02, а при  $40^\circ C$  равна 0,36. Вычислить энергию активации и константу скорости при  $30^\circ C$ .
14. Энергия активации некоторой реакции в отсутствие катализатора равна  $75,24$  кДж/моль, а с катализатором -  $50,14$  кДж/моль. Во сколько раз возрастет скорость реакции в присутствии катализатора, если реакция протекает при  $25^\circ C$ .
15. За какое время пройдет реакция при  $60^\circ C$ , если при  $20^\circ C$  она заканчивается за 40 секунд, а энергия активации равна  $125,5$  кДж/моль.
16. При  $37^\circ C$  реакция заканчивается за 150 секунд, при  $47^\circ C$  - за 75 секунд, Вычислить энергию активации.

17. Константа скорости реакции при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  равна 0,03, а при  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  – 0,5, вычислить энергию активации и рассчитать константу скорости при  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
18. В присутствии катализатора энергия активации реакции снижается с 89,3 до 70,8 кДж/моль. Во сколько раз возрастет скорость реакции при 30.
19. Написать выражение констант  $K_p$  и  $K_c$  для следующих обратимых реакций:
  - a.  $\text{Cl}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = \text{HCl}(\text{г}) + \text{HClO}(\text{ж})$ ;
  - b.  $2\text{Fe}(\text{кр}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{г}) = \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{кр}) + 4\text{H}_2(\text{г})$ ;
  - c.  $\text{C}(\text{гр}) + \text{CO}_2(\text{г}) = 2\text{CO}(\text{г})$ .
20. Вычислить равновесные концентрации водорода и иода в реакции  $\text{H}_2(\text{г}) + \text{I}_2(\text{г}) = 2\text{HI}(\text{г})$ , если их начальные концентрации составляли по 0,03 моль/л, а равновесная концентрация иодоводорода равна 0,04 моль/л. Вычислить константу равновесия  $K_c$ .
21. В системе  $\text{A}(\text{г}) + 2\text{B}(\text{г}) = \text{C}(\text{г})$  равновесные концентрации равны: вещества А – 0,06 моль/л; вещества В – 0,12 моль/л; вещества С – 0,216 моль/л. Найти константу равновесия  $K_c$  и исходные концентрации веществ А и В.
22. Вычислить при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$   $K_c$  и  $K_p$  для реакции  $\text{A}(\text{г}) + 2\text{B}(\text{г}) = \text{C}(\text{г})$ , если равновесные концентрации равны: вещества А равна 0,12 моль/л; вещества В равна 0,24 моль/л; вещества С равна 0,295 моль/л.
23. Равновесные концентрации веществ в реакции  $2\text{CO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{CO}_2(\text{г})$  равны: вещества СО равна 0,3 моль/л; вещества  $\text{O}_2(\text{г})$  равна 0,1 моль/л; вещества  $\text{CO}_2(\text{г})$  моль/л. Вычислить исходные концентрации веществ и константу  $K_c$ .
24. В закрытом сосуде смешано 8 моль оксида серы IV и 4 моль кислорода. Реакция протекает при постоянной температуре. К моменту наступления равновесия в реакцию вступает 80 % первоначального количества оксида серы IV. Определить состав равновесной смеси в массовых долях в %.
25. При  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$  константа равновесия реакции  $2\text{N}_2\text{O} = 2\text{N}_2 + \text{O}_2$  равна 0,414. Сколько молей оксида азота I при этой температуре было помещено в литровый сосуд, если концентрация кислорода оказалась равной 0,1 моль/л.
26. Пентахлорид фосфора диссоциирует при нагревании на хлорид фосфора III и хлор. Вычислить константу равновесия этой реакции, если из 4 моль пентахлорида фосфора, находящихся в закрытом сосуде емкостью 10 л, подверглось разложению 1,5 моль.

### **Тема 3. Растворы.**

#### **Задание:**

*Решите следующие расчетные задачи:*

1. Температура кристаллизации сплава, содержащего 3 массовых процента некоторого элемента, составляет 484,7 К, а чистого висмута 544,2 К. Определите, что это за элемент, если теплота плавления висмута 11,01 кДж/моль;  $A_{\text{Bi}} = 208,98\text{ г/моль}$ .
2. Упругость пара чистой ртути – 102481 Па. В 100 г ртути растворили 1,142 г элемента. Упругость пара ртути над полученным раствором – 100521 Па. Определите атомную массу элемента и сам элемент, растворенный в ртути.  $A_{\text{Hg}} = 201\text{ г}$ .
3. Определите температуру начала кристаллизации раствора, полученного растворением 2 кг кухонной соли в 10 кг воды. Кажущаяся степень диссоциации хлорида натрия 0,89, теплота плавления воды 5,9 кДж/моль.
4. Рассчитайте температуру кипения водного раствора, содержащего 0,02 моля растворенного вещества (неэлектролита) в 100 г воды, эбулиоскопическая константа воды равна 0,52 К·кг/моль.
5. Найдите температуру кипения водного раствора, содержащего 5,845 г хлорида натрия в 100 г воды, эбулиоскопическая константа воды равна 0,52 К·кг/моль.

6. Вычислите увеличение температуры кипения водного раствора, содержащего 124,84 г сульфата натрия (степень диссоциации =1) в 200 г воды, эбулиоскопическая константа воды равна 0,52К·кг/моль.
7. Определите температуру замерзания водного раствора, содержащего 5,845г хлорида натрия в 100 г воды, если криоскопическая константа воды равна 1,86К·кг/моль.
8. Найдите уменьшение температуры замерзания водного раствора, содержащего 124,84г сульфата натрия в 200г воды. Степень диссоциации сульфата натрия в воде примите равной 1, если криоскопическая константа воды равна 1,86К·кг/моль.
9. Давление водяного пара раствора, содержащего нелетучее растворенное вещество на 10% ниже давления пара над чистым растворителем. Определите моляльность раствора.
10. Рассчитайте изменение давления водяного пара над водным раствором, в 100 г которого содержится 10 г хлорида натрия.
11. Вычислите эбулиоскопическую константу воды, если теплота испарения воды составляет 40,685 кДж/моль.
12. Определите криоскопическую константу воды, если теплота плавления льда составляет 6 кДж/моль.
13. Найдите теплоту испарения воды, если эбулиоскопическая константа воды равна 0,52К·кг/моль.
14. Рассчитайте теплоту плавления льда, если криоскопическая константа воды равна 1,86К·кг/моль.
15. Вычислите молярную массу вещества, если температура замерзания раствора, содержащего 200 г воды и 0,824 г исследуемого вещества, на 0,24 градуса ниже температуры замерзания воды. Криоскопическая константа воды равна 1,86К·кг/моль.
16. Определите криоскопическую константу воды, если при добавлении к 100г воды 0,413г органического вещества с молярной массой 32 г/моль температура замерзания раствора понизилась на 0,24 градуса.
17. Раствор, содержащий 27,26 г хлорида цинка в 2 кг воды, замерзает при 272,76 К. Вычислите изотонический коэффициент Вант – Гоффа для хлорида цинка, если криоскопическая константа воды равна 1,86 К·кг/моль.
18. Рассчитайте степень диссоциации хлорида цинка в растворе, содержащем 2 кг воды и 27,26 г хлорида цинка. Известно, что такой раствор замерзает при 272,76 К, если криоскопическая константа воды равна 1,86 К·кг/моль..
19. В 100 г водного раствора содержится 1,56 г сульфата натрия. Выразите концентрацию раствора через массовые проценты, моляльность, молярность, нормальность и мольную долю. Плотность раствора принять равной 1 г/см<sup>3</sup>.
20. Определите растворимость сероводорода в анилине при давлении 5,065·10<sup>5</sup> Па, если постоянная Генри равна 2·10<sup>-4</sup> г/л·Па.
21. Вычислите температуру замерзания раствора, содержащего 27,26 г хлорида цинка в 2 кг воды. Степень диссоциации составляет 90%. Криоскопическая константа воды равна 1,86 К·кг/моль..
22. Вычислите криоскопическую постоянную меди, если температура её плавления составляет 1356 К, а молярная теплота плавления равна 12,98 кДж/моль. M<sub>Cu</sub> = 64 г/моль.
23. Вычислите температуру кипения при атмосферном давлении раствора, содержащего 16,4 г Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> в 500 г H<sub>2</sub>O. Степень диссоциации соли принимаем равной 1. Эбулиоскопическая константа воды составляет 0,52 К·кг/моль.

#### **Тема 4. Электрохимия.**

##### **Задание:**

*Решите следующие расчетные задачи:*



1. Определите среднюю ионную активность 0,01М раствора HCl.
2. Найдите активности ионов в 0,001н. растворе CaCl<sub>2</sub>, пользуясь средним значением коэффициента активности ионов.
3. Константа диссоциации масляной кислоты C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>COOH равна  $1,5 \cdot 10^{-5}$ . Вычислите степень ее диссоциации в 0,1М растворе.
4. Степень диссоциации муравьиной кислоты HCOOH в 0,2н. растворе равна 3%. Определите константу диссоциации кислоты.
5. Найдите активности ионов Na<sup>+</sup> и Cl<sup>-</sup> в 0,02М раствора NaCl.
6. Рассчитайте ионную силу раствора, содержащего 0,01н. раствор FeCl<sub>3</sub> и 0,2н. раствор NaCl.
7. Определите концентрацию раствора HCN, если степень диссоциации кислоты равна 0,2, а  $K_d = 7,2 \cdot 10^{-10}$ .
8. Определите среднюю ионную активность Ca(OH)<sub>2</sub> при 298 К, если растворимость гидроксида кальция равна 0,155 г/100г H<sub>2</sub>O.
9. Вычислите pH 0,008н. раствора HCl с учетом и без учета коэффициента активности.
10. Определите ионную силу раствора, содержащего 0,1М MgCl<sub>2</sub> и 0,05М MgSO<sub>4</sub>.
11. Определите концентрацию муравьиной кислоты, если ее степень диссоциации равна 0,03, а  $K_d = 1,77 \cdot 10^{-4}$ .
12. Вычислите активности ионов Fe<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup> и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> в растворе, содержащем 0,05М FeSO<sub>4</sub> и 0,01М CoSO<sub>4</sub>.
13. Вычислите константу диссоциации NH<sub>4</sub>OH, если при 298К 0,1н. раствор имеет pH=11,27. Ионное произведение воды при этой температуре равно  $0,71 \cdot 10^{-14}$ .
14. Рассчитайте среднюю ионную активность электролитов в смеси, содержащей 0,005 моль/кгH<sub>2</sub>O и 0,02 моль/кгH<sub>2</sub>O при 298К.
15. Рассчитайте средний коэффициент активности и активность ионов в 0,2М растворе CaCl<sub>2</sub> при 298К.
16. pH раствора NH<sub>4</sub>OH равно 8,5. Константа диссоциации составляет  $1,75 \cdot 10^{-5}$ . Определите степень диссоциации электролита.
17. Константа диссоциации одноосновной органической кислоты равна  $1,4 \cdot 10^{-3}$  при 298К. Вычислите степень диссоциации этой кислоты в 0,5М растворе.
18. Определите среднюю ионную активность 0,1 моль/кгH<sub>2</sub>O раствора K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при 298К.
19. Рассчитайте ионную силу 0,02М раствора KCl. Изменится ли ионная сила раствора при добавлении 0,1М раствора NaOH? Определите средние коэффициенты активности.
20. Для раствора, содержащего 0,09 моль HCl на 1000г H<sub>2</sub>O, определите pH с учетом коэффициента активности.
21. Рассчитайте pH  $1 \cdot 10^{-8}$  М раствора HBr при 25°С. При расчете учесть диссоциацию воды на ионы.
22. Моляльность CaCl<sub>2</sub> равна 0,2 моль/кгH<sub>2</sub>O. Определите среднюю ионную активность электролита.
23. Определите степень диссоциации 0,1М раствора KNO<sub>2</sub>.  $K_d = 4 \cdot 10^{-4}$ .
24. Степень диссоциации уксусной кислоты в 0,01М растворе равна 0,132%.

- Определите концентрацию ионов водорода в растворе и константу диссоциации кислоты.
25. Определите среднюю ионную активность 0,1M раствора  $ZnSO_4$ .
  26. Рассчитайте ионную силу раствора, содержащего 0,01 моля  $H_2SO_4$  и 0,02 моля  $MgSO_4$  в 1000г  $H_2O$ .
  27. Определите pH и ионную силу 0,2M  $H_2SO_4$ .
  28. Вычислите активности ионов в 0,2M растворе  $MgCl_2$ .
  29. Рассчитайте ионную силу смеси, содержащей 0,1M  $KCl$ , 0,02M  $CaCl_2$  и 0,15M  $Na_2SO_4$ .
  30. Определите среднюю ионную активность 0,03M раствора  $Na_3PO_4$ .
  31. Электродвижущая сила элемента  $Ni^{2+} / NiSO_4 // H_2SO_4 / H_2, Pt$  равна 0,309В при 298 К. Определите активность ионов никеля, если активность ионов водорода равна 1 моль-эquiv/л.  $\varphi_{Ni^{2+}/Ni}^0 = -0,25В$ .
  32. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава нитрата свинца (2) с диафрагмой и раствора нитрата свинца (2) с инертным анодом.
  33. Гальванический элемент состоит из металлического магния, погруженного в 0,1M раствор хлорида магния и металлического цинка, погруженного в 0,01M раствор хлорида цинка. Определите электродные потенциалы магния и цинка, ЭДС гальванического элемента и составьте схему гальванического элемента.
  34. Через раствор сульфата цинка в течение часа пропущено 25 А. На катоде выделилось 22,5 г цинка. Определите выход по току.
  35. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава нитрата натрия с диафрагмой и раствора нитрата натрия с цинковым анодом.
  36. Вычислить максимальную работу химической реакции, протекающей по уравнению:  $Zn + CuSO_4 = ZnSO_4 + Cu$ , если ЭДС гальванического элемента при 25 °С равна 1,0934В. Составьте схему гальванического элемента.
  37. Сколько времени нужно пропускать ток силой 1,5 А через 0,1M раствор сульфата меди (2) с инертными электродами, чтобы полностью выделить медь из 300 мл раствора?
  38. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава сульфата серебра с диафрагмой и раствора нитрата серебра с медным анодом.
  39. Гальванический элемент состоит из металлического олова, погруженного в 0,01M раствор хлорида олова (2) и металлической меди, погруженной в 0,1M раствор хлорида меди (2). Определите электродные потенциалы олова и меди, ЭДС гальванического элемента и составьте схему гальванического элемента.
  40. Молярная электрическая проводимость при бесконечном разбавлении хлорида лития при 25 °С равна 115 моль·см<sup>2</sup>. Число переноса катиона этого электролита равно 0,33. Молярная электрическая проводимость при бесконечном разбавлении ацетата аммония при 25 °С равна 114,7 моль·см<sup>2</sup>. Число проводимости при бесконечном разбавлении ацетата лития.
  41. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава гидроксида магния без диафрагмы и раствора хлорида калия с медным анодом.
  42. Гальванический элемент состоит из металлического никеля, погруженного в 0,1M раствор нитрата никеля (2) и металлического серебра, погруженного в 0,01M раствор нитрата серебра. Определите электродные потенциалы никеля и серебра, ЭДС гальванического элемента и составьте схему гальванического элемента.
  43. При электролизе 0,01 M раствора сульфата никеля (2) на катоде выделилось 0,2935 г никеля. Убыль сульфата никеля (2) в катодном пространстве при расчете на никель

составила 0,1761 г. Найти числа переноса для ионов, если убыль никеля на аноде равна 0,1174 г.

44. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава фосфата натрия с диафрагмой и раствора фосфата натрия с медным анодом.
45. Гальванический элемент состоит из металлического железа, погруженного в 0,01М раствор хлорида железа (2) и металлического свинца, погруженного в 0,1М раствор хлорида свинца(2). Определите электродные потенциалы железа и свинца, ЭДС гальванического элемента и составьте схему гальванического элемента.
46. При электролизе водного раствора с инертными электродами хлорида хрома (3) током силой 2А масса катода увеличилась на 8 г. В течение какого времени проводили электролиз.
47. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава гидроксида лития без диафрагмы и раствора нитрата свинца (2) с инертным анодом.
48. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава сульфата натрия с диафрагмой и раствора нитрата меди (2) с никелевым анодом.
49. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава карбоната калия с диафрагмой и раствора карбоната калия с медным анодом.
50. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава нитрита магния с диафрагмой и раствора цианида калия с медным анодом.
51. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава сульфита натрия с диафрагмой и раствора сульфита натрия с медным анодом.
52. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава хлорида железа (2) с диафрагмой и раствора хлорида железа (2) с цинковым анодом.
53. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава нитрата серебра с диафрагмой и раствора нитрата серебра с цинковым анодом.
54. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава сульфата хрома (3) с диафрагмой и раствора сульфата хрома (3) с инертным анодом.
55. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава сульфата магния без диафрагмы и раствора хлорида калия с инертным анодом.
56. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава хлорида никеля с диафрагмой и раствора хлорида никеля с медным анодом.
57. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава хлорида висмута (3) с диафрагмой и раствора хлорида висмута (3) с инертным анодом.
58. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава бромиды кальция с диафрагмой и раствора бромиды кальция с цинковым анодом.
59. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава карбоната кальция с диафрагмой и раствора хромата натрия с медным анодом.
60. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава гидроксида бария без диафрагмы и раствора гидроксида бария с медным анодом.
61. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава силиката натрия с диафрагмой и раствора силиката натрия с медным анодом.

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля знаний, промежуточной аттестации приведен в приложении.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1 Перечень основной литературы:

1. Кумыков, Р. М. Физическая и коллоидная химия : учебное пособие / Р. М. Кумыков, А. Б. Иттиев. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-3519-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116357>
2. Физическая химия. Теория и задачи : учебное пособие / Ю. П. Акулова, С. Г. Изотова, О. В. Проскурина, И. А. Черепкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-3057-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110903>

### 7.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Физическая и коллоидная химия. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: учебное пособие / Под ред. А.П. Беляева - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - <http://old.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970422076.html>
2. Ершов Ю.А. Коллоидная химия. Учебник. – М., «ГЭОТАР – Медиа», 2011. [http://stgmu.ru/userfiles/depts/general\\_bioorganic\\_chemistry/knigi/](http://stgmu.ru/userfiles/depts/general_bioorganic_chemistry/knigi/)
3. Ершов Ю.А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : учеб. для вузов / Ю.А. Ершов [и др.]. – М. : Высш. шк., 2007. – 559 с. [http://stgmu.ru/userfiles/depts/general\\_bioorganic\\_chemistry/knigi/](http://stgmu.ru/userfiles/depts/general_bioorganic_chemistry/knigi/)
4. Мушкамбаров Н.Н. Физическая и коллоидная химия : курс лекций / Н.Н. Мушкамбаров. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2001. – 384 с. . [https://www.studmed.ru/mushkambarov-nn-fizicheskaya-i-kolloidnaya-himiya\\_6d98436d4d5.html](https://www.studmed.ru/mushkambarov-nn-fizicheskaya-i-kolloidnaya-himiya_6d98436d4d5.html)
5. Физическая и коллоидная химия: учебник для медицинских вузов (с задачами и решениями) [Электронный ресурс] учебник для медицинских вузов (с задачами и решениями). / Мушкамбаров Н.Н. - 4-е изд., стер. - М. : ФЛИНТА, 2015. – <http://old.studentlibrary.ru/book/ISBN97859976522954.html>
6. Физическая и коллоидная химия. Задачи и упражнения: учебное пособие [Электронный ресурс] / Белопухов С.Л., Немировская И.Б, Семко В.Т. [и др.]; под общ. ред. Белопухова С.Л. - М. : Проспект, 2016. - <http://old.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392195466.html>
7. Стромберг А.Г. Физическая химия : учеб. для вузов / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. – М. : Высш. шк., 2006. – 527 с. <http://bookre.org/reader?file=579775>

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

Все обучающихся университета обеспечены доступом к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Ежегодное обновление современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем отражено в листе актуализации рабочей программы

### Современные профессиональные базы данных:

1. [www.fcior.edu.ru](http://www.fcior.edu.ru) – Федеральный центр информационных образовательных ресурсов.
2. [www.scholl-collecshion.edu.ru](http://www.scholl-collecshion.edu.ru) – Единая коллекция информационных образовательных ресурсов.
3. <http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека.
4. <http://www.iupac.org/projects/2002/2002-029-1-300.html> - координируемая ИЮПАК веб-страница по «Зеленой химии» (химии в интересах устойчивого развития).

5. <http://www.scf-tp.ru/> - журнал «Сверхкритические флюиды; теория и практика».
6. <http://himki-vaz.ru/> - сайт «Химия в современном мире».
7. <http://www.chemport.ru/> - химический портал ChemPort.Ru.
8. [http://www.greenchemistry.ru/education/magister\\_prog.htm](http://www.greenchemistry.ru/education/magister_prog.htm) - сайт научно-образовательного центра "Химия в интересах устойчивого развития – Зеленая химия".
9. <http://sci-lib.com/chemistry> – сайт «Химия. Новости химии».
10. <https://dis.ggtu.ru/course/view.php?id=3880> Электронные образовательные ресурсы, размещенные в ОС\_MOODLE\_ГГТУ – Химический анализ

**Информационные справочные системы:**

<http://base.consultant.ru> Справочно-правовая система «Консультант плюс»

**9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине имеется в наличии следующая материально-техническая база:

<b>Аудитории</b>	<b>Программное обеспечение</b>
Ауд. № 209 учебная аудитория для проведения учебных занятий по дисциплине, оснащенная компьютером с выходом в интернет, мультимедиапроектором	Microsoft Windows 7 Home Basic OEM-версия. Пакетофисных программ Microsoft Office Professional Plus 2010, лицензия Microsoft Open License № 49495707 от 21.12.2011
Ауд. № 205 учебная аудитория для проведения учебных занятий по дисциплине, оснащенная компьютером с выходом в интернет, мультимедиапроектором	Microsoft Windows 7 Home Basic OEM-версия. Пакетофисных программ Microsoft Office Professional Plus 2010, лицензия Microsoft Open License № 49495707 от 21.12.2011
Ауд. № 202 учебная аудитория для проведения учебных занятий по дисциплине, оснащенная компьютером с выходом в интернет, мультимедиапроектором	Microsoft Windows 7 Home Basic OEM-версия. Пакетофисных программ Microsoft Office Professional Plus 2010, лицензия Microsoft Open License № 49495707 от 21.12.2011
Ауд. № 111 специализированная аудитория для проведения лабораторных работ по дисциплине, оснащенная набором реактивов и лабораторного оборудования	

<p>Ауд. № 109 специализированная аудитория для проведения лабораторных работ по дисциплине, оснащенная набором реактивов и лабораторного оборудования</p>	
<p>Ауд. № 110 специализированная аудитория для проведения лабораторных работ по дисциплине, оснащенная набором реактивов и лабораторного оборудования</p>	
<p>Информационный многофункциональный центр, оборудованный местами для индивидуальной работы студента в сети Internet. Помещение для самостоятельной работы</p>	<p>Microsoft Windows 7 Home Basic OEM-версия. Пакет офисных программ Microsoft Office Professional Plus 2010, лицензия Microsoft Open License № 49495707 от 21.12.2011</p>

## 10. ОБУЧЕНИЕ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

Автор (составитель:)  /Кузнецова Д. Д./  
подпись

Программа утверждена на заседании кафедры химии и методики преподавания химии от 12.05.2023г., протокол №10.

И.О.зав. кафедрой  / Плузник О.М./  
подпись

**Министерство образования Московской области  
Государственное образовательное учреждение высшего образования  
Московской области  
«Государственный гуманитарно-технологический университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ  
АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.01.06 Физическая химия**

**Направление подготовки:** 44.03.05 «Педагогическое образование»

**Направленность (профили) программы:** «Биология», «Химия»

**Квалификация выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**Орехово-Зуево  
2023 г**

## 1. Индикаторы достижения компетенций

Код и наименование универсальной компетенции	Наименование индикатора достижения универсальной компетенции
ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	ПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета).

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

Оценка уровня освоения компетенций на разных этапах их формирования проводится на основе дифференцированного контроля каждого показателя компетенции в рамках оценочных средств, приведенных в ФОС.

Оценка «Зачтено» соответствует повышенному уровню освоения компетенции согласно критериям оценивания, приведенных в таблице к соответствующему оценочному средству

Оценка «Не зачтено» соответствует показателю «компетенция не освоена»

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценивания
<i>Оценочные средства для проведения текущего контроля</i>				
1	<b>Реферат</b>  (показатель компетенции «Умение»)	Продукт самостоятельной работы, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где раскрывается суть исследуемой проблемы, приводятся различные точки зрения, а также авторский взгляд на нее.	Тематика рефератов	Оценка «Отлично»: показано понимание темы, <b>умение</b> критического анализа информации. Используется основная литература по проблеме, дано теоретическое обоснование актуальности темы, проведен анализ литературы, показано применение теоретических положений в профессиональной деятельности, работа корректно оформлена (орфография, стиль, цитаты, ссылки и т.д.). Изложение материала работы отличается логической последовательностью, наличием иллюстративно-аналитического материала



				<p>(таблицы, диаграммы, схемы и т. д. – при необходимости), ссылок на литературные и нормативные источники.</p> <p>Оценка «Хорошо»: показано понимание темы, умение критического анализа информации. В работе использована основная литература по теме (методическая и научная), дано теоретическое обоснование темы, раскрыто основное содержание темы, работа выполнена преимущественно самостоятельно, содержит проблемы применения теоретических положений в профессиональной деятельности. Изложение материала работы отличается логической последовательностью, наличием иллюстративно-аналитического материала (таблицы, диаграммы, схемы и т. д.- при необходимости), ссылок на литературные и нормативные источники. Имеются недостатки, не носящие принципиального характера, работа корректно оформлена.</p> <p>Оценка «Удовлетворительно»: не показано понимание темы, умение критического анализа информации. Библиография ограничена, нет должного анализа литературы по проблеме, тема работы раскрыта частично, работа выполнена в основном самостоятельно, не содержит элементов анализа реальных проблем. Не все рассматриваемые вопросы изложены достаточно глубоко, есть нарушения логической последовательности.</p> <p>Оценка «Неудовлетворительно»: не раскрыта тема работы. Работа выполнена несамостоятельно, носит описательный характер, ее материал изложен неграмотно, без логической последовательности, нет ссылок на литературные и нормативные источники.</p>
2	<p><b>Расчетная работа (решение задач)</b></p> <p>(показатель компетенции «Владение»)</p>	<p>Средство проверки владения навыками применения полученных знаний по заранее определенной методике для решения задач.</p>	<p>Задачи</p>	<p>Оценка «Отлично»: продемонстрировано понимание методики решения задачи и ее применение. Решение качественно оформлено (аккуратность, логичность). Использован нетрадиционный подход к решению задачи.</p> <p>Оценка «Хорошо»: продемонстрировано понимание методики решение и ее применение. Решение задачи</p>

				оформлено. Оценка «Удовлетворительно»: продемонстрировано понимание методики решения и частичное ее применение. Оценка «Неудовлетворительно»: задача не решена.
<i>Оценочные средства для проведения промежуточного контроля</i>				
3	<b>Зачет</b>	Контрольное мероприятие, которое проводится по окончании изучения дисциплины.	Вопросы к зачету	«Зачтено»: <b>знание</b> теории вопроса, понятийно-терминологического аппарата дисциплины (состав и содержание понятий, их связей между собой, их систему); <b>умение</b> анализировать проблему, содержательно и стилистически грамотно излагать суть вопроса; <b>владение</b> аналитическим способом изложения вопроса, навыками аргументации. «Не зачтено»: <b>знание</b> вопроса на уровне основных понятий; <b>умение</b> выделить главное, сформулировать выводы не продемонстрировано; <b>владение</b> навыками аргументации не продемонстрировано.

### **3. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля, промежуточной аттестации, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.**

#### **Задания для проведения текущей успеваемости**

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий используется:

1. <https://meet.jit.si/> - бесплатная система видеоконференций
2. <https://zoom.us/> - корпоративная видеоконференцсвязь с обменом сообщениями и контентом в реальном времени

#### **Список терминов**

Опираясь на способность осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний в области физической и коллоидной химии химии, дайте определение следующим терминам:

Адсорбция, агрегативная устойчивость, высаливание, адгезия, когезия, поверхностная адсорбция, поверхностные явления, давление гидростатическое, давление равновесное, диализ, диффузия, дисперсная система, мицелла, двойной электрический слой, лиофильные коллоиды, лиофобные коллоиды, первый закон термодинамики, второй закон термодинамики, третий закон термодинамики, изоэлектрическое состояние, ионная сила раствора, кинетика, материалы полупроводниковые, механизм химической реакции, параметр состояния системы, потенциал химический,

поверхностное натяжение, коллоид, поверхность раздела фаз, полукolloиды, процесс изотермический, процесс изобарный, процесс изохорный, процесс равновесный, процесс обратимый, процесс самопроизвольный, работа, раствор, раствор идеальный, реакционная способность, седиментация, растекание, смачивание, реакция химическая, свойства коллигативные, система, система гетерогенная, система гомогенная, система закрытая, система изолированная, система открытая, состояние равновесное, состояние системы, состояние стационарное, состояния агрегатные, теплота, термодинамика, тиксотропия, фаза, физическая химия, электролиты, энергия, энергия Гельмгольца, энергия Гиббса, энтальпия, энтропия, электрокинетические явления, коагуляция, коллоидная защита, золь, гель, эмульсия, пены, аэрозоль, ВМС, набухание ВМС, вязкость, студни, электроосмос, эффект Фарадея-Тиндаля.

### **Тематика рефератов**

Основываясь на способность решать задачи профессиональной педагогической деятельности на основе специальных научных знаний в области физической и коллоидной химии и способность оценивать результативность собственной педагогической деятельности подготовьте рефераты по следующим темам:

1. История развития физической химии.
2. Работа процессов: изобарного, изохорного, изотермического, адиабатического.
3. Теория «тепловой смерти» Вселенной.
4. Различные формулировки второго закона термодинамики.
5. Изменение свободной энергии химической реакции между идеальными газами в зависимости от их парциальных давлений.
6. Изотермы уравнения реального газа. Сжижение газов. Реальные газы.
7. Методы измерения адсорбции.
8. Адсорбционная хроматография.
9. Простые и сложные реакции.
10. Определение кинетических порядков и констант скоростей.
11. Роль адсорбции в катализе. Промотирование. Отравление катализаторов.

### **Задачи**

Учитывая навыки развития у обучающихся познавательной активности, самостоятельности, инициативы, творческих способностей, а также алгоритмы и технологии осуществления профессиональной педагогической деятельности на основе специальных научных знаний в области физической решите следующие задачи:

1. Тепловой эффект реакции  $C_2H_5OH(ж) + 3O_2(г) = 2CO_2(г) + 3H_2O(г)$  составляет 1235 кДж. Рассчитайте количество энергии, выделяющейся при сжигании 100 г этилового спирта.
2. Рассчитайте стандартную энтропию образования сульфата алюминия, если стандартная энтропия реакции  $2Al_2O_3(к) + 6SO_2(г) + 3O_2(г) = 2Al_2(SO_4)_3(к)$  равна  $-1727$  Дж/К.
3. Рассчитайте энергию Гиббса при  $0^\circ C$ ,  $25^\circ C$  и  $100^\circ C$ , константы равновесия при этих температурах, сделайте вывод о направленности процесса и температуру, выше которой реакция  $PbO(к) + C(к) = Pb(к) + CO(г)$  идет самопроизвольно.
4. Вычислить тепловой эффект перехода  $S(\text{моноклинная}) \rightarrow S(\text{ромбическая})$  последующим термохимическим данным:  $S(\text{моноклинная}) + O_2(г) \rightarrow SO_2(г)$ ;  $\Delta H_p = -296,959$  кДж;  $S(\text{ромбическая}) + O_2(г) = SO_2(г)$ ;  $\Delta H_p = -296,645$  кДж.

5. Определите тепловой эффект окисления 100 л аммиака по реакции  $4\text{NH}_3(\text{г}) + 5\text{O}_2(\text{г}) = 4\text{NO}(\text{г}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{г})$  при стандартных условиях, используя энтальпии образования реагентов.
6. Рассчитайте стандартную энтропию образования хромата аммония, если энтропия реакции  $2(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4(\text{к}) = \text{Cr}_2\text{O}_3(\text{к}) + \text{N}_2(\text{г}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) + 2\text{NH}_3(\text{г})$  равна +661 Дж/К.
7. Вычислить энтальпию реакции по энергиям связей:  $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , если  $\Delta H^0_{298}(\text{C-H}) = 358,41$  кДж/моль,  $\Delta H^0_{298}(\text{C=C}) = 423,72$  кДж/моль,  $\Delta H^0_{298}(\text{C-C}) = 262,94$  кДж/моль,  $\Delta H^0_{298}(\text{O-H}) = 460,57$  кДж/моль,  $\Delta H^0_{298}(\text{C-O}) = 314,03$  кДж/моль.
8. В системе  $\text{A} + \text{B}_2 = \text{AB}_2$  концентрацию вещества А увеличили от 0,1 до 0,2 моль/л, а вещества В<sub>2</sub> от 0,01 до 0,02 моль/л. Во сколько раз возросла скорость прямой реакции?
9. При какой температуре следует проводить реакцию, если нужно скорость реакции, проводимой при 200 °С уменьшить в 1000 раз. Температурный коэффициент равен 3.
10. Вычислить скорость химической реакции  $\text{A} + 2\text{B} = \text{C}$ , если исходные концентрации веществ составляют:  $[\text{A}] = 2$ ,  $[\text{B}] = 3$ , константа скорости равна  $1,1 \text{ л}^2\text{моль}^{-2}\text{с}^{-1}$ .
11. Чему равна энергия активации реакции, если при повышении температуры от 200 до 300 К скорость увеличится в 100 раз.
12. Во сколько раз уменьшится скорость реакции  $\text{A} + 2\text{B} = \text{AB}_2$ , если концентрацию вещества А уменьшить в 3 раза, а концентрацию вещества В увеличить в 2 раза.
13. Энергия активации некоторой реакции в отсутствие катализатора равна 75,24 кДж/моль, а с катализатором 50,14 кДж/моль. Во сколько раз возрастает скорость реакции в присутствии катализатора, если реакция протекает при 25 °С.
14. Вычислить, при какой температуре осмотическое давление 1,5%-ного раствора сахара достигнет 656,8 кПа (плотность раствора равна 1,014 г/мл). Чему равны температуры кипения и замерзания этого раствора.
15. Кажущаяся степень диссоциации хлорида калия в 0,1 н растворе равна 0,8. Чему равно осмотическое давление этого раствора при 17 °С.
16. Раствор, содержащий при 27 °С 7,4 г глюкозы, изотоничен раствору мочевины. Сколько граммов мочевины  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  содержит 1 л раствора.
17. Раствор, содержащий 1,5 г гликокола в 100 г воды, имеет такое же давление пара как 6,35% раствор сахарозы. Определите молекулярную массу гликокола, температуры замерзания и кипения этого раствора.
18. Константа диссоциации гидроксида аммония при 25 °С равна  $1,79 \cdot 10^{-5}$ . Вычислить, при какой концентрации степень диссоциации будет равна 0,02.
19. Найти изотонический коэффициент для 0,2 М раствора электролита, если известно, что в 1 л этого раствора содержится  $2,18 \cdot 10^{23}$  частиц (ионов и молекул) растворенного вещества.
20. Определите давление пара над раствором, содержащим  $6 \cdot 10^{22}$  молекул неэлектролита в 100 г воды при 100 °С. Давление водяного пара при этой температуре равно  $1,01 \cdot 10^5$  Па. При какой температуре замерзает и кипит данный раствор (плотность раствора принять равной 1 г/мл).
21. Вычислить при 100 °С давление насыщенного пара над раствором, содержащим 5 г гидроксида натрия в 180 г воды. Кажущаяся степень диссоциации гидроксида натрия равна 0,8, а давление водяного пара при этой температуре равно 101,3 кПа.
22. Осмотическое давление водного раствора, содержащего в 1 л 4,65 г анилина, при 21 °С составляет 122,2 кПа. Вычислить молекулярную массу анилина, температуры замерзания и кипения этого раствора (плотность раствора принять равной единице).
23. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава нитрата свинца (2) с диафрагмой и раствора нитрата свинца (2) с инертным анодом.
24. Гальванический элемент состоит из металлического магния, погруженного в 0,1М раствор хлорида магния и металлического цинка, погруженного в 0,01М раствор

- хлорида цинка. Определите электродные потенциалы магния и цинка, ЭДС гальванического элемента и составьте схему гальванического элемента.
25. Через раствор сульфата цинка в течение часа пропущено 25 А. На катоде выделилось 22,5 г цинка. Определите выход по току.
  26. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава нитрата натрия с диафрагмой и раствора нитрата натрия с цинковым анодом.
  27. Вычислить максимальную работу химической реакции, протекающей по уравнению:  $Zn + CuSO_4 = ZnSO_4 + Cu$ , если ЭДС гальванического элемента при 25 °С равна 1,0934В. Составьте схему гальванического элемента.
  28. Сколько времени нужно пропускать ток силой 1,5 А через 0,1н раствор сульфата меди (2) с инертными электродами, чтобы полностью выделить медь из 300 мл раствора?
  29. Написать уравнения процессов, происходящих при электролизе расплава сульфата серебра с диафрагмой и раствора нитрата серебра с медным анодом.
  30. Гальванический элемент состоит из металлического олова, погруженного в 0,01М раствор хлорида олова (2) и металлической меди, погруженной в 0,1М раствор хлорида меди (2). Определите электродные потенциалы олова и меди, ЭДС гальванического элемента и составьте схему гальванического элемента.
  31. Молярная электрическая проводимость при бесконечном разбавлении хлорида лития при 25 °С равна 115 моль.см<sup>2</sup>. Число переноса катиона этого электролита равно 0,33. Молярная электрическая проводимость при бесконечном разбавлении ацетата аммония при 25 °С равна 114,7 моль.см<sup>2</sup>. Число проводимости при бесконечном разбавлении ацетата лития.

### Промежуточная аттестация

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий используется:

1. <https://dis.ggtu.ru/course/view.php?id=4372> Электронные образовательные ресурсы, размещенные в ОС\_MOODLE\_ГГТУ – Коллоидная химия
2. <https://meet.jit.si/> - бесплатная система видеоконференций
3. <https://zoom.us/> - корпоративная видеоконференцсвязь с обменом сообщениями и контентом в реальном времени

### Вопросы к зачету

1. Основные задачи и методы физической химии.
2. Основные понятия химической термодинамики. Параметры и функции состояния. Открытая, закрытая и изолированная система.
3. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа.
4. Энтальпия. Частные случаи I-го начала термодинамики в изохорном, изобарном и изотермическом процессах.
5. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него. Термохимические уравнения. Стандартная теплота образования вещества. Стандартная теплота сгорания вещества. Стандартная энтальпия химической реакции.
6. Теплоёмкость: истинная, удельная, молярная, изобарная, изохорная, средняя. Связь между  $C_p$  и  $C_v$ . Температурная зависимость теплоёмкости.
7. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа.
8. Второй закон термодинамики. Самопроизвольные процессы. Понятие об энтропии. Связь энтропии с термодинамической вероятностью. Уравнение Больцмана.
9. Фундаментальное уравнение термодинамики. Критерий самопроизвольности и равновесия процессов в изолированных системах.

10. Вычисление энтропии вещества в различных процессах: фазовые превращения, изохорный, изобарный, изотермический процессы.
11. Третье начало термодинамики. Постулат Планка. Принцип недостижимости абсолютного нуля. Тепловая теорема Нернста.
12. Стандартная энтропия вещества. Расчёт стандартной молярной энтропии на примере фазовых переходов воды.
13. Расчёт стандартной энтропии химической реакции.
14. Свободная энергия и её выражения при постоянном объёме и давлении.
15. Критерии самопроизвольности и равновесия в закрытых системах.
16. Уравнения для расчёта энергии Гиббса и энергии Гельмгольца и их анализ.
17. Стандартная энергия Гиббса химической реакции. Способы расчёта энергии Гиббса химической реакции.
18. Связь между термодинамическими функциями.
19. Химический потенциал.
20. Признаки химического равновесия. Равновесный состав, химическая переменная. Выход продукта, степень превращения реагента.
21. Применение второго закона термодинамики к химическим равновесиям. Константы равновесия: термодинамические и концентрационные.
22. Стандартная константа равновесия.
23. Термодинамика фазового равновесия. Основные понятия: фаза, компонент в смеси и в химической реакции, внешние параметры.
24. Правило фаз Гиббса. Число степеней свободы системы. Фазовые равновесия.
25. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния воды.
26. Растворы. Способы выражения концентрации растворов. Молярная доля.
27. Термодинамика процесса растворения. Классификация растворов, Закон Рауля для идеальных и неидеальных растворов. Закон Генри.
28. Основные понятия химической кинетики. Механизм реакции. Элементарные реакции. Элементарный акт химического превращения. Понятие о скорости химических реакций в целом и по компоненту. Мгновенная и средняя скорость реакции. Факторы, влияющие на скорость реакции.
29. Кинетический закон действующих масс. Кинетические уравнения реакции и кинетические кривые. Константа скорости химической реакции.
30. Влияние температуры на скорость реакции. Правило Вант-Гоффа. Энергия активации. Уравнение Аррениуса.
31. Основные понятия катализа. Гомогенный и гетерогенный катализ.
32. Термодинамика поверхностных явлений. Поверхностная энергия Гиббса. Поверхностное натяжение. Уравнение адсорбции Гиббса.
33. Теория электролитической диссоциации. Механизм диссоциации электролитов.
34. Свойства растворов электролитов. Отклонение от свойств растворов неэлектролитов. Изотонический коэффициент.
35. Свойства слабых электролитов: константа и степень диссоциации, закон разбавления Освальда.
36. Теория растворов сильных электролитов Дебая и Хюккеля. Понятие об ионной атмосфере. Активность ионов и её связь с концентрацией. Коэффициент активности и зависимость его величины от общей концентрации электролитов в растворе.
37. Электропроводность растворов. Удельная, эквивалентная и молярная электропроводность; их изменение с разведением раствора. Молярная электропроводность при бесконечном разведении. Закон Кольрауша.
38. Общая характеристика растворов. Термодинамическая классификация растворов. Термодинамика образования растворов.

39. Свойства предельнонасыщенных растворов неэлектролитов: давление насыщенного пара, температуры замерзания и кипения, осмотическое давление.
40. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри.
41. Криоскопический метод определения молекулярной массы веществ.
42. Растворы неограниченно растворимых жидкостей. Разделение неограниченно растворимых жидкостей методом простой перегонки. Взаимно нерастворимые жидкости. Перегонка с водяным паром.
43. Ограниченная растворимость жидкостей, критическая температура растворения.
44. Электрохимия и электрохимические процессы. Возникновение разности потенциалов на границе металл/электролит.
45. Гальванический элемент.
46. Термодинамика электрохимических цепей.
47. Электродные потенциалы. Уравнение Нернста. Стандартные электродные потенциалы. Их значение.
48. Электролиз растворов и расплавов электролитов.
49. Коррозия металлов и методы борьбы с ней.
50. Типы электродов: первого, второго порядка, окислительно-восстановительные, стеклянный.

### Тест для проведения текущего контроля, промежуточной аттестации по дисциплине

1. Состояние химического равновесия не зависит от (выберите один правильный ответ):
  - а. концентрации реагирующих веществ
  - б. присутствия катализатора
  - в. температуры
  - г. давления
2. Установите соответствие между воздействием и направлением, в которое сместит это воздействие равновесие обратимой реакции
$$\text{MgCO}_3 (\text{тв}) \rightleftharpoons \text{MgO} (\text{тв}) + \text{CO}_2 (\text{г}) - Q:$$
  - а. В сторону прямой реакции
  - б. В сторону обратной реакции
  - в. Не смещается
3. Скорость реакции пропорциональна концентрации реагирующих веществ в степени их стехиометрических коэффициентов – это (выберите один правильный ответ):
  - а. Закон действия масс
  - б. Правило Вант-Гоффа
  - в. Принцип Ле-Шателье
  - г. Закон Рауля
4. Из предложенного перечня реакций выберите все реакции, на скорость которых влияет степень измельчения металла, но не влияет изменение давления (выберите два правильных ответа):
  - а.  $\text{Zn} + 2\text{HCl} (\text{р-р}) = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
  - б.  $6\text{Li} + \text{N}_2 = 2\text{Li}_3\text{N}$
  - в.  $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4$
  - г.  $\text{Mg} + \text{FeSO}_4 (\text{р-р}) = \text{Fe} + \text{MgSO}_4$
5. Определите продукт электролиза водного раствора  $\text{CuSO}_4$ , выделяющийся на инертном аноде (выберите один правильный ответ):

- а. CO<sub>2</sub>
- б. O<sub>2</sub>
- в. Cl<sub>2</sub>
- г. SO<sub>2</sub>

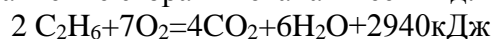
6. Установите соответствие между формулами металлов и системами, которые используются для их электролитического получения в промышленности: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

- |       |                                       |
|-------|---------------------------------------|
| А) Na | 1) Раствор нитрата                    |
| Б) Al | 2) Раствор оксида в расплаве криолита |
| В) Ag | 3) Расплав хлорида                    |

7. Функция состояния, характеризующая степень неупорядоченности системы, – это:

8. Если два раствора имеют различное осмотическое давление, то раствор с большим давлением называют...

9. Термохимическое уравнение сгорания этана имеет вид:



Сколько теплоты (в кДж) выделится при полном сгорании 8,96л (н. у.) этана?

10. Как называются реакции, протекающие с выделением тепла?

**1.4 Схема соответствия типовых контрольных заданий и оцениваемых знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Код и наименование компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Типовое контрольное задание
ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	ПК-1.1	Список терминов Вопросы к зачету Тестовые задания