Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щёкина Вера Витальевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.03.2026 09:10:45
Уникальный программный ключ:
a2232a55157e576551a8999b1190892af539894204203366fbf573a434e57789

	МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА **Рабочая программа дисциплины**

УТВЕРЖДАЮ
Декан естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»

_____ И.А. Трофимцова
«28» июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Направление подготовки
04.03.01 ХИМИЯ

Профиль
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Принята на заседании кафедры химии
(протокол № 9 от «28» июня 2023 г.)

Благовещенск 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА ……. 3
2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ …….. 5
3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ) …….. 12
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ ……... 18
5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ……... 20
6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ(САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА …….. 24
7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ …… 59
8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ …… 59
9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ …… 59
10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА ……. 60
11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ ……... 62

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель дисциплины: сформировать фундаментальные знания в различных разделах физической химии (химическая термодинамика, фазовые, химические и адсорбционные равновесия, учение о растворах, элементы статистической термодинамики и линейной термодинамики необратимых процессов, химическая кинетика, катализ и электрохимия).

1.2 Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физическая химия» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1. (Б1.О.19).

Для освоения дисциплины «Физическая химия» обучающиеся используют знания, умения, сформированные в ходе изучения неорганической, аналитической, квантовой химии, кристаллохимии, а также органической химии.

Дисциплина «Физическая химия» обобщает экспериментальный и теоретический материал, полученный в разных разделах химии, является теоретической основой всей химической науки и технологии химических процессов.

1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1:

-**УК-1**. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, **индикаторами** достижения которой является:

- УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие.
- УК-1.2 Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи.
- УК-1.3 Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов.
- УК-1.4 При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата.
- УК-1.5 Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

- **ОПК-1.** Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, **индикаторами** достижения которой является:

- ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.
- ОПК-1.2 Предлагает интепретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.
- ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ хиическрой направленности.

- **ОПК-2.** Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием, **индикаторами** достижения которой является:

- ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.
- ОПК-2.2 Синтезирует вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик.
- ОПК-2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.
- ОПК-2.4 Исследует свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

- **ПК-1.** Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов, **индикаторами** достижения которой является:

- ПК-1.1 Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования;
- ПК-1.2 Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности;
- ПК-1.3 Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен

- **знать:**

- пути поиска информации для использования полученных теоретических и практических знаний в области физической химии;
- основы поиска, критического анализа и синтеза информации, системного подхода для решения поставленных задач в рамках дисциплины физическая химия;
- основные современные методы исследования химических веществ;
- методы и способы обработки информации результатов химического эксперимента, результатов наблюдений и измерений;
- информационные источники справочного, научного, нормативного характера;
- основы современных теорий в области физической химии и способы их применения для решения теоретических и практических задач в любых областях химии;

- **уметь**:

- применять и анализировать основы поиска, критического анализа и синтеза информации, системного подхода для решения поставленных задач;
- анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие и осуществляет декомпозицию задачи;
- грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки;
- отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности;
- определять и оценивать практические последствия возможных решений;
- сопоставляет разные источники информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений;
- обрабатывать, анализироватьи обобщать результаты наблюдений и измерений;
- выявлять связь между физическими и химическими процессами, между строением и свойствами неорганических веществ,
- решать задачи, используя принципы и методы физической химии;
- объяснять и анализировать на основе экспериментальных данных свойства веществ и процессы, протекающие при их взаимодействии;
- ставить химический эксперимент, анализировать и оценивать лабораторные исследования;
- применять основы и особенности правил техники безопасности при проведении химического эксперимента с неорганическими веществами;
- проводить физико-химические расчеты с помощью известных формул и уравнений, в том числе с помощью компьютерных программ, проводить стандартные физико-химические измерения, пользоваться справочной литературой по физической химии.
- проводить самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Internet);

- **владеть:**

• навыками анализа, применения основ поиска, критического анализа и синтеза информации, системного подхода для решения поставленных задач в рамках дисциплины физическая химия;

• навыками анализа задачи, выделяя ее базовые составляющие и осуществляя декомпозицию задачи;

• навыками грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки;

• навыками отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности;

• способностью определять и оценивать практические последствия возможных решений;

• навыками делать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ по физической химии;

• способами безопасного обращения с горючими и токсичными веществами, лабораторным оборудованием;

• навыками интерпретации рассчитанных значений термодинамических функций и на их основе прогнозировать возможность осуществления и направление протекания химических процессов;

• базовыми знаниями в области физической химии;

• методами приготовленияраствоpов заданной концентрации.

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Физическая химия» составляет 16 зачетных единиц (далее – ЗЕ) (576 часов).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях, лабораторных и практических занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 5	Семестр 6
Общая трудоемкость	576	288	288
Аудиторные занятия	302	152	150
Лекции	150	76	74
Лабораторные работы	144	72	72
Практические работы	8	4	4
Самостоятельная работа	202	100	102
Вид итогового контроля:	36х2	36 Зачет, экзамен	36 экзамен

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Учебно-тематический план

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	
5 семестр						

I	**Введение в физическую химию**	**4**	**2**			**2**
II	**Основы химической термодинамики**	**94**	**26**	**30**		**38**
1	Основные понятия химической термодинамики	6	4			2
2	Теплоемкость. Теории теплоемкости	8	4			4
3	Лабораторная работа Определение теплоемкости калориметрической системы	10		6		4
3	Первый закон термодинамики и его приложение к различным процессам	10	6			4
4	Лабораторная работа Определение интегральной теплоты растворения соли в воде	10		6		4
5	Лабораторная работа Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидрате сульфата меди $CuSO_4 \cdot xH_2O$	10		6		4
6	Лабораторная работа Определение теплоты нейтрализации	10		6		4
7	Лабораторная работа Определение теплоты диссоциации слабого электролита	10		6		4
8	Второй и третий законы термодинамики. Энтропия	10	6			4
9	Термодинамические потенциалы (энергия Гельмгольца и энергия Гиббса)	6	4			2
10	Химический потенциал. Фундаментальные уравнения химической термодинамики Гиббса	4	2			2
III	**Термодинамика химического равновесия**	**28**	**6**	**12**		**10**
1	Термодинамика химического равновесия	8	6			2
2	Лабораторная работа Изучение равновесия гомогенной реакции в растворе	10		6		4
3	Лабораторная работа Определение константы равновесия гомогенной химической реакции в растворе	10		6		4
IV	**Фазовые равновесия**	**34**	**10**	**12**		**12**

1	Фазовые равновесия в гетерогенных системах. Однокомпонентные системы	6	4			2
2	Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах. Термический анализ	6	4			2
3	Лабораторная работа Термический анализ системы фенол-нафталин	8		6		2
4	Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах	4	2			2
5	Лабораторная работа Построение диаграммы состояния трехкомпонентной системы	10		6		4
V	**Растворы неэлектролитов**	**36**	**10**	**12**		**14**
1	Термодинамика растворов неэлектролитов	6	4			2
2	Термодинамика летучих жидких смесей	6	4			2
	Лабораторная работа Определение коэффициента распределения	10		6		4
3	Коллигативные свойства разбавленных растворов неэлектролитов (равновесие в системе летучий растворитель-нелетучее растворенное вещество)	4	2			2
4	Лабораторная работа Определение молярной массы растворенного вещества методом криоскопии	10		6		4
VI	**Адсорбционные равновесия**	**20**	**6**	**6**		**8**
1	Адсорбция	10	6			4
2	Лабораторная работа Адсорбция уксусной кислоты на поверхности активированного угля	10		6		4
VII	**Элементы статистической термодинамики**	**36**	**16**		**4**	**16**
1	Основные понятия статистической термодинамики	8	4			4
2	Сумма по состояниям идеальных и реальных газов	12	6		2	4
3	Расчеты в статистической термодинамике. Решеточная теория жидкостей и жидких растворов	10	4		2	4

4	Дефекты кристаллических решеток	6	2			4
	Итого за 5 семестр	**252**	**76**	**72**	**4**	**100**
	Экзамен	**36**				
6 семестр						
VIII	**Элементы линейной термодинамики необратимых процессов**	**20**	**8**			**12**
1	Основные положения термодинамики необратимых процессов	8	4			4
2	Линейная термодинамика необратимых процессов	6	2			4
3	Неравновесные стационарные состояния	6	2			4
IX	**Химическая кинетика**	**116**	**34**	**36**	**4**	**42**
1	Основные понятия и определения химической кинетики	6	4			2
2	Формальная кинетика односторонних реакций в закрытых и открытых системах	6	4			2
3	Сложные реакции	6	4			2
4	Цепные реакции	6	4			2
5	Фотохимические реакции	4	2			2
6	Теория активных столкновений (соударений)	8	4		2	2
7	Теория активированного комплекса (переходного состояния)	8	4		2	2
8	Реакции в растворах	6	4			2
9	Макрокинетика. Кинетика гетерогенных химических реакций	6	4			2
10	Лабораторная работа Определение константы скорости реакции окисления иодоводородной кислоты	10		6		4
11	Лабораторная работа Определение константы скорости инверсии тростникового сахара (сахарозы)	10		6		4

12	Лабораторная работа Исследование кинетики реакции разложения мочевины в воде методом электропроводности	10		6		4
13	Лабораторная работа Определение константы скорости и энергии активации реакции омыления сложного эфира	10		6		4
14	Лабораторная работа Определение константы скорости йодирования ацетона	10		6		4
15	Лабораторная работа Определение константы скорости реакции разложения мурексида	10		6		4
X	**Катализ**	**34**	**14**	**6**		**14**
1	Катализ	6	2			4
2	Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ	6	4			2
3	Ферментативный катализ	6	4			2
4	Гетерогенный катализ	6	4			2
5	Лабораторная работа Каталитическое влияние ионов меди и железа на скорость окисления иодоводородной кислоты персульфатом аммония	10		6		4
XI	**Электрохимия**	**82**	**18**	**30**		**34**
1	Введение в электрохимию. Растворы электролитов	4	2			2
2	Электропроводность растворов электролитов	4	2			2
3	Равновесия в электрохимических системах	4	2			2
4	Двойной электрический слой (ДЭС)	4	2			2
5	Типы электродов	4	2			2
6	Электрохимические цепи	4	2			2
7	Неравновесные электродные процессы	4	2			2
8	Химические источники тока	4	2			2
9	Коррозия и защита металлов	4	2			2

10	Лабораторная работа Определение средних коэффициентов активности растворов электролитов	10		6		4
11	Лабораторная работа Определение константы и степени диссоциации слабого электролита кондуктометрическим методом	10		6		4
12	Лабораторная работа Определение ЭДС гальванических элементов. Расчет термодинамических функций гальванического элемента	10		6		4
13.	Лабораторная работа Определение чисел переноса ионов	6		6		
13	Лабораторная работа Коррозия и защита металлов	10		6		4
	Итого за 6семестр	**252**	**74**	**72**	**4**	**102**
	Экзамен	**36**				
	Итого	**576**	**150**	**144**	**8**	**202**

Интерактивное обучение по дисциплине

№	Наименование тем (разделов)	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1.	Теплоемкость. Теории теплоемкости	ЛК	Мини-лекция	2
2.	Основные понятия химической термодинамики	ЛК	Лекция-консультация	2
3.	Первый закон термодинамики и его приложение к различным процессам	ЛК	Лекция-брифинг	2
4.	Определение интегральной теплоты растворения соли в воде	ЛБ	Работа в малых группах	6
5.	Второй и третий законы термодинамики. Энтропия	ЛК	Лекция-консультация	2
6.	Химический потенциал. Фундаментальные уравнения химической термодинамики Гиббса	ЛК	Мини-лекция	2
7.	Определение интегральной теплоты растворения соли в воде	ЛБ	Работа в малых группах	6
8.	Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидрате сульфата меди $CuSO_4 \cdot xH_2O$	ЛБ	Работа в малых группах	6
9.	Определение теплоты диссоциации слабого электролита	ЛБ	Работа в малых группах	6
10.	Построение диаграммы состояния трехкомпонентной системы	ЛБ	Работа в малых группах	6
11.	Фазовые равновесия в гетерогенных системах. Однокомпонентные систе-	ЛК	Лекция-консультация	2

	мы			
12.	Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах. Термический анализ	ЛК	Case-study (анализ конкретных практических ситуаций	4
13.	Термодинамика растворов неэлектролитов	ЛК	Мини-лекция	2
14.	Коллигативные свойства разбавленных растворов неэлектролитов (равновесие в системе летучий растворитель-нелетучее растворенное вещество)	ЛК	Лекция-брифинг	2
15.	Определение молярной массы растворенного вещества методом криоскопии	ЛБ	Работа в малых группах	6
16.	Адсорбция	ЛК	Лекция-консультация	2
17.	Адсорбция уксусной кислоты на поверхности активированного угля	ЛБ	Работа в малых группах	6
18.	Сумма по состояниям идеальных и реальных газов	ЛК	Лекция-брифинг	2
19.	Расчеты в статистической термодинамике. Решеточная теория жидкостей и жидких растворов	ПР	Мозговой штурм	2
20.	Основные положения термодинамики необратимых процессов	ЛК	Мини-лекция	2
21.	Неравновесные стационарные состояния	ЛК	Лекция-брифинг	2
22.	Формальная кинетика односторонних реакций в закрытых и открытых системах	ЛК	Лекция-консультация	2
23.	Цепные реакции и фотохимические реакции	ЛК	Case-study (анализ конкретных практических ситуаций	2
24.	Исследование кинетики реакции разложения мочевины в воде методом электропроводности	ЛБ	Работа в малых группах	6
25.	Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ	ЛК	Case-study (анализ конкретных практических ситуаций	4
26.	Гетерогенный катализ	ЛК	Case-study (анализ конкретных практических ситуаций	2
27.	Каталитическое влияние ионов меди и железа на скорость окисления иодоводородной кислоты персульфатом аммония	ЛБ	Работа в малых группах	6
28.	Введение в электрохимию. Растворы электролитов	ЛК	Лекция-консультация	2
29.	Электропроводность растворов электролитов	ЛК	Лекция-консультация	2
30.	Двойной электрический слой (ДЭС)	ЛК	Лекция-беседа	2

31.	Типы электродов	ЛК	Лекция с ошибками	2
32.	Определение средних коэффициентов активности растворов электролитов	ЛБ	Работа в малых группах	6
ИТОГО				**108**

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИЧЕСКУЮ ХИМИЮ

Предмет и составные части физической химии. Основные этапы развития физической химии как современной основы теоретической химии. Методы термодинамики, кинетики и квантовой химии в описании химических явлений. Роль полуэмпирических закономерностей в теории химии.

ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ

Основные понятия химической термодинамики

Макроскопические системы и термодинамический метод их описания. Термическое равновесие системы. Термодинамические переменные. Температура. Интенсивные и экстенсивные величины. Обратимые и необратимые процессы.

Теплоемкость. Теории теплоемкости

Теплоемкости и их свойства. Уравнение состояния идеального газа, уравнение состояния реального газа Ван-дер-Ваальса. Теорема о соответственных состояниях и общая проблема уравнения состояния. Вириальные уравнения состояния.

Теплота и работы различного рода. Работа расширения для различных процессов.

Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия. Закон Гесса и его следствия. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Теплота сгорания. Теплоты образования. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгофа. Зависимость теплоемкости от температуры и расчеты тепловых эффектов реакций. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах.

Второй и третий законы термодинамики. Энтропия. Уравнение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Некомпенсированная теплота Клаузиуса и работа, потерянная в необратимом процессе. (Обоснование второго начала термодинамики. Теорема Карно-Клаузиуса. Понятие о принципе Каратеодори. Абсолютная температура. Основы линейной термодинамики необратимых процессов. Источник энтропии и функция диссипации энергии).

Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии при различных процессах. Изменение энтропии изолированных процессов и направление процесса.

Термодинамические потенциалы (энергия Гельмгольца и энергия Гиббса)

Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Энергия Гельмгольца, энергия Гиббса и их свойства. Уравнения Максвелла. Использование уравнения Максвелла для вывода различных термодинамических соотношений.

Связь между калорическими и термодинамическими переменными. Методы вычисления из опытных данных энтропии, внутренней энергии, энтальпии, энергии Гельмгольца и энергии Гиббса. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов, выраженные через характеристические функции.

Уравнение Гиббса-Гельмгольца и его роль в химии. Работа и теплота химического процесса.

Химический потенциал, определение, вычисление и свойства. [Равновесие в поле внешних сил. Полные потенциалы]. Химический потенциал идеального и неидеального газов. Метод летучести Льюиса. Различные методы вычисления летучести из опытных данных.

ТЕРМОДИНАМИКА ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

Закон действия масс. История его открытия и современная трактовка. Различные виды констант равновесия и связь между ними. Химическая переменная. Химическое равно-

весие в идеальных и неидеальных системах. Термодинамический вывод закона действия масс.

Изотерма Вант-Гоффа. Изменение энергии Гиббса и энергии Гельмгольца при химической реакции. Термодинамическая трактовка понятия о химическом сродстве. Принцип Бертло и область его применимости. Расчеты констант равновесия химических реакций с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций. Приведенная энергия Гиббса и ее использование для расчетов химических равновесий.

Расчеты выхода продуктов химических реакций различных типов. Выходы продуктов при совместном протекании нескольких химических реакций.

Зависимость констант равновесия от температуры. Уравнения изобары и изохоры реакции, их термодинамический вывод. Использование различных приближений для теплоемкостей реагентов при расчетах химических равновесий при различных температурах. Гетерогенные химические равновесия и особенности их термодинамического описания.

ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ

Фазовые равновесия в гетерогенных системах. Однокомпонентные системы. Гетерогенные системы. Понятие фазы, компонента, степени свободы. Правило фаз Гиббса и его вывод.

Диаграммы состояния воды, серы, фосфора и углерода. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клайперона-Клаузиуса и его применение к различным фазовым переходам первого рода. Фазовые переходы второго рода. Уравнение Эренфеста.

Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах. Термический анализ. Различные диаграммы состояния двухкомпонентных систем и их анализ на основе правила фаз. Системы, образующие твердые растворы и химические соединения с конгруэнтной и не конгруэнтной точкой плавления. Эвтектическая и перитектическая точки.

Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах. Треугольник Гиббса. Диаграммы плавкости трехкомпонентных систем.

РАСТВОРЫ НЕЭЛЕКТРОЛИТОВ

Растворы различных классов. Различные способы выражения состава раствора. Смеси идеальных газов. Термодинамические свойства газовых смесей. Идеальные растворы в различных агрегатных состояниях и общее условие идеальности растворов.

Термодинамика растворов неэлектролитов

Давление насыщенного пара жидких растворов. Закон Рауля и его термодинамический вывод. Неидеальные растворы и их свойства. Метод активностей. Коэффициенты активности и их определение по парциальным давлениям компонент.

Стандартные состояния при определении химических потенциалов компонент. Симметричная и несимметричная системы отсчета.

Термодинамическая классификация растворов. Функция смешения для идеальных и неидеальных растворов. [Энтропия смешения для решеточной модели смешения.Избыточные функции и зависимость коэффициентов активности от температуры и давления]. Предельно разбавленные растворы, атермальные, регулярные, строго регулярные растворы и их свойства.

Парциальные мольные величины и их определение из опытных данных для бинарных систем. Уравнения Гиббса-Дюгема.

Коллигативные свойства разбавленных растворов неэлектролитов (равновесие в системе летучий растворитель-нелетучее растворенное вещество)

Изменение температуры затвердевания различных растворов. Криоскопический метод. Зонная плавка и ее практические применения.

Осмотические явления. Уравнения Вант-Гоффа, его термодинамический вывод и область применимости. Общее рассмотрение коллигативных свойств растворов.

Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентных системах. Равновесные составы пара и жидкости. Различные виды диаграмм состояния. Законы Гиббса-Коновалова. Разделение веществ путем перегонки. Азеотропные смеси и их свойства.

АДСОРБЦИОННЫЕ РАВНОВЕСИЯ

Адсорбция. Адсорбент. Адсорбат. Структура поверхности и пористость адсорбента. Виды адсорбции. Локализованная и делокализованная адсорбция. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Изотермы и изобары адсорбции. Уравнение Генри. Константа адсорбционного равновесия. Уравнение Ленгмюра, его термодинамический вывод и условия применимости. Адсорбция из растворов. Гиббсовская адсорбция.

Полимолекулярная адсорбция, ее приближенное описание методом Брунауэра-Эммета-Теллера (БЭТ). Использование уравнения БЭТ для определения поверхности адсорбентов.

ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ

Основные понятия статистической термодинамики

Механическое описание молекулярной системы. Фазовые G- и μ-пространства. Функция распределения Максвелла-Больцмана. Ее использование для вычисления средних скоростей и энергий молекул в идеальных газах.

Статистические средние значения макроскопических величин. Ансамбли Гиббса. Метод функций распределения для канонического и макроканонического ансамблей. Основные постулаты статистической термодинамики.

Каноническая функция распределения Гиббса. Сумма по состояниям как статистическая характеристическая функция. Статистические выражения для основных термодинамических функций - внутренней энергии, энтропии, энергии Гельмгольца и энергии Гиббса. Статистические расчеты энтропии. Формула Больцмана. Постулат Планка и абсолютная энтропия.

Сумма по состояниям идеальных и реальных газов

Молекулярная сумма по состояниям и сумма по состояниям макроскопической системы. Поступательная сумма по состояниям. Составляющие энтропии, внутренней энергии и теплоемкости, обусловленные поступательным движением. Формула Закура-Тетроде.

Вращательная сумма по состояниям для жесткого ротатора. Составляющие для внутренней энергии, теплоемкости, энтропии, обусловленные вращательным движением. Орто- и пара-водород и их термодинамические свойства. [«Замораживание» вращательной степени свободы на примере H_2. Зависимость вращательной теплоемкости H_2 от температуры. Заторможенное вращение в многоатомных молекулах и сумма по состояниям для заторможенного вращения].

Колебательная сумма по состояниям для гармонического осциллятора. Составляющие внутренней энергии, теплоемкости и энтропии, обусловленные колебательным движением. «Замороженные» колебательные степени свободы и их свойства.

Расчеты в статистической термодинамике. Решеточная теория жидкостей и жидких растворов

Расчет констант равновесия химических реакций в идеальных газах методом статистической термодинамики.

Межмолекулярные взаимодействия. Статистическая термодинамика реальных систем. Конфигурационный интеграл для реального газа. [Вириальные уравнения состояния.Решеточные модели в теории жидкостей и жидких растворов].

Дефекты кристаллических решеток

Точечные дефекты кристаллических решеток. Вакансии. Междоузельные частицы. Равновесные и неравновесные дефекты решеток. Метод наибольшего слагаемого при вычислении суммы по состояниям для кристаллов с различными видами точечных дефектов. Нестехиометрические соединения и их термодинамическое описание.

ЭЛЕМЕНТЫ ЛИНЕЙНОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ НЕОБРАТИМЫХ ПРОЦЕССОВ

Основные положения термодинамики необратимых процессов

Описание необратимых процессов в термодинамике. Потоки. Силы. Феноменологические законы для скоростей процессов. Открытые и закрытые системы. Необратимые

процессы и производство энтропии. Зависимость скорости производства энтропии от обобщенных потоков и сил. Стационарное состояние системы и теорема Пригожина.

Линейная термодинамика необратимых процессов

Потоки при совместном воздействии нескольких сил. Соотношения взаимности Онсагера и их применения в линейной термодинамике необратимых процессов. Термодиффузия. Коэффициент термодиффузии и его определение на опыте. Уравнение Чепмена-Энскота.

Неравновесные стационарные состояния.

ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

Основные понятия и определения химической кинетики

Химическая кинетика - наука о скоростях и механизмах химических реакций. Несоответствие механизмов реакций и их стехиометрических уравнений. Механизм разложения N_2O, N_2O_5, синтеза HBr и HI.

Определение скорости реакции. Кинетические кривые. Кинетические уравнения. Определение константы скорости и порядка реакции. Реакции переменного порядка и изменение порядка в ходе реакции на примере реакции образования HBr. Молекулярность элементарных реакций.

Кинетический закон действия масс и область его применимости. Составление кинетических уравнений для известного механизма реакции. Прямая и обратная задачи химической кинетики. Зависимость константы скорости от температуры. Уравнение Аррениуса. «Эффективная» и «истинная» энергии активации.

Формальная кинетика односторонних реакций в закрытых и открытых системах

Необратимые реакции первого, второго и третьего порядков. Определение констант скорости из опытных данных. Методы определения порядка реакции и вида кинетического уравнения. Реакции в потоке. Реакции идеального вытеснения и идеального смешения. Определение кинетических постоянных для различных реакций первого порядка в реакторе идеального смешения [Колебательные реакции на примере реакции Белоусова-Жаботинского].

Сложные реакции. Принцип независимости элементарных стадий. Методы составления кинетических уравнений. Обратимые реакции первого порядка. Определение элементарных констант из опытных данных. Параллельные реакции. Последовательные реакции на примере двух необратимых реакций первого порядка.

Кинетический анализ процессов, протекающих через образование промежуточных продуктов. Принцип квазистационарности Боденштейна и область его применимости.

Цепные реакции. Элементарные процессы возникновения, продолжения, разветвления и обрыва цепей. Длина цепи. Различные методы расчета скорости неразветвленных цепных реакций. Применение метода стационарности для составления кинетических уравнений неразветвленных цепных реакций на примере темнового образования HBr.

Разветвленные цепные реакции. Кинетические особенности разветвленных цепных реакций. Предельные явления в разветвленных цепных реакциях на примере реакции окисления водорода. Полуостров воспламенения. Период индукции. Зависимость скорости реакции на нижнем пределе воспламенения от диаметра сосуда и природы его поверхности. Применение метода квазистационарных концентраций для описания предельных явлений в окрестностях первого и второго пределов воспламенения. Тепловой взрыв и условия воспламенения на третьем пределе.

Фотохимические реакции. Элементарные фотохимические процессы. Фотохимически активные частицы. Эксимеры, эксиплексы и их свойства. Изменение физических и химических свойств молекул при электронном возбуждении. Квантовый выход. Закон фотохимической эквивалентности Эйнштейна. Определение кинетических постоянных фотохимических реакций методом стационарных концентраций.

Теория активных столкновений (соударений) в химической кинетике в применении к бимолекулярным реакциям. Ее приближенная и более строгая формулировка. Формула

Траутца-Льюиса.

Теория соударений в применении к мономолекулярным реакциям. Схема Линдемана и ее сопоставление с опытными данными. Причины неточности схемы Линдемана [Поправки Хиншельвуда и Касселя.Понятие о теории РРКМ].

Тримолекулярные реакции. Теория активных столкновений в применении к тримолекулярным реакциям.

Элементарные акты химических реакций и физический смысл энергии активации. Поверхность потенциальной энергии для взаимодействия трех атомов водорода. Сопоставление результатов приближенных и точных расчетов поверхности потенциальной энергии для этой системы.

Теория активированного комплекса (переходного состояния)

Метод переходного состояния (активированного комплекса). Свойства активированного комплекса. Статистический расчет константы скорости. Основные допущения теории активированного комплекса и область его применимости. Трансмиссионный коэффициент.

Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Энтропия активации. Соотношения между опытной и истинной энергией активации.

Бимолекулярные реакции. Теория активированного комплекса в применении к бимолекулярным реакциям различного типа. Сопоставление результатов теории соударений и теории активированного комплекса.

Мономолекулярные реакции. Теория активированного комплекса в применении к мономолекулярным реакциям. Область применимости полученных соотношений. Объяснение «повышенных» и «заниженных» значений предэкспоненциального множителя.

Тримолекулярные реакции. Применение теории активированного комплекса для описания тримолекулярных реакций с участием оксида азота(II). Теория соударений в применении к тримолекулярным реакциям. Сопоставление результатов обеих теорий.

Реакции в растворах. «Клеточный эффект» и число соударений молекул в жидкостях. Роль явлений сольватации в химической кинетике.

Макрокинетика. Роль диффузии в кинетике гетерогенных реакций. Различные режимы протекания реакций (кинетическая и внешняя кинетическая области; область внешней и внутренней диффузии). [Задача Зельдовича-Тиле. Зависимость режимов протекания реакции от радиуса пор и размера гранул катализатора. Фактор Тиле и фактор диффузионного торможения. Кинетика реакции во внутренней диффузионной области для реакции первого порядка. Энергия активации в кинетической и внутренней диффузионной области].

КАТАЛИЗ

Катализ. Определение катализа. Общие принципы катализа. Роль катализа в химии. Основные промышленные каталитические процессы. Примеры механизмов каталитических процессов.

Гомогенный катализ. Применение принципа стационарности для вычисления начальной скорости гомогенной каталитической реакции с участием одного реагента.

Кислотно-основной катализ. Классификация реакций кислотно-основного типа. Кинетика и механизм реакций специфического кислотного катализа.

Функции кислотности Гаммета и их использование при вычислении скорости реакции и кинетических постоянных. Кинетика и механизм реакций общего кислотного катализа. Уравнение Бренстеда и его использование в кинетике каталитических реакций. Корреляционные уравнения для энергий активации и теплот реакций. Уравнение Семенова в кинетике радикальных реакций. Специфический и общий основной катализ, нуклеофильный и электрофильный катализ. Пуш-пульные механизмы кислотно-основного катализа.

Твердые кислоты как катализаторы. Цеолиты и их свойства. Кислотно-основные катализаторы процессов переработки нефти. Бифункциональные катализаторы. Механизмы каталитического превращения углеводородов.

Катализ комплексными соединениями переходных металлов. Гомогенные реакции гидрирования, их кинетика и механизмы. Каталитическое окисление этилена комплексными соединениями палладия.

Ферментативный катализ. Общие сведения о кинетике и механизмах ферментативных реакций.pH-зависимость кинетических постоянных. Температурная зависимость кинетических постоянных. Субстратная специфичность ферментов. Активные и адсорбционные центры ферментов. Общие сведения о механизмах ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Определение кинетических постоянных этого уравнения из опытных данных. [Кинетика каталитических реакций с конкурентным и неконкурентным ингибированием].

Гетерогенный катализ. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Удельная и атомная активность. Явления отравления катализаторов. Активность и селективность катализаторов. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Энергия активации каталитический реакций. Неоднородность поверхности катализаторов.

Металлы как катализаторы. Теория мультиплетов Баландина. Принцип геометрического и энергетического соответствия. Область применения теории мультиплетов. Нанесенные катализаторы. Теория активных ансамблей Кобозоева.

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Введение в электрохимию. Растворы электролитов

Химический и электрохимический способы осуществления окислительно-восстановительных реакций. Электрохимическая цепь и ее компоненты. Определение теоретической электрохимии, ее разделы и связь с задачами прикладной электрохимии. Понятие электрохимического потенциала.

Развитие представлений о строении растворов электролитов (Т. Гротгус, М. Фарадей, С. Аррениус, И. А. Каблуков). Основные положения теории Аррениуса. Недостатки этой теории. Соотношение между энергией кристаллической решетки и энергией сольватации ионов в рамках модели Борна. Ион-дипольное взаимодействие как основное условие устойчивости растворов электролитов. Термодинамическое описание ион-ионного взаимодействия. Понятие средней активности и среднего коэффициента активности; их связь с активностью и коэффициентом активности отдельных ионов. Основные допущения теории Дебая-Хюккеля. Потенциал ионной атмосферы. Уравнения для коэффициента активности в первом, втором и третьем приближении теории Дебая-Хюккеля. Современные представления о растворах электролитов.

Электропроводность растворов электролитов

Неравновесные явления в растворах электролитов. Потоки диффузии и миграции. Формула Нернста-Эйнштейна. Диффузионный потенциал. Удельная и эквивалентная электропроводность. Числа переноса и методы их определения. Подвижности ионов и закон Кольрауша. Физические основы теории Дебая-Хюккеля-Онсагера; электрофоретический и релаксационный эффекты; эффекты Вина и Дебая-Фалькенгагена. Зависимость подвижности ионов от их природы, от природы растворителя, от температуры и концентрации раствора. Механизм электропроводности водных растворов кислот и щелочей.

Равновесия в электрохимических системах

Условия электрохимического равновесия на границах раздела фаз в электрохимической цепи. Связь ЭДС со свободной энергией Гиббса. Уравнение Нернста и Гиббса-Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи. Понятие электродного потенциала. Определение коэффициентов активности и чисел переноса на основе измерений ЭДС.

Двойной электрический слой (ДЭС)

Понятие поверхностного, внешнего и внутреннего потенциалов; разности потенциалов Гальвани и Вольта. Двойной электрический слой и его роль в кинетике электродных процессов. Электрокапиллярные явления; основное уравнение электрокапиллярности; уравнение Липпмана. Емкость двойного электрического слоя; причины ее зависимости от

потенциала электрода. Адсорбционный метод изучения двойного электрического слоя. Теория Гуи-Чапмена-Грэма; сходство и различия этой теории с теорией атмосферы Дебая-Хюккеля.

Типы электродов

Электрохимические цепи

Классификация электродов и электрохимических цепей.

Неравновесные электродные процессы

Плотность тока как мера скорости электродного процесса; поляризация электродов. Стадии электродного процесса. Механизмы массопереноса: диффузия, миграция и конвекция. Три основных уравнения диффузионной кинетики и общий подход к решению ее задач. Зависимость тока от потенциала в условиях медленной стационарной диффузии к плоскому электроду. Полярография. Уравнение тока в теории замедленного разряда; ток обмена и перенапряжения. Зависимость скорости стадии разряда от строения двойного слоя на примере электровосстановления ионов гидроксония и пероксидсульфата на ртутном электроде. Физический смысл энергии активации в условиях замедленного разряда. Сопряженные реакции в электрохимической теории коррозии

Химические источники тока; их виды и основные характеристики.

Коррозия и защита металлов

Методы защиты металлов от коррозии.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа призвана помочь студентам в организации самостоятельной работы по освоению дисциплины «Физическая химия». Физическая химия является теоретической основой химии, т. к. химические реакции связаны с разнообразными физическими процессами: теплопередачей, поглощением или выделением теплоты, поглощением или излучением света, электрическими явлениями, изменением объема и т. д. Необходимость знания физической химии обусловливается все увеличивающимся значением отдельных ее разделов.

Рекомендации:

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала надо обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, обратитесь к преподавателю по графику его консультаций или на практических занятиях;
- обратить особое внимание на физическую сущность и графическое сопровождение основных рассматриваемых теоретических положений.
- на занятия носить рекомендованную преподавателем литературу;
- обязательно иметь собственный инженерный калькулятор;
- до очередного практического занятия по конспекту (или литературе) проработать теоретический материал, соответствующий теме занятия;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- иметь при себе конспект лекций;
- решение задачи всегда начинать с выражения, позволяющего получить конечный результат, а затем находить необходимые компоненты для его получения;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, в случае затруднений обращаться к преподавателю;
- все расчетные величины должны иметь соответствующую размерность, а форма записи расчетов должна иметь вид – символы, числа, результат. Такая форма записи поможет быстро обнаружить неточность в расчетах и получить правильный результат.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование раздела (темы)	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
1.	Введение в физическую химию	Изучение литературы Конспектирование изученных источников	2
2.	Основы химической термодинамики	Изучение литературы Конспектирование изученных источников Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе Решение расчетных задач Подготовка рефератов	38
3.	Термодинамика химического равновесия	Изучение литературы Конспектирование изученных источников Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе Решение расчетных задач	10
4.	Фазовые равновесия	Изучение литературы Конспектирование изученных источников Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе Решение расчетных задач	12
5.	Растворы неэлектролитов	Изучение литературы Конспектирование изученных источников Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе Решение расчетных задач Подготовка рефератов	14
6.	Адсорбционные равновесия	Изучение литературы Конспектирование изученных источников Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе	8

		Решение расчетных задач	
7.	Элементы статистической термодинамики	Изучение литературы Конспектирование изученных источников Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе Решение расчетных задач Подготовка рефератов	16
8.	Элементы линейной термодинамики необратимых процессов	Изучение литературы Конспектирование изученных источников Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе Решение расчетных задач Подготовка рефератов	12
9.	Химическая кинетика	Изучение литературы Конспектирование изученных источников Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе Решение расчетных задач Подготовка рефератов	42
10.	Катализ	Изучение литературы Конспектирование изученных источников Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе Решение расчетных задач Подготовка рефератов	14
11.	Электрохимия	Изучение литературы Конспектирование изученных источников Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе Решение расчетных задач Подготовка рефератов	34
	ИТОГО		202

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

План лабораторных работ по дисциплине «Физическая химия»

№ п/п	Тема	Литература	Вид работы	Кол-во часов

5 семестр				
1	Определение теплоемкости калориметрической системы	Практические работы по физической химии / под ред. К. П. Мищенко, А. А. Равделя, А. М. Пономаревой. – М.: Изд-во «Профессия», 2002. – С. 57-63	Лабораторная работа	6
2	Определение интегральной теплоты растворения соли в воде	Термохимия. Методические указания / В. А. Колпаков. – Томск: изд-во ТПУ, 2004. – С. 13-17	Лабораторная работа	6
3	Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидрате сульфата меди $CuSO_4 \cdot xH_2O$	Термохимия. Методические указания / В. А. Колпаков. – Томск: изд-во ТПУ, 2004. – С. 17-19	Лабораторная работа	6
4	Определение теплоты нейтрализации	Термохимия. Методические указания / В. А. Колпаков. – Томск: изд-во ТПУ, 2004. – С. 20-21	Лабораторная работа	6
5	Определение теплоты диссоциации слабого электролита	Термохимия. Методические указания / В. А. Колпаков. – Томск: изд-во ТПУ, 2004. – С. 22-23	Лабораторная работа	6
6	Изучение равновесия гомогенной реакции в растворе	Практикум по физической химии / О.А. Бурмистрова, М.Х. Карапетьянц, Г.С. Каретников и др. – М.: Высшая школа, 1966. – С. 295-297	Лабораторная работа	6
7	Определение константы равновесия гомогенной химической реакции в растворе	Практикум по физической химии / О.А. Бурмистрова, М.Х. Карапетьянц, Г.С. Каретников и др. – М.: Высшая школа, 1966. – С. 291-295	Лабораторная работа	6
8	Термический анализ системы фенол-нафталин	Фазовое равновесие в двухкомпонентных системах. Термический анализ. Методические указания / С. В. Романенко. – Томск: изд-во ТПУ, 2004. – С. 19-21	Лабораторная работа	6
9	Построение диаграммы состояния трехкомпонентной системы	Практические работы по физической химии / под ред. К. П. Мищенко, А. А. Равделя, А. М. Пономаревой. – М.: Изд-во «Профессия», 2002. – С. 128-132	Лабораторная работа	6

10	Определение коэффициента распределения	Практикум по физической химии / О.А. Бурмистрова, М.Х. Карапетьянц, Г.С. Каретников и др. – М.: Высшая школа, 1966. – С. 252-255	Лабораторная работа	6
11	Определение молярной массы растворенного вещества методом криоскопии	Балезин, С.А. Практикум по физической и коллоидной химии / С.А. Балезин. – М.: Просвещение, 1980. – С. 7-21	Лабораторная работа	6
12	Адсорбция уксусной кислоты на поверхности активированного угля	Балезин, С.А. Практикум по физической и коллоидной химии / С.А. Балезин. – М.: Просвещение, 1980. – С. 128-141	Лабораторная работа	6
6 семестр				
1	Определение константы скорости и энергии активации реакции окисления иодоводородной кислоты пероксидом водорода	Балезин, С.А. Практикум по физической и коллоидной химии / С.А. Балезин. – М.: Просвещение, 1980. – С. 80-89	Лабораторная работа	6
2	Определение константы скорости инверсии тростникового сахара (сахарозы)	Практические работы по физической химии / под ред. К. П. Мищенко, А. А. Равделя, А. М. Пономаревой. – М.: Изд-во «Профессия», 2002. – С. 244-250	Лабораторная работа	6
3	Исследование кинетики реакции разложения мочевины в воде методом электропроводности	Химическая кинетика. Методические указания / В. А. Колпаков, С. В. Романенко. – Томск: изд-во ТПУ, 2004. – С. 14-16	Лабораторная работа	6
4	Определение константы скорости и энергии активации реакции омыления сложного эфира	Химическая кинетика. Методические указания / В. А. Колпаков, С. В. Романенко. – Томск: изд-во ТПУ, 2004. – С. 17-20	Лабораторная работа	6
5	Определение константы скорости реакции йодирования ацетона	Практические работы по физической химии / под ред. К. П. Мищенко, А. А. Равделя, А. М. Пономаревой. – М.: Изд-во «Профессия», 2002. – С. 254-258	Лабораторная работа	6
6	Определение константы скорости реакции разложения мурексида	Практикум по физической химии / М. И. Гельфман; под ред. М. И. Гельфмана. – СПб.; М.; Краснодар:	Лабораторная работа	6

		Лань, 2004. – С. 167-169		
7	Каталитическое влияние ионов меди и железа на скорость окисления иодоводородной кислоты персульфатом аммония	Балезин, С.А. Практикум по физической и коллоидной химии / С.А. Балезин. – М.: Просвещение, 1980. – С. 159-163	Лабораторная работа	6
8	Определение среднего коэффициентов активности растворов электролитов	Равновесные электродные процессы. Потенциометрия. Методические указания / С. В. Романенко. – Томск: изд-во ТПУ, 2004. – С. 30-32	Лабораторная работа	6
9	Определение константы и степени диссоциации слабого электролита кондуктометрическим методом	Растворы электролитов. Электрическая проводимость растворов электролитов. Методическое пособие / В. Е. Катюхин. – Томск: ИПФ ТПУ, 2003. – С. 16-19	Лабораторная работа	6
10	Определение ЭДС гальванических элементов. Расчет термодинамических функций гальванического элемента	Практикум по физической химии / М. И. Гельфман; под ред. М. И. Гельфмана. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2004. – С. 131-132, 139, 142-143	Лабораторная работа	6
11	Определение чисел переноса ионов	Практические работы по физической химии / под ред. К. П. Мищенко, А. А. Равделя, А. М. Пономаревой. – М.: Изд-во «Профессия», 2002. – С. 212-223	Лабораторная работа	6
12	Коррозия и защита металлов	Балезин, С.А. Практикум по физической и коллоидной химии / С.А. Балезин. – М.: Просвещение, 1980. – С. 171-199	Лабораторная работа	6
	Всего			**144**

План практических работ по дисциплине«Физическая химия»

№ п/п	Тема	Вид работы	Кол-во часов
5 семестр			
1	Сумма по состояниям идеальных и реальных газов	Практическая работа	2
2	Расчеты в статистической термодинамике. Решеточная теория жидкостей и жидких растворов	Практическая работа	2
	Всего		**4**
6 семестр			

1	Теория активных столкновений (соударений)	Практическая работа	2
2	Теория активированного комплекса (переходного состояния)	Практическая работа	2
	Всего		**4**

Правила техники безопасности

1. Студент допускается к работе в лаборатории только после инструктажа по технике безопасности, что подтверждается росписью студента и лица, проводившего инструктаж, в специальном журнале.

2. Все студенты, прошедшие инструктаж, должны строго придерживаться правил техники безопасности. За несоблюдение правил установлена ответственность в административном или судебном порядке.

3. Работа студента в лаборатории разрешается в часы, отведенные по расписанию, а также в дополнительное время, согласованное с преподавателем, под наблюдением преподавателя или лаборанта.

4. Запрещается принимать пищу в лаборатории, пробовать на вкус химические вещества, оставлять какие-либо реактивы в посуде без соответствующей надписи.

5. Все растворы, не подлежащие сливу в канализацию (органические растворители, соли ртути и серебра, легковоспламеняющиеся жидкости, концентрированные кислоты и щелочи и т. д.), следует выливать в особые банки для слива, получив указание лаборанта.

6. Концентрированные кислоты и щелочи, сильнодействующие реактивы (бром и др.) надо хранить в вытяжном шкафу под тягой на подносе и не выносить их оттуда.

7. При всех работах с едкими веществами (кислоты, щелочи и др.) необходимо соблюдать максимальную осторожность, имея в виду, что несчастные случаи всегда происходят в результате неосведомленности, невнимательности или небрежности работающего.

8. Беря вещество для опыта, следует внимательно прочитать этикетку и проверить содержимое по качественным признакам (цвет, запах, консистенция и др.).

9. При попадании едкого вещества на стол или на пол следует это место сразу же засыпать песком, затем песок собрать и вынести из помещения. Облитое кислотой место промыть раствором соды.

10. Реакции, которые могут сопровождаться сильным разогревом (растворение кислот, щелочей), следует проводить только в посуде из химического стекла, а не в толстостенной посуде. При этом реакционный сосуд помещают в кристаллизатор.

11. Засасывать едкие жидкости в пипетку необходимо только с помощью груши или пневмонасоса, а не ртом.

12. Нагревать растворы на плитке следует только в посуде из химического стекла без пробки. При этом посуда должна быть сухой снаружи. Брать нагретые предметы необходимо с помощью полотенца или специальных напальчников.

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
УК-1 ОПК-1 ОПК-2 ПК-1	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не ис-

			правляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
	Коллоквиум	Низкий – неудовлетворительно	- незнание программного материала; - при ответе возникают ошибки; - затруднения при выполнении практических работ.
		Пороговый – удовлетворительно	- усвоение основного материала; - при ответе допускаются неточности; - при ответе недостаточно правильные формулировки; - нарушение последовательности в изложении программного материала; - затруднения в выполнении практических заданий.
		Базовый – хорошо	- знание программного материала; - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос; - правильное применение теоретических знаний; - владение необходимыми навыками при выполнении и практических задач.
		Высокий – отлично	- глубокое и прочное усвоение программного материала; - полные , последовательные , грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания; - свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала;

			- правильно обоснованные принятые решения; - владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.
	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
	Реферат	Низкий – неудовлетворительно	тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.
		Пороговый – удовлетворительно	имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.
		Базовый – хорошо	основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.
		Высокий – отлично	выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция,

			сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.
	Тест	Низкий – неудовлетворительно	Количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
		Пороговый – удовлетворительно	Количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %
		Базовый – хорошо	Количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %
		Высокий – отлично	Количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %
			а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).

6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт/экзамен.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

Критерии оценивания устного ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

1. вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок;
2. показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;
3. продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков.

Допускаются незначительные ошибки.

Оценка «не зачтено» выставляется, если:

1. не раскрыто основное содержание учебного материала;
2. обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
3. допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;
4. не сформированы компетенции, умения и навыки.

Критерии оценивания устного ответа на экзамене

Оценка «5» (отлично) ставится, если студент:

1. полно раскрыто содержание материала билета;

2. материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;

3. показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;

4. продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;

5. ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;

6. допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

7. правильно решена расчетная задача.

Оценка «4» (хорошо) ставится, если:

ответ студента удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:

1.в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;

2.допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора;

3.допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

4. в расчетной задаче допущена ошибка.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если:

1.неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;

2.имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;

3.при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

4. решение расчетной задачи вызывает затруднения.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если:

1.не раскрыто основное содержание учебного материала;

2.обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;

3.допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

4.не сформированы компетенции, умения и навыки.

5. расчетная задача не решена.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Теплоемкость. Измерение теплоемкости калориметрической системы.

2. Первый закон термодинамики и следствия из него. Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде.

3. Следствия из закона Гесса. Измерение теплоты образования кристаллогидратов. Расчеты по термохимическим уравнениям.

4. Измерение теплоты нейтрализации. Расчеты по термохимическим уравнениям.

5. Расчет изменения энтальпий, энтропий, энергии Гиббса, энергии Гельмгольца в зависимости от параметров состояния системы

6. Измерение давления пара летучих жидких веществ. Построение диаграмм состояния двухкомпонентных систем и их анализ. Применение правила фаз Гиббса.

7. Криоскопический метод анализа. Определение молярной массы и степени электролитической диссоциации электролитов.

8. Термический анализ.

9. Определение коэффициента распределения и степени ассоциации уксусной кислоты в бензоле.

10. Расчеты по термодинамике химических равновесий.

11. Расчет выхода продуктов химических реакций различных типов. Расчеты выхода продуктов при совместном протекании нескольких химических реакций.

12. Адсорбция уксусной кислоты на поверхности активированного угля. Теории адсорбции.

13. Определение обменной емкости цеолита. Теория ионного обмена.

14. Расчеты в статистической термодинамике: поступательная, вращательная, колебательная суммы по состояниям. Составляющие энтропии, внутренней энергии и теплоемкости, обусловленные поступательным, вращательным и колебательным движениями.

Вопросы к экзамену
(5 семестр)

1. Теплоемкость. Виды теплоемкости. Расчет теплоемкости. Уравнения зависимости теплоемкости от температуры.

2. Классическая и квантово-механическая теории теплоемкости газов. Теория теплоемкости твердых тел.

3. Первый закон термодинамики. Приложение первого закона термодинамики к изотермическим, изохорным, изобарным и адиабатическим процессам.

4. Основной закон термохимии Г. И. Гесса и следствия из него.

5. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Закон Р. Кирхгофа. Расчеты изменения энтальпий веществ и химических реакций.

6. Второй закон термодинамики и его различные формулировки. Принцип Каратеодори. Обоснование второго закона термодинамики. Цикл Карно. Теоремы Карно, Клаузиуса-Карно.

7. Энтропия. Уравнение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Энтропия как критерий направленности процессов в изолированной системе.

8. Расчет энтропии в различных процессах. Зависимость энтропии от параметров состояния.

9. Тепловая теорема Нернста. Абсолютные энтропии химических соединений. Постулат Планка.

10. Критерии самопроизвольного протекания процессов и положения равновесия в изохорно-изотермических и изобарно-изотермических условиях: энергия Гельмгольца и энергия Гиббса.

11. Зависимость термодинамических потенциалов от параметров состояния системы. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.

12. Фундаментальные уравнения химической термодинамики Гиббса. Характеристические функции. Уравнения Максвелла.

13. Химические потенциалы, их определение, вычисление и свойства. Метод летучести Льюиса.

14. Основные признаки состояния химического равновесия. Закон действия масс, его кинетический и термодинамический вывод. Способы выражения констант химического равновесия и взаимосвязь между ними.

15. Уравнение изотермы химической реакции. Термодинамическая трактовка понятия о химическом сродстве.

16. Влияние различных факторов на положение равновесия. Зависимость констант равновесия от температуры, уравнения изохоры и изобары химической реакции. Влияние давления и концентраций на химическое равновесие, уравнение Планка.

17. Расчет констант химического равновесия.

18. Фазовые равновесия. Основные понятия и определения. Правило фаз Гиббса.

19. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Уравнения Эренфеста.

20. Однокомпонентные системы. Диаграмма состояния воды. Энантиотропные и монотропные фазовые переходы.

21. Двухкомпонентные системы. Физико-химический анализ. Термический анализ. Анализ диаграмм плавкости.

22. Диаграммы плавкости двухкомпонентных систем с простой эвтектикой и их анализ на основе правила фаз Гиббса.

23. Диаграммы плавкости двухкомпонентных систем с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися химическими соединениями. Их анализ на основе правила фаз Гиббса.

24. Диаграммы плавкости двухкомпонентных систем с ограниченной и неограниченной растворимостью в твердой фазе. Их анализ на основе правила фаз Гиббса.

25. Трехкомпонентные системы. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем. Закон распределения Нернста.

26. Общая термодинамическая теория растворов. Парциальные молярные величины и их значение в термодинамике растворов. Уравнение Гиббса-Дюгема.

27. Классификация растворов. Способы выражения состава растворов.

28. Давление насыщенного пара компонента над раствором. Уравнение Рауля и Генри. Растворимость газов.

29. Термодинамика жидких летучих смесей. Состав паровой фазы над раствором. Законы Д.П. Коновалова. Азеотропные смеси.

30. Разделение летучих жидких смесей. Уравнение Дюгема-Маргулеса. Перегонка жидких смесей. Ректификация.

31. Ограниченно растворимые и взаимно нерастворимые летучие смеси.

32. Понижение давления насыщенного пара над раствором. Закон Рауля и его термодинамический вывод.

33. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов.

34. Осмотические явления растворов. Уравнение Вант-Гоффа.

35. Адсорбция. Основные понятия. Физическая и химическая адсорбция. Локализованная и нелокализованная адсорбция. Количественное и графическое описание адсорбции. Природа адсорбционных взаимодействий.

36. Адсорбция газов. Уравнение Генри.

37. Теория мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра. Уравнение Фрейндлиха.

38. Полимолекулярная адсорбция, ее описание методом Брунауэра-Эммета-Теллера.

39. Адсорбция из растворов. Уравнение изотермы адсорбции из растворов, его анализ.

40. Фундаментальное уравнение адсорбции Гиббса, его термодинамический вывод и область применимости.

41. Описание микросостояний системы методом классической механики. Метод ячеек Больцмана. Энтропия и термодинамическая вероятность.

42. Описание микросостояний системы методом классической механики. Метод ансамблей Гиббса. Распределения Гиббса.

43. Описание микросостояний системы методом квантовой механики. Статистики Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна, Больцмана. Распределение Больцмана.

44. Сумма по состояниям. Свойства суммы по состояниям.

45. Связь суммы по состояниям с термодинамическими функциями.

46. Молекулярная сумма по состояниям идеальных газов.

47. Термодинамические функции идеального газа. Составляющие внутренней энергии, энтропии, обусловленные поступательным движением. Формула Закура-Тетроде.

48. Расчет констант равновесия химических реакций в идеальных газах методом статистической термодинамики.

49. Уравнения состояния идеальных и реальных газов в статистической термодинамике.

(6 семестр)

1. Термодинамика необратимых процессов. Предмет и задачи термодинамики необратимых процессов. Объекты исследования.

2. Уравнения баланса. Уравнения баланса массы, энергии и энтропии. Законы сохранения массы и энергии. Производство энтропии.

3. Производство энтропии при теплопередаче и химических реакциях. Зависимость скорости химической реакции от сродства.

4. Линейные законы. Потоки и силы. Принципы Кюри и Онзагера. Сопряженные химические реакции.

5. Неравновесные стационарные состояния. Теорема Пригожина. Примеры неравновесных стационарных систем.

6. Предмет и задачи химической кинетики. Механизм химических реакций. Скорость химической реакции. Кинетические кривые. Кинетический закон действия масс.

7. Классификация реакций химической кинетики.

8. Формальная кинетика односторонних реакций в закрытых системах.

9. Способы определения порядка химических реакций в закрытых системах.

10. Формальная кинетика односторонних реакций в открытых системах. Реактор идеального смешения. Реактор идеального вытеснения.

11. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Энергия активации.

12. Сложные реакции. Общая характеристика. Обратимые и параллельные реакции первого порядка.

13. Сложные реакции. Общая характеристика. Последовательные реакции. Принцип квазистационарностиБоденштейна.

14. Сложные реакции. Общая характеристика. Сопряженные и автокаталитические реакции.

15. Цепные реакции. Основные понятия. Стадии цепных реакций. Неразветвленные цепные реакции. Кинетика цепного неразветвленного процесса на примере темнового образования бромоводорода.

16. Разветвленные цепные реакции. Кинетика цепного разветвленного процесса на примере реакции окисления водорода. Полуостров воспламенения.

17. Фотохимические реакции. Законы фотохимии. Квантовый выход. Изменение физических и химических свойств молекул при электронном возбуждении. Скорость фотохимической реакции.

18. Теория активных столкновений. Основные положения. Бимолекулярные реакции. Истинная и кажущаяся энергия активации.

19. Теория активных столкновений. Мономолекулярные реакции. Модель Линдемана, теория Хиншельвуда, теория РРКМ.

20. Теория активных столкновений. Тримолекулярные реакции.

21. Теория активированного комплекса (переходного состояния). Поверхность потенциальной энергии. Основные положения ТАК. Теория абсолютных скоростей реакций. Статистический и термодинамический аспект ТАК.

22. Теория активированного комплекса (переходного состояния). Бимолекулярные, мономолекулярные и тримолекулярные реакции.

23. Кинетика реакций в растворах.

24. Кинетика гетерогенных химических реакций. Общая характеристика. Роль диффузии. Режимы протекания реакций. Внешняя диффузия.

25. Внутренняя диффузия: задача Зельдовича, задача Тиле.

26. Общие принципы катализа. Механизм каталитического действия. Роль катализа в химии и промышленности.

27. Гомогенный катализ. Общая характеристика кислотно-основного катализа.

28. Кинетика кислотно-основного катализа. Корреляционные уравнения в кислотно-основном катализе.

29. Твердые кислоты как катализаторы.

30. Катализ комплексными соединениями переходных металлов.

31. Ферментативный катализ. Общая характеристика ферментов как катализаторов. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен.

32. Ингибирование ферментативных реакций.

33. Гетерогенный катализ. Общая характеристика. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Энергия активации гетерогенных каталитических реакций. Профиль пути гетерогенной каталитической реакции. Неоднородность поверхности катализатора.

34. Теории гетерогенного катализа. Теория мультиплетов Баландина. Теория активных ансамблей Кобозоева.

35. Предмет электрохимии. Определение теоретической электрохимии, ее разделы и связь с задачами прикладной электрохимии. Основные понятия. Электрохимическая цепь и ее компоненты. Понятие электрохимического потенциала.

36. Растворы электролитов. Коллигативные свойства растворов электролитов. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса, недостатки этой теории.

37. Причины и механизм электролитической диссоциации.

38. Соотношение между энергией кристаллической решетки и энергией сольватации ионов в рамках модели Борна.

39. Термодинамика растворов электролитов.

40. Электростатическая теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля.

41. Электрическая проводимость растворов электролитов. Зависимость электропроводности от различных факторов. Кондуктометрия.

42. Подвижность ионов. Числа переноса. Методы определения чисел переноса.

43. Физические основы теории Дебая-Хюккеля-Онзагера. Электрофоретический и релаксационный эффект. Уравнение Онзагера. Эффекты Вина и Дебая-Фалькенгагена.

44. Электрохимические системы. Основные понятия. Электродный потенциал.

45. Электрохимические системы. Уравнение Нернста. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.

46. Скачок потенциала на межфазных границах: металл-раствор, раствор-раствор, металл-металл.

47. Строение двойного электрического слоя. Механизмы образования ДЭС. Способы изучения ДЭС.

48. Классификация электродов.

49. Электрохимические цепи. Потенциометрия.

50. Неравновесные электродные процессы. Диффузионная кинетика. Концентрационная поляризация.

51. Неравновесные электродные процессы. Электрохимическая кинетика. Теория замедленного разряда. Перенапряжение разряда.

52. Неравновесные электродные процессы. Электролиз. Законы Фарадея.

53. Химические источники тока.

54. Коррозия металлов. Методы борьбы с коррозией.

6.3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1

5 семестр

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	№ задания	Вес задания (балл)	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильности ответа)
задания закрытого типа с выбором одного правильного (1 из 4)	1, 2, 3	1 балл	1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи
задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (3 из 6)	4, 5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания закрытого типа на установление соответствия (4 на 4)	8, 9	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задание закрытого типа на установление последовательности	10, 11	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания открытого типа с кратким ответом	12, 13	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи.
задания открытого типа с развернутым ответом	14, 15	5 баллов	5 б – полное правильное соответствие; если допущена одна ошибка/неточность / ответ правильный, но не полный - 3 балла; если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует – 0 баллов

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, **индикаторами** достижения которой являются	• УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. • УК-1.2 Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи. • УК-1.3 Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов. • УК-1.4 При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата. •УК-1.5 Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

Задание 1. Какой из перечисленных разделов физической химии является теоретической основой для расчета выхода продукта реакции при заданной температуре?

1. Химическая кинетика
2. Термодинамика химического равновесия
3. Электрохимия
4. Поверхностные явления
   Ответ: 2

Задание 2. Студент проводил криоскопические измерения для определения молярной массы неизвестного вещества. Какое коллигативное свойство он использовал?

1. Повышение температуры кипения
2. Понижение температуры замерзания
3. Осмотическое давление
4. Парциальное давление пара
   Ответ: 2

Задание 3. Какая характеристическая функция является критерием самопроизвольного протекания процесса при постоянных температуре и давлении в закрытой системе?

1. Внутренняя энергия (U)
2. Энтальпия (H)
3. Энергия Гельмгольца (F)
4. Энергия Гиббса (G)
   Ответ: 4

Задание 4. Какие из перечисленных источников информации являются НАИБОЛЕЕ надежными для проведения термодинамических расчетов? (Выберите 3 варианта)

1. Научная статья в рецензируемом журнале с экспериментальными данными
2. Тематический форум в интернете
3. Официальная база данных стандартных термодинамических величин (например, NIST)
4. Учебник по физической химии для вузов
5. Блог научно-популярного сайта
6. Справочник термодинамических констант, изданный академическим издательством
   Ответ: 1, 3, 6

Задание 5. Какие из перечисленных величин являются ЭКСТЕНСИВНЫМИ (зависящими от массы системы)? (Выберите 3 варианта)

1. Температура
2. Внутренняя энергия
3. Давление
4. Энтропия

5. Химический потенциал
6. Объем
   Ответ: 2, 4, 6

Задание 6. Какие из перечисленных методов можно использовать для определения изменения энтальпии химической реакции? (Выберите 3 варианта)

1. Калориметрия
2. Кондуктометрия
3. Криоскопия
4. Расчет по закону Гесса с использованием стандартных теплот образования
5. Потенциометрия
6. Расчет по температурной зависимости константы равновесия (уравнение изобары Вант-Гоффа)
   Ответ: 1, 4, 6

Задание 7. Какие из перечисленных утверждений о химическом потенциале являются верными? (Выберите 3 варианта)

1. Химический потенциал – это парциальная мольная энергия Гиббса.
2. В состоянии равновесия химический потенциал вещества одинаков во всех фазах системы.
3. Химический потенциал идеального газа не зависит от давления.
4. Химический потенциал является интенсивной величиной.
5. Стандартное состояние для химического потенциала жидкости совпадает с чистым веществом.
6. Химический потенциал компонента в идеальном растворе линейно зависит от логарифма его мольной доли.
   Ответ: 1, 2, 4

Задание 8. Установите соответствие между уравнением и областью его применения.

Уравнение Ленгмюра : Мономолекулярная адсорбция на однородной поверхности
Уравнение БЭТ : Полимолекулярная адсорбция
Уравнение Клапейрона-Клаузиуса : Фазовые переходы первого рода
Уравнение Вант-Гоффа : Осмотическое давление разбавленных растворов

Задание 9. Установите соответствие между понятием и его определением.

Компонент : минимальное число независимых веществ, достаточное для описания состава всех фаз системы
Фаза : гомогенная часть системы, отделенная от других частей поверхностью раздела
Степень свободы : число независимых интенсивных переменных, которые можно изменять, не нарушая числа фаз в системе
Аддуктор : не является термином правила фаз

Задание 10. Расположите в правильном порядке этапы обработки информации при определении молярной массы вещества криоскопическим методом.

1 : Приготовление раствора известной массы исследуемого вещества в известной массе растворителя
2 : Экспериментальное измерение понижения температуры замерзания раствора ΔT
3 : Расчет моляльной концентрации раствора по формуле
4 : Расчет молярной массы вещества по формуле
5 : Сравнение полученного результата с литературными данными или теоретическим значением

Задание 11. Восстановите логическую последовательность рассуждений при применении правила фаз Гиббса к двухкомпонентной системе "жидкость-пар".

1 : Определение числа компонентов (K=2)
2 : Определение числа фаз (Ф=2)
3 : Расчет числа степеней свободы: $C = K - Ф + 2 = 2 - 2 + 2 = 2$
4 : Интерпретация результата: для полного описания системы необходимо задать два параметра (например, температуру и состав одной из фаз)

Задание 12. Функция состояния, мера беспорядка в системе, изменение которой в обратимом процессе равно приведенной теплоте ___

Ответ: Энтропия

Задание 13. Термодинамическая величина, представляющая собой отношение активности к концентрации, называется ___

Ответ: Коэффициент активности

Задание 14. Проанализируйте следующее утверждение, часто встречающееся в студенческих работах: "Реакция не идет, потому что у нее $\Delta G > 0$". Является ли это утверждение всегда верным? Отличается ли факт от интерпретации в данном случае? Дайте аргументированный комментарий.

Ответ: Это утверждение является упрощенной интерпретацией, а не абсолютным фактом. Факт: значение $\Delta G > 0$ указывает на то, что прямая реакция в стандартных условиях и при данных P, T не является самопроизвольной. Интерпретация: это не означает, что реакция "не идет" вообще. Она может идти в обратном направлении, либо при изменении условий (температуры, давления, состава) знак ΔG может измениться. Кроме того, ΔG характеризует равновесное состояние, но не скорость его достижения (это вопрос кинетики). Реакция с $\Delta G > 0$ может протекать, если ее вести в электролизере (за счет внешней работы) или если кинетически заторможено достижение равновесия. Таким образом, критический анализ требует уточнения условий и разделения понятий "термодинамическая возможность" и "кинетическая осуществимость".

Задание 15. Предложите план экспериментального определения теплоты нейтрализации сильной кислоты сильным основанием.

Ответ:
Задача: Измерить теплоту нейтрализации $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$.
Оборудование: Калориметр, термометр (или термодатчик) с высокой точностью, мерная посуда.

План:

1. В калориметр поместить точный объем раствора NaOH известной концентрации
2. Быстро добавить эквивалентный объем раствора HCl такой же концентрации, перемешать, зафиксировать разницу температур по максимальному и минимальному значению.
3. Рассчитать теплоту нейтрализации на 1 моль.
4. Сравнить полученное значение с теоретическим (~ -57.3 кДж/моль для разбавленных растворов), оценить погрешность.

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, **индикаторами** достижения которой являются	• ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов. • ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии. • ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

Задание 1. Для описания адсорбции газа на однородной поверхности с образованием мономолекулярного слоя наиболее адекватно используется:

1. Уравнение БЭТ
2. Уравнение Клайперона-Клаузиуса
3. Уравнение Ленгмюра
4. Уравнение Ван-дер-Ваальса
   Ответ: 3

Задание 2. Коллигативным свойством разбавленного раствора неэлектролита не является:

1. Повышение температуры кипения
2. Понижение температуры замерзания
3. Осмотическое давление
4. Поверхностное натяжение
   Ответ: 4

Задание 3. Если для некоторой химической реакции изменение стандартной энергии Гиббса ($\Delta G°$) < 0 при данной температуре, это означает, что:

1. Реакция не идет.
2. Реакция протекает с заметной скоростью.
3. В состоянии равновесия преобладают продукты.

4. Константа равновесия K < 1.
   Ответ: 3

Задание 4. Какие из перечисленных процессов сопровождаются увеличением энтропии системы?

1. Испарение воды при 25°C
2. Кристаллизация переохлажденной жидкости
3. Смешение двух идеальных газов
4. Сжатие идеального газа при постоянной температуре
5. Разложение оксида ртути (HgO) на ртуть и кислород
6. Адсорбция газа на твердом адсорбенте
   Ответ: 1, 3, 5

Задание 5. Какие из перечисленных методов или понятий используются для описания свойств реальных газов?

1. Уравнение Клапейрона-Менделеева
2. Уравнение Ван-дер-Ваальса
3. Вириальное уравнение состояния
4. Летучесть (фугитивность)
5. Закон Рауля
6. Закон действия масс
   Ответ: 2, 3, 4

Задание 6. Какие из перечисленных утверждений справедливы для азеотропной смеси?

1. Состав жидкой и паровой фаз одинаков.
2. Ее нельзя разделить перегонкой при данном давлении.
3. Она подчиняется закону Рауля.
4. Ее температура кипения постоянна.
5. Она существует только для систем с сильными положительными отклонениями от закона Рауля.
6. Она является гетерогенной системой.
   Ответ: 1, 2, 4

Задание 7. Какие из перечисленных функций являются характеристическими?

1. Внутренняя энергия U(S, V)
2. Энтальпия H(S, p)
3. Энергия Гиббса G(T, p)
4. Теплоемкость при постоянном объеме Cv(T, V)
5. Масса

6. Химический потенциал μ(T, p)
   Ответ: 1, 2, 3

Задание 8. Установите соответствие между термодинамической функцией и ее естественными переменными.

Внутренняя энергия (U) : S, V
Энтальпия (H) : S, P
Энергия Гельмгольца (F) : T, V
Энергия Гиббса (G) : T, P

Задание 9. Установите соответствие между уравнением и областью его применения.

Уравнение Ленгмюра : Мономолекулярная адсорбция на однородной поверхности
Уравнение Клайперона-Клаузиуса : Зависимость давления пара от температуры для чистой жидкости
Закон Рауля : Зависимость давления насыщенного пара растворителя от состава раствора
Уравнение Вант-Гоффа (изобара) : Зависимость константы равновесия от температуры)

Задание 10. Расположите в правильном порядке шаги термодинамического вывода константы равновесия для идеальной газовой реакции.
1 : Запись условия химического равновесия через химические потенциалы реагентов и продуктов
2 : Выражение химического потенциала через стандартный химический потенциал и парциальное давление
3 : Подстановка выражений для химических потенциалов в условие равновесия и группировка констант
4 : Получение выражения для константы равновесия Kp

Задание 11. Восстановите последовательность анализа диаграммы плавкости для двухкомпонентной системы с образованием эвтектики.

1 : Определение состава и температуры эвтектической точки
2 : Определение фаз, находящихся в равновесии в каждой области диаграммы
3 : Применение правила фаз Гиббса для проверки числа степеней свободы
4 : Анализ кривых охлаждения для смесей разного состава

Задание 12. Число фаз, находящихся в равновесии в тройной точке воды, равно _____.

Ответ: 3 (три)

Задание 13. Явление самопроизвольного перехода вещества из области с высокой концентрацией в область с низкой концентрацией через полупроницаемую мембрану называется _____.

Ответ: Осмос

Задание 14. Сформулируйте второй закон термодинамики. Объясните, каким образом он позволяет предсказать направление протекания химической реакции в закрытой системе при постоянных температуре и давлении.
Ответ: Второй закон термодинамики утверждает, что энтропия изолированной системы не может убывать. Для закрытой системы, обменивающейся с окружающей средой теплом и работающей при постоянных температуре и давлении, этот закон трансформируется в условие убыли энергии Гиббса. Таким образом, химическая реакция будет самопроизвольно протекать в том направлении, для которого энергия Гиббса меньше 0. Процесс достигает равновесия, когда энергия Гиббса равна 0. Это позволяет, рассчитав ΔG реакции, предсказать ее направление.

Задание 15. Объясните, почему азеотропную смесь нельзя разделить простой перегонкой.

Ответ: Азеотропная смесь имеет одинаковый состав жидкой и паровой фаз. При кипении такой смеси пар, отходящий от жидкости, имеет тот же состав, что и сама жидкость. Следовательно, при конденсации этого пара мы получим жидкость с исходным составом. При перегонке состав жидкой фазы не меняется вплоть до полного испарения, что делает невозможным разделение компонентов.

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием, **индикаторами** достижения которой являются	• ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности. • ОПК-2.2 Синтезирует вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик. • ОПК-2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе. • ОПК-2.4 Исследует свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

Задание 1. Какое из перечисленных действий в первую очередь **необходимо выполнить при работе с легковоспламеняющимся растворителем (например, диэтиловым эфиром) в вытяжном шкафу?**

1. Надеть хлопчатобумажные перчатки.
2. Убедиться, что вблизи нет источников открытого огня и включена вытяжная вентиляция.
3. Поставить растворитель на край стола для удобства.
4. Рассчитать необходимое количество вещества по уравнению Кирхгофа.
   Ответ: 2

Задание 2. Для определения фазового состава неизвестного сплава наиболее целесообразно использовать:

1. Калориметрию.

2. Рефрактометрию.
3. Рентгенофазовый анализ (РФА).
4. Кондуктометрию.
   Ответ: 3

Задание 3. Сумма по состояниям (статсумма) в статистической термодинамике является функцией, позволяющей рассчитать:

1. Скорость химической реакции.
2. Все термодинамические свойства системы.
3. Размеры молекул.
4. Энергию активации.
   Ответ: 2

Задание 4. Какие из перечисленных операций являются стандартными для определения химического состава вещества и требуют строгого соблюдения техники безопасности? (Выберите 3 варианта)

1. Титриметрический анализ концентрированной кислоты.
2. Взвешивание на аналитических весах.
3. Приготовление стандартного раствора из гигроскопичного вещества.
4. Наблюдение за цветом пламени.
5. Калориметрическое определение теплоты растворения.
6. Работа с баллоном сжатого газа для хроматографии.
   Ответ: 1, 3, 6

Задание 5. Какие из перечисленных величин являются экстенсивными **(зависящими от массы системы)? (Выберите 3 варианта)**

1. Температура.
2. Внутренняя энергия.
3. Давление.
4. Энтальпия.
5. Химический потенциал.
6. Объем.

Ответ: 2, 4, 6

Задание 6. При исследовании свойств материала с помощью серийного научного оборудования, исследователь должен: (выберите 3 варианта)

1. Внести изменения в электрическую схему прибора для ускорения измерений.
2. Провести предварительную калибровку оборудования.
3. Использовать только методики, утвержденные для данной модели прибора.
4. Игнорировать показания датчиков, если они кажутся завышенными.
5. Вести лабораторный журнал, записывая все параметры эксперимента.

6. Проводить измерения без защитных очков, если работа не связана с едкими веществами.
   Ответ: 2, 3, 5

Задание 7. Какие из перечисленных утверждений справедливы для идеальных растворов? (Выберите 3 варианта)

1. Теплота смешения компонентов равна нулю.
2. Объем смешения равен нулю.
3. Коэффициент активности каждого компонента равен 1.
4. Давление пара каждого компонента подчиняется закону Рауля во всем диапазоне концентраций.
5. Энтропия смешения всегда отрицательна.
6. Они существуют только в жидкой фазе.
   Ответ: 1, 2, 3

Задание 8. Установите соответствие между термодинамической функцией и ее определением.

Внутренняя энергия : Функция состояния, характеризующая общий запас энергии системы
Энтальпия : Функция состояния, равная U + pV
Энергия Гиббса : Функция состояния, равная H - TS
Энтропия : Мера беспорядка в системе

Задание 9. Установите соответствие между методом физико-химического анализа и определяемым свойством.

Криоскопия : Молярная масса растворенного вещества
Кондуктометрия : Электропроводность раствора
Калориметрия : Тепловой эффект процесса
Адсорбция по БЭТ : Удельная поверхность

Задание 10. Восстановите последовательность действий при безопасном приготовлении точного раствора с заданной молярной концентрацией.

1 : Расчет навески твердого вещества с учетом его чистоты.
2 : Взвешивание рассчитанной навески на аналитических весах.
3 : Количественный перенос навески в мерную колбу через воронку.
4 : Растворение вещества в дистиллированной воде (~½ колбы).
5 : Доливание растворителя до метки на горлышке колбы.
6 : Тщательное перемешивание перевернутой колбой.

Задание 11. Восстановите последовательность операций при работе на спектрофотометре для определения концентрации вещества в растворе.

1 : Включение и прогрев прибора.
2 : Приготовление серии стандартных растворов.
3 : Снятие спектра поглощения для выбора рабочей длины волны.

4 : Измерение оптической плотности стандартных растворов и построение калибровочного графика.
5 : Измерение оптической плотности исследуемого раствора.
6 : Определение концентрации по калибровочному графику.

Задание 12. Назовите правило, определяющее связь между числом фаз (Ф), компонентов (К) и степеней свободы (С) в гетерогенной системе.

Ответ: Правило фаз Гиббса

Задание 13. Как называется величина, характеризующая отклонение реального газа от идеального и используемая в методе Льюиса вместо давления?

Ответ: Летучесть

Задание 14. Объясните, почему при проведении синтеза в автоклаве под давлением категорически запрещено использовать поврежденные или несертифицированные аппараты. Какие риски это несет?
Ответ: Использование неисправных автоклавов может привести к разгерметизации и взрыву из-за высокого внутреннего давления. Это создает риски механических травм осколками, химических ожогов от выброса горячей реакционной смеси и отравления токсичными веществами. Необходимо использовать аппараты, прошедшие проверку на прочность и имеющие предохранительные клапаны.

Задание 15. Опишите план безопасного эксперимента по изучению адсорбции уксусной кислоты из водного раствора на активированном угле.

Ответ:
План эксперимента:

1. Техника безопасности: Работать в вытяжном шкафу, использовать перчатки и защитные очки для защиты от паров и растворов кислоты.
2. Приготовить серию стандартных растворов уксусной кислоты с различными известными начальными концентрациями.
3. В каждую колбу с определенным объемом (V) стандартного раствора добавить одинаковую точную навеску (m) активированного угля.
4. Колбы герметично закрыть и перемешивать до установления адсорбционного равновесия (постоянства концентрации).
5. После фильтрования или отстаивания оттитровать равновесные растворы (с концентрацией С) щелочью для определения равновесной концентрации кислоты.

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ПК-1. Способен владеть системой фундаментальных химических понятий и законов, **индикаторами** достижения которой являются	• ПК-1.1 Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования; • ПК-1.2 Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности; • ПК-1.3 Интерпретирует полученные резуль-

	таты, используя базовые понятия химических дисциплин.

Задание 1. Какой метод термодинамики является наиболее фундаментальным для определения принципиальной возможности протекания химической реакции при заданных условиях?

1. Калориметрия
2. Метод постулатов статистической термодинамики
3. Метод характеристических функций (энергии Гиббса, Гельмгольца)
4. Метод определения константы скорости
   Ответ: 3

Задание 2. Какое из перечисленных утверждений является формулировкой второго начала термодинамики?

1. Энергия изолированной системы постоянна.
2. Теплота, подведенная к системе в обратимом процессе, равна изменению энтропии системы, умноженному на температуру.
3. В изолированной системе энтропия может только возрастать или оставаться постоянной.
4. Сумма парциальных давлений компонентов идеальной газовой смеси равна общему давлению смеси.
   Ответ: 3

Задание 3. Для описания состояния реального газа вместо давления в уравнение изотермы химической реакции подставляют:

1. Осмотическое давление
2. Активность
3. Летучесть
4. Коэффициент абсорбции
   Ответ: 3

Задание 4. Какие из перечисленных методов относятся к физико-химическим методам анализа, основанным на термодинамических принципах? (Выберите 3 варианта)

1. Криоскопия
2. Спектрофотометрия
3. Эбулиоскопия
4. Потенциометрия
5. Хроматография
6. Масс-спектрометрия
   Ответ: 1, 3, 4

Задание 5. Какие из перечисленных величин являются экстенсивными (аддитивными)?

1. Температура
2. Объем
3. Давление
4. Внутренняя энергия
5. Химический потенциал
6. Масса
   Ответ: 2, 4, 6

Задание 6. Какие из следующих утверждений справедливы для идеальных растворов?

1. Теплота смешения компонентов равна нулю.
2. Объем смешения равен нулю.
3. Коэффициенты активности компонентов равны 1.
4. Они подчиняются закону Рауля во всей области концентраций.
5. Энтропия смешения всегда отрицательна.
6. Давление пара над раствором линейно зависит от мольной доли растворителя.
   Ответ: 1, 2, 4

Задание 7. При каких условиях протекания химической реакции ее энергия Гиббса (ΔG) будет равна нулю?

1. При стандартных условиях
2. При равновесии
3. Когда константа скорости прямой реакции равна константе скорости обратной
4. Когда стехиометрические коэффициенты равны 1
5. Когда энтальпийный и энтропийный факторы компенсируют друг друга
6. Когда скорость реакции максимальна
   Ответ: 2, 3, 5

Задание 8. Установите соответствие между понятием и его описанием в правиле фаз Гиббса.

Фаза : Однородная часть системы, отделенная от других частей границей раздела
Компонент : Минимальное число независимых веществ, необходимых для выражения состава всех фаз системы
Степень свободы : Число независимых переменных, которые можно изменять, не меняя числа фаз в системе

1. **Задание 9. Установите соответствие между видом суммы по состояниям и определяемым ею вкладом в термодинамические функции.**

Поступательная сумма : Энергия, связанная с движением центра масс молекулы
Вращательная сумма : Энергия, связанная с вращением молекулы как целого

Колебательная сумма : Колебательная энергия и теплоемкость

Задание 10. Восстановите последовательность действий при расчете константы равновесия химической реакции с использованием таблиц стандартных термодинамических величин.
1 : Запись стехиометрического уравнения реакции
2 : Расчет стандартного изменения энтальпии ($\Delta H°$) и энтропии ($\Delta S°$) реакции
3 : Расчет стандартного изменения энергии Гиббса реакции ($\Delta G°$)
4 : Использование уравнения $\Delta G° = -RT \ln K$ для расчета константы равновесия K

Задание 11. Установите правильную последовательность процессов при постепенном охлаждении жидкой смеси двух компонентов с образованием простой эвтектики.
1 : Охлаждение гомогенного расплава
2 : Достижение линии ликвидуса, начало кристаллизации одного из компонентов
3 : Дальнейшее охлаждение, продолжение кристаллизации первого компонента и обогащение жидкости вторым
4 : Достижение эвтектической точки, совместная кристаллизация обоих компонентов до полного затвердевания

Задание 12. Термодинамическая функция, являющаяся критерием самопроизвольного протекания процесса в изобарно-изотермических условиях, называется _____.

Ответ: Энергия Гиббса

Задание 13. Число фаз, компонентов и степеней свободы в системе "лед - вода - пар" равно соответственно _____.

Ответ: 3, 1, 0

Задание 14. Объясните, используя понятия химического потенциала и энергии Гиббса, почему химическая реакция достигает состояния равновесия, а не идет до полного исчерпания реагентов.

Ответ: Химическая реакция протекает в направлении уменьшения энергии Гиббса системы. По мере протекания реакции химические потенциалы реагентов уменьшаются, а продуктов – увеличиваются. В состоянии равновесия сумма химических потенциалов реагентов, умноженных на стехиометрические коэффициенты, становится равной аналогичной сумме для продуктов ($\Sigma\nu\mu = 0$). Это соответствует минимуму энергии Гиббса, и дальнейшее самопроизвольное изменение состава системы невозможно, так как оно привело бы к росту G.

Задание 15. Используя правило фаз Гиббса, определите число степеней свободы для областей, линий и тройной точки на диаграмме состояния воды.

Ответ: Области (одна фаза: лед, жидкая вода или пар): Ф=1, С=1-1+2=2. Система бивариантна**.** Это означает, что для однозначного описания состояния системы можно независимо менять в некоторых пределах и температуру, и давление.
Линии (две фазы в равновесии, напр., лед-вода): Ф=2, С=1-2+2=1. Система моновариантна**.** Это означает, что для сохранения равновесия между двумя фазами можно произвольно

менять только один параметр (например, температуру), тогда давление будет однозначно определяться этой температурой (или наоборот).
Тройная точка: лед-вода-пар: Ф=3, С=1-3+2=0. Система инвариантна**.** Это означает, что сосуществование трех фаз возможно только при строго определенных значениях температуры и давления. Любое изменение этих параметров приведет к исчезновению одной из фаз.

6 семестр

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	**№ задания**	**Вес задания (балл)**	**Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильности ответа)**
задания закрытого типа с выбором одного правильного (1 из 4)	1, 2, 3	1 балл	1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи
задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (3 из 6)	4, 5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания закрытого типа на установление соответствия (4 на 4)	8, 9	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задание закрытого типа на установление последовательности	10, 11	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания открытого типа с кратким ответом	12, 13	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи.
задания открытого типа с развернутым ответом	14, 15	5 баллов	5 б – полное правильное соответствие; если допущена одна ошибка/неточность / ответ правильный, но не полный - 3 балла; если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует – 0 баллов

Формируемая компетенция	**Индикаторы сформированности компетенции**
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, **индикаторами** достижения которой являются	• УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. • УК-1.2 Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи. • УК-1.3 Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов. • УК-1.4 При обработке информации отличает

	факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата. •УК-1.5 Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

Задание 1. Какой закон описывает зависимость скорости химической реакции от концентрации реагентов?

1. Закон Рауля
2. Закон действия масс
3. Закон Фарадея
4. Закон Кирхгофа
   Ответ: 2

Задание 2. Что характеризует энергия активации в уравнении Аррениуса?

1. Изменение энтальпии реакции
2. Минимальная энергия, необходимая для протекания реакции
3. Тепловой эффект реакции
4. Скорость реакции при стандартных условиях
   Ответ: 2

Задание 3. Что такое «двойной электрический слой» в электрохимии?

1. Слой молекул растворителя на поверхности электрода
2. Структура из противоположно заряженных ионов на границе раздела фаз
3. Два слоя металла в гальваническом элементе
4. Два электрода в электрохимической ячейке
   Ответ: 2

Задание 4. Какие факторы влияют на скорость гетерогенной каталитической реакции? (Выберите 3 ответа)

1. Площадь поверхности катализатора
2. Температура
3. Природа реагирующих веществ
4. Цвет катализатора
5. Давление
6. Форма реактора
   Ответ: 1, 2, 3

Задание 5. Какие методы используются для определения константы скорости реакции?

1. Графический анализ кинетических кривых
2. Проведение реакции в проточном реакторе
3. Измерение электропроводности

4. Использование спектрофотометрии
5. Визуальное наблюдение
6. Измерение массы реакционной смеси
   Ответ: 1, 2, 4

Задание 6. Какие процессы происходят при электролизе?

1. Окисление на аноде
2. Восстановление на катоде
3. Диффузия ионов
4. Изменение pH раствора
5. Нагревание электролита
6. Излучение света
   Ответ: 1, 2, 3

Задание 7. Какие утверждения справедливы для теории Дебая-Хюккеля?

1. Она применима только к разбавленным растворам
2. Учитывает ион-дипольные взаимодействия
3. Предсказывает увеличение коэффициента активности с ростом концентрации
4. Игнорирует тепловое движение ионов
5. Использует понятие ионной атмосферы
6. Применима к концентрированным растворам
   Ответ: 1, 2, 5

Задание 8. Соотнесите тип реакции с ее описанием:

Мономолекулярная реакция : Реакция разложения одного вещества
Бимолекулярная реакция : Реакция между двумя молекулами
Тримолекулярная реакция : Реакция с участием трех молекул
Фотохимическая реакция : Реакция, инициируемая светом

Задание 9. Соотнесите понятие электрохимии с его определением:
ЭДС : Разность потенциалов в гальваническом элементе
Электродный потенциал : Разность потенциалов между электродом и раствором
Число переноса : Доля тока, переносимая ионом
Поляризация : Отклонение электродного потенциала от равновесного значения

Задание 10. Установите последовательность стадий цепной реакции:
1 : Инициирование
2 : Развитие цепи
3 : Разветвление цепи
4 : Обрыв цепи

Задание 11. Установите последовательность этапов проведения кинетического эксперимента:
1 : Запуск реакции
2 : Отбор проб
3 : Анализ проб
4 : Построение кинетической кривой

Задание 12. Разность потенциалов между электродом и раствором называется _____ потенциал.
Ответ: электродный

Задание 13. Явление уменьшения электропроводности раствора электролита при увеличении концентрации объясняется _____ эффектом.
Ответ: релаксационным

Задание 14. Объясните, как выбор катализатора влияет на селективность и скорость химической реакции.
Ответ: Катализатор снижает энергию активации реакции, увеличивая ее скорость. Селективность зависит от способности катализатора ускорять определенные пути реакции, что позволяет направлять процесс в сторону целевых продуктов.

Задание 15. Опишите, как методы электрохимии могут быть использованы для анализа состава растворов.
Ответ: Методы, такие как кондуктометрия, потенциометрия и полярография, позволяют определять концентрацию ионов, их подвижность, а также изучать окислительно-восстановительные процессы.

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, **индикаторами** достижения которой являются	• ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов. • ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии. • ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

Задание 1. Какой из перечисленных методов НЕ используется для определения порядка химической реакции?

1. Метод подстановки в кинетическое уравнение.
2. Метод изолирования Оствальда.
3. Метод определения электропроводности.
4. Метод определения периода полупревращения.
   Ответ: 3

Задание 2. Какое условие является критерием применимости принципа квазистационарных концентраций Боденштейна?

1. Концентрация промежуточного продукта много больше концентрации реагентов.
2. Концентрация промежуточного продукта мала и практически постоянна во времени.
3. Скорость реакции лимитируется самой быстрой стадией.

4. Реакция протекает в открытой системе.
   Ответ: 2

Задание 3. Какой процесс описывается уравнением Михаэлиса-Ментен?

1. Цепные разветвленные реакции.
2. Фотохимические реакции.
3. Ферментативные реакции.
4. Реакции в реакторе идеального смешения.
   Ответ: 3

Задание 4. Какие из перечисленных факторов влияют на константу скорости химической реакции, определяемую по теории активных соударений? (Выберите 3 ответа)

1. Энергия активации.
2. Стехиометрические коэффициенты реагентов.
3. Эффективный диаметр сталкивающихся частиц.
4. Концентрация реагентов.
5. Температура.
6. Природа вещества.
   Ответ: 1, 3, 5

Задание 5. Какие из перечисленных процессов характерны для разветвленных цепных реакций? (Выберите 3 ответа)

1. Наличие периода индукции.
2. Существование пределов воспламенения.
3. Постоянная скорость реакции во времени.
4. Наличие только элементарных стадий продолжения и обрыва цепи.
5. Возможность теплового взрыва.
6. Независимость скорости от материала стенки сосуда.
   Ответ: 1, 2, 5

Задание 6. Какие из перечисленных величин используются в термодинамической формулировке теории переходного состояния?

1. Энтальпия активации
2. Энергия активации по Аррениусу
3. Энтропия активации
4. Константа равновесия.
5. Коэффициент диффузии.
6. Вязкость раствора.
   Ответ: 1, 2, 3

Задание 7. Какие из перечисленных параметров являются характеристиками химического источника тока? (Выберите 3 ответа)

1. Электродвижущая сила (ЭДС).
2. Внутреннее сопротивление.
3. Ток обмена.
4. Энергия активации.
5. Ёмкость.

6. Число переноса.
   Ответ: 1, 2, 5

Задание 8. Установите соответствие между понятием химической кинетики и его определением.

Молекулярность реакции : Число молекул, участвующих в элементарном акте реакции.
Общий порядок реакции : Сумма показателей степеней в кинетическом уравнении
Константа скорости : Коэффициент пропорциональности в кинетическом уравнении
Частный порядок реакции : Показатель степеней в кинетическом уравнении данного вещества

Задание 9. Установите соответствие между типом электрода и его описанием.
Хингидронный электрод : окислительно-восстановительный электрод
Стеклянный электрод : Электрод для измерения pH
Серебряный электрод : Электрод 1-го рода
Каломельный электрод : Электрод 2-го рода

Задание 10. Восстановите последовательность стадий при описании механизма гетерогенного каталитического процесса

1 : Адсорбция молекулы A на активном центре катализатора.
2 : Химическое превращение A в B на поверхности.
3 : Десорбция продукта B с поверхности катализатора.
4 : Диффузия продукта B в объем фазы.

Задание 11. Расположите в правильном порядке этапы кинетического эксперимента для определения константы скорости реакции первого порядка.
1 : Подготовка реакционной смеси
2 : Измерение концентрации реагента в серии моментов времени.
3 : Построение графика зависимости
4 : Определение константы скорости из углового коэффициента полученной прямой.

Задание 12. Явление резкого увеличения скорости реакции при достижении определенных параметров (температуры, давления) в разветвленных цепных реакциях называется ___.
Ответ: воспламенение (или взрыв).

Задание 13. Совокупность двух проводящих фаз, разделенных поверхностью раздела, на которой может происходить скачок потенциала и протекать окислительно-восстановительная реакция, называется ___.
Ответ: электрод.

Задание 14. Объясните, почему в разветвленных цепных реакциях (например, окисления водорода) существуют верхний и нижний пределы воспламенения по давлению.

Ответ: Пределы воспламенения в разветвленных цепных реакциях связаны с конкуренцией между стадиями разветвления и обрыва цепей. **Нижний предел** определяется тем, что при слишком низком давлении число столкновений молекул с стенкой сосуда велико. Это приводит к эффективному гетерогенному обрыву цепей (гибели активных центров на стенке), который начинает преобладать над разветвлением, и реакция затухает. **Верхний предел** связан с увеличением вероятности тройных соударений в объеме газа при высоком

давлении. В таких соударениях может происходить энергетически невыгодный гомогенный обрыв цепей (например, рекомбинация радикалов с передачей избыточной энергии третьей частице), который также начинает преобладать над разветвлением. Таким образом, реакция может самопроизвольно ускоряться (воспламеняться) только в определенном интервале давлений, где скорость разветвления цепей превышает скорость их обрыва.

Задание 15. Проанализируйте следующую ситуацию: Энергия активации гетерогенной каталитической реакции, рассчитанная из опыта, оказалась значительно ниже, чем для той же реакции в гомогенной фазе. Дайте развернутую интерпретацию этого факта с позиций теории гетерогенного катализа.

Ответ: Снижение энергии активации – это фундаментальное свойство катализа. В случае гетерогенного катализа это объясняется тем, что реакция протекает на поверхности катализатора по другому, более выгодному в энергетическом отношении пути. Молекулы реагентов адсорбируются на активных центрах поверхности, что приводит к ослаблению или разрыву химических связей внутри них (образованию активированного комплекса с меньшей энергией). Таким образом, катализатор предоставляет альтернативную последовательность стадий (механизм), каждая из которых имеет более низкий энергетический барьер по сравнению с одной высокой энергией активации некаталитической реакции в объеме. Именно это снижение энергетического барьера и является причиной ускорения реакции в присутствии катализатора. Полученные экспериментальные данные являются прямым подтверждением действия катализатора и соответствуют основным положениям теории гетерогенного катализа.

Формируемая компетенция	**Индикаторы сформированности компетенции**
ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием, **индикаторами** достижения которой являются	• ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности. • ОПК-2.2 Синтезирует вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик. • ОПК-2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе. • ОПК-2.4 Исследует свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

Задание 1. Какое из перечисленных действий является неправильным с точки зрения техники безопасности при работе с потенциостатом?

1. Проверка целостности изоляции всех соединительных проводов перед началом работы.
2. Использование электролита с высокой концентрацией для увеличения проводимости без учета его агрессивности.
3. Работа в вытяжном шкафу при использовании летучих или токсичных растворителей.
4. Заземление корпуса электрохимической ячейки.
   Ответ: 2

Задание 2. Какой метод является стандартным для определения фазового состава кристаллического вещества?

1. Потенциометрическое титрование.
2. Рентгенофазовый анализ (РФА).
3. Спектрофотометрия в УФ-видимой области.
4. Газовая хроматография.
   Ответ: 2

Задание 3. При проведении полярографического анализа в качестве рабочего электрода обычно используют:

1. Платиновую проволоку.
2. Стальной стержень.
3. Ртутный капающий электрод.
4. Хлоридсеребряный электрод.
   Ответ: 3

Задание 4. Какие из перечисленных методов являются стандартными для определения химического состава веществ и материалов? (Выберите три правильных ответа)

1. Рентгенофлуоресцентный анализ (XRF)
2. Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES)
3. Измерение вязкости
4. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК)
5. Масс-спектрометрия (МС)
6. Визуальная оценка цвета
   Ответ: 1, 2, 5

Задание 5. Какие из перечисленных свойств веществ можно исследовать с помощью серийного оборудования Спектрофотометр? (Выберите три правильных ответа)

1. Концентрацию окрашенного соединения в растворе.
2. Константу диссоциации слабой кислоты.
3. Кристаллическую структуру.
4. Кинетику разложения пероксида водорода.
5. Твердость по Моосу.
6. Теплоту плавления.
   Ответ: 1, 2, 4

Задание 6. Какие средства индивидуальной защиты (СИЗ) являются обязательными при работе с концентрированными кислотами и щелочами? (Выберите три правильных ответа)

1. Защитные очки или маска.
2. Хлопчатобумажный лабораторный халат.
3. Кожаные перчатки.
4. Респиратор.
5. Защитный экран.
6. Кислотощелочестойкие перчатки (например, из неопрена).
   Ответ: 1, 2, 6

Задание 7. Какие из перечисленных процессов являются стадиями электродного процесса? (Выберите три правильных ответа)

1. Подвод реагирующего вещества к поверхности электрода (массоперенос).
2. Химическая реакция в объеме раствора.
3. Собственно электрохимическая стадия (разряд-ионизация).
4. Отвод продуктов реакции от поверхности электрода.
5. Нагревание электролита.
6. Изменение атмосферного давления.

Ответ: 1, 3, 4

Задание 8. Установите соответствие между типом реакции и его характеристикой:

Реакция нулевого порядка : Скорость реакции не зависит от концентрации реагентов
Реакция первого порядка : Линейная зависимость ln(1-x) от времени
Реакция второго порядка : Размерность константы скорости [л/(моль·с)].
Цепная неразветвленная реакция : Характеризуется длиной цепи

Задание 9. Установите соответствие между понятием и его определением в химической кинетике:

Энергия активации (Ea) : Минимальная энергия, которую должны иметь молекулы для протекания реакции
Предэкспоненциальный множитель (A) : Частотный фактор, связанный с числом столкновений
Период индукции : Время от начала реакции до ее заметного протекания
Квантовый выход (φ) : Число прореагировавших молекул на один поглощенный фотон

Задание 10. Расположите в правильном порядке этапы подготовки и проведения потенциометрического титрования:
1 : Калибровка ион-селективного электрода по стандартным буферным растворам.
2 : Помещение электрода и трубки для титранта в анализируемый раствор, включение магнитной мешалки.
3 : Постепенное добавление титранта и запись показаний потенциала.
4 : Построение кривой титрования и определение точки эквивалентности.

Задание 11. Восстановите последовательность операций при безопасном приготовлении 1 М раствора серной кислоты из концентрированной:
1 : Рассчитать необходимый объем концентрированной кислоты и отобрать его в небольшой стакан.
2 : В мерную колбу налить примерно половину конечного объема дистиллированной воды.
3 : Медленно, при постоянном перемешивании, прилить кислоту к воде.
4 : Довести объем раствора в колбе до метки дистиллированной водой и тщательно перемешать.

Задание 12. Наука о скоростях и механизмах химических реакций называется ___.
Ответ: химическая кинетика

Задание 13. Уравнение, связывающее ЭДС элемента со стандартной ЭДС и активностями участников реакции, называется уравнением ___.
Ответ: Нернста

Задание 14. Какие механизмы массопереноса (диффузия, миграция, конвекция) влияют на ток в электрохимической ячейке с двумя инертными электродами?

Ответ: На ток влияют все три механизма. Диффузия – движение вещества из-за градиента концентрации. Миграция – движение заряженных частиц в электрическом поле. Конвекция – движение жидкости как целого (перемешивание). Чтобы исключить влияние миграции, в раствор добавляют избыток инертного электролита (например, KCl, KNO_3).

Задание 15. Сопоставьте подходы теории активных соударений и теории активированного состояния.

Ответ: Теория активных соударений: Рассматривает реакцию как результат упругих соударений частиц с достаточной энергией (E > Ea). Не учитывает внутреннюю структуру сталкивающихся частиц и природу переходного состояния. Хорошо работает для простых бимолекулярных реакций в газовой фазе.

Теория активированного состояния: Рассматривает движение системы по поверхности потенциальной энергии через активированный комплекс, находящийся в квазиравновесии с реагентами. Учитывает изменение структуры и степеней свободы. Позволяет рассчитывать константы скорости, используя статистическую термодинамику и спектроскопические данные.

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ПК-1. Способен владеть системой фундаментальных химических понятий и законов, **индикаторами** достижения которой являются	• ПК-1.1 Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования; • ПК-1.2 Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности; • ПК-1.3 Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин.

Задание 1. Какое уравнение связывает ЭДС гальванического элемента с изменением энергии Гиббса?

1. Уравнение Нернста
2. Уравнение Аррениуса
3. Уравнение Фарадея
4. Уравнение Гиббса-Гельмгольца
   Ответ: 1

Задание 2. Что такое поляризация в электрохимии?

1. Изменение потенциала электрода при протекании тока

2. Изменение концентрации ионов в растворе
3. Изменение температуры электрода
4. Изменение давления в системе
   Ответ: 1

Задание 3. Какой процесс описывается уравнением Лэнгмюра?

1. Адсорбция газов на поверхности
2. Диффузия в растворах
3. Электролиз
4. Коррозия металлов
   Ответ: 1

Задание 4. Какие из перечисленных параметров характеризуют катализатор? (Выберите три правильных ответа)

1. Активность
2. Селективность
3. Стабильность
4. Растворимость
5. Цвет
6. Плотность
   Ответ: 1, 2, 3

Задание 5. Какие из перечисленных процессов относятся к гетерогенному катализу? (Выберите три правильных ответа)

1. Реакции на поверхности твердого катализатора
2. Реакции в растворе
3. Реакции на границе раздела фаз
4. Реакции в газовой фазе
5. Реакции с участием ионов
6. Реакции на поверхности металлов
   Ответ: 1, 3, 6

Задание 6. Какие из перечисленных факторов влияют на электропроводность растворов? (Выберите три правильных ответа)

1. Концентрация электролита
2. Температура
3. Природа ионов
4. Давление
5. Объем раствора
6. Цвет раствора
   Ответ: 1, 2, 3

Задание 7. Для гальванического элемента, образованного медным и цинковым электродами, погруженными в растворы их сульфатов, верны следующие утверждения. (Выберите три правильных ответа)

1. Цинковый электрод является анодом.
2. Медный электрод является анодом.
3. В процессе работы элемента концентрация ионов Zn^{2+} в растворе увеличивается.
4. ЭДС элемента можно рассчитать по формуле $E = E°(Cu^{2+}/Cu) - E°(Zn^{2+}/Zn)$.

5. Во внешней цепи электроны движутся от цинкового электрода к медному.
6. На медном электроде происходит процесс окисления.
Ответ: 1, 3, 5

Задание 8. Установите соответствие между уравнением и его описанием:

Уравнение Аррениуса : Зависимость скорости реакции от температуры
Уравнение Нернста : Зависимость ЭДС от концентрации
Уравнение Лэнгмюра : Описание адсорбции
Уравнение Михаэлиса-Ментен : Кинетика ферментативных реакций

Задание 9. Установите соответствие между процессом и его описанием:
Электролиз : Процесс под действием электрического тока
Коррозия : Самопроизвольное разрушение металлов
Поляризация : Изменение потенциала электрода
Диффузия : Перенос вещества в растворе

Задание 10. Восстановите последовательность процессов при электролизе:

1 : Подведение ионов к электроду
2 : Разряд ионов
3 : Образование продуктов
4 : Отведение продуктов

Задание 11. Восстановите последовательность этапов гетерогенного катализа:

1 : Диффузия реагентов
2 : Адсорбция реагентов
3 : Химическая реакция на поверхности
4 : Десорбция продуктов

Задание 12. Закон, описывающий зависимость скорости реакции от концентрации реагентов, называется закон _____.
Ответ: действия масс

Задание 13. Явление изменения потенциала электрода при протекании тока называется _____.
Ответ: поляризация

Задание 14. Объясните, как температура влияет на скорость химической реакции.
Ответ: Повышение температуры увеличивает скорость реакции, так как увеличивается доля молекул, обладающих энергией, превышающей энергию активации. Это описывается уравнением Аррениуса.

Задание 15. Объясните, как влияет концентрация электролита на электропроводность раствора.
Ответ: С увеличением концентрации электролита электропроводность сначала возрастает из-за увеличения числа ионов, затем уменьшается из-за усиления межионных взаимодействий.

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии– обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в сфере образования www.i-exam.ru»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий.

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программыдля инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкции о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все обучающиеся учатся в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

9.1 Литература

Основная литература

1. Байрамов, В. М. Основы химической кинетики и катализа / В. М. Байрамов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 254 с. (47 экз.)

2. Байрамов, В. М. Химическая кинетика и катализ: Примеры и задачи с решениями / В. М. Байрамов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 320 с. (28 экз.)

3. Буданов, В. В. Химическая термодинамика / В. В. Буданов, А. И. Максимов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 311 с. (33 экз.)
4. Горшков, В. И. Основы физической химии / В.И. Горшков, И. А. Кузнецов. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006. – 407 с. (34 экз.)
5. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. – СПб.: изд-во Лань, 2015. – 672 с. (10 экз.)
6. Задачи по физической химии / В. В. Еремин, С. И. Карпов, И. А. Успенская, Н. Е. Кузьменко, В. В. Лунин. – М.: Изд-во «Экзамен», 2003. – 320 с. (57 экз.)
7. Практические работы по физической химии / Под ред. К. П. Мищенко, А. А. Равделя, А. М. Пономаревой. – М.: Изд-во «Профессия», 2002. – 382с. (43 экз.)
8. Стромберг, А. Г. Физическая химия / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко; под ред. А. Г. Стромберга. – М.: Высшая школа, 1999. – 527 с. (5 экз.)
9. Физическая химия: В 2 кн. Строение вещества. Термодинамика / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др.; под ред. К. С. Краснова. – М.: Высшая школа, 2001. – Кн. 1. – 319 с. (23 экз.)

Дополнительная литература

1. Ипполитов, Е. Г. Физическая химия / Е. Г. Ипполитов, А. В. Артемов, В. В. Батраков. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 447 с. (24 экз.)
2. Колесникова, Л. Г. Основы химической термодинамики: курс лекций / Л. Г. Колесникова. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2008. – 211 с. (16 экз.)
3. Пурмаль, А.П. А, Б, В … химической кинетики / А. П. Пурмаль. М.: – ИКЦ «Академкнига», 2004. – 277 с. (14 экз.)
4. Физическая химия: В 2 кн. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др.; под ред. К. С. Краснова. М.: Высшая школа, 2001. – Кн. 2. – 512 с. (4 экз.)

9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. XuMuK.ru http://www.xumuk.ru
2. Электронная библиотека по химии http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/
3. Портал научной электронной библиотеки http://elibrary.ru/defaultx.asp

9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник https://polpred.com/news
2. ЭБС «Юрайт» https://urait.ru

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения лабораторных занятий также используется:

Ауд. 445 «А». Лаборатория физической химии

- Стол лабораторный 2-мест. (10 шт.)
- Стул (20 шт.)
- Стол преподавателя (1 шт.)
- Стул преподавателя (1 шт.)
- Пюпитр (1 шт.)
- Аудиторная доска (1 шт.)
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением (3 шт.)

- 8 - портовый коммутатор D-Link для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ (1 шт.)
- Мультимедийный проектор SHARP -10 X(1 шт.)
- Принтер лазерный «CANON» (2 шт.)
- Экспозиционный экран (навесной) (1 шт.)
- ЯМР-спектрометр низкого разрешения «Спин Трэк» (1 шт.)
- Аквадистиллятор ДЭ-10 (1 шт.)
- Весы GF-300 (1 шт.)
- Весы торсионные ВТ-100 (1 шт.)
- Вискозиметр (4 шт.)
- Иономер (3 шт.)
- Кондуктометр анион-4120 (3 шт.)
- КФК-2 (1 шт.)
- Люксмер (1 шт.)
- Мешалка магнитная П-Э-6100 (2 шт.)
- Модуль «Термический анализ» (3 шт.)
- Модуль «Термостат» (3 шт.)
- Модуль «Универсальный контроллёр» (3 шт.)
- Модуль «Электрохимия» (3 шт.)
- Модуль универсальный (6 шт.)
- Набор сит КП-131(1 шт.)
- Поляриметр (1 шт.)
- Потенциометр (1 шт.)
- Центрифуга лабораторная ОПН-8 (с ротором) (1 шт.)
- Штатив для электродов (2 шт.)
- Эксикатор с краном (1 шт.)
- Модуль «Общелабораторный» (1 шт.)
- Спектрофотометр (1 шт.)
- Спектрофотометр КФК-3КМ (1 шт.)
- Комплект ариометров (1 шт.)
- Метроном (1 шт.)
- Мост реохордный с сосудом
- Термостат ТС-1/80 СПУ (1 шт.)
- Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Физическая химия»
- Штативы для пробирок, нагревательные приборы, лабораторная посуда
  Химические реактивы по тематике лабораторных работ

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft office, Libreoffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.д.

Разработчик: Родионова Н.А., кандидат химических наук, доцент кафедры химии.

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2024/2025 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024/2025 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 8 от 30 мая 2024 г.).

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 1 № страницы с изменением: 60-61	
Исключить:	Включить:
В пункт 10:	В пункт 10: **Ауд. 118 «А». Лаборатория естественнонаучной направленности педагогического технопарка «Кванториум» им. С.В. Ланкина** • Микроскоп биологический Микромед 1 • Лупы ручные • Цифровая лаборатория по химии для учителя STEM • Цифровая лаборатория по экологии для реализации сети школьного экологического мониторинга STEM • Робототехнический комплекс НАУРОБО «Умная теплица» • Микролаборатория для химического эксперимента • Столик подъемный • Набор реактивов для ГИА по химии • Прибор для получения галоидоалканов и сложных эфиров • Пчелка-У/хим мини-экспресс лаборатория учебная • КПЭ комплект-практикум экологический • Учебно-лабораторный комплекс «Химия в школе» • Наконечники • Бюретка 25 мл. • Биологическая микролаборатория и т.д.

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2025/2026 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025/2026 уч. г. на заседании кафедры химии (протокол № 6 от 26 марта 2025 г.).