

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт биологии и экологии

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

Смирнова Н.Н.

2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

направление подготовки / специальность

04.03.01 – Химия

направленность (профиль) подготовки

Химический анализ, химическая и экологическая экспертиза объектов
окружающей среды

г. Владимир

2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Физическая химия» является ознакомление студентов с современным состоянием химической науки в её части, касающейся основ строения вещества, основ химической термодинамики, термохимии, учения о химическом равновесии, основных закономерностей химической кинетики.

Задачи: знание основных понятий и законов химии, как одной из основополагающих естественнонаучных дисциплин, стало в настоящее время базисом для изучения многих практически важных высоких технологий, в том числе – нанотехнологий. Кроме овладения основами теории химической связи, представлениями о физико-химических системах и законами термодинамики, имеется необходимость более тесного знакомства с конкретными приложениями их в термохимии, расчётах химических равновесий, термодинамическом анализе химических систем. Отдельной важнейшей задачей является изучение основ химической кинетики и овладение методикой расчётов скоростей химических реакций. От студента требуется не только усвоение общих идей и принципов теории, но и их активное применение, приложение к актуальным задачам химии, химической технологии и многих высоких технологий, таких как нанотехнологии. В программе на основе изложения основ химической термодинамики и кинетики и общих вопросов электрохимии рассмотрены вопросы их практического применения для термохимических и кинетических расчётов, а также расчётов химических равновесий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физическая химия» относится к обязательной части учебного плана.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции <i>(код, содержание индикатора)</i>	Результаты обучения по дисциплине	
<p>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.</p> <p>ОПК-6. Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.</p> <p>ПК-4. Способен разрабатывать методики физико-химических методов анализ растворов, материалов и иных объектов в соответствии с требованиями технологической документации.</p> <p>ПК-6. Способен производить лабораторные исследования, анализы отобранных проб и образцов для</p>	<p>ОПК-2.1 Знает классы опасности основных вредных химических веществ и степень их воздействия на окружающую среду; общие правила техники безопасности при работе в лабораториях с опасными химическими веществами.</p> <p>ОПК-2.2 Умеет проводить исследования, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, процессов с их участием с соблюдением правил и норм техники безопасности.</p> <p>ОПК-2.3. Владеет способностью оценивать причины возможных нарушений параметров технологического процесса, исправность оборудования при проведении химического эксперимента, безопасность его использования, возможные риски; навыками безопасного обращения с кислотами, щелочами, легковоспламеняющимися жидкостями и другими химическими веществами.</p> <p>ОПК-6.1. Знает письменные и устные языковые нормы, современных функциональных стилей для осуществления деловой коммуникации в устной и письменной формах в пределах профессиональной деятельности на русском и иностранном языке; нормы и правила, принятые в профессиональном сообществе для представления результатов своей деятельности в устной и письменной форме.</p> <p>ОПК-6.2. Умеет представлять результаты работы в виде отчёта по стандартной форме на русском и иностранном языке; представлять информацию химического содержания с учётом требований</p>	<p>Знает: основы современных представлений о строении молекул, основные законы химической термодинамики, учение о химическом равновесии; основные законы химической кинетики; основные требования экологической безопасности при проведении химических реакций;</p> <p>Умеет: пользоваться основными термохимическими уравнениями и проводить соответствующие вычисления, рассчитывать химические равновесия и определять направление обратимой химической реакции; рассчитывать скорость химической реакции в данных условиях; обеспечивать безопасность проведения химической реакции в данных условиях;</p> <p>Владеет основными методами расчёта тепловых эффектов реакций, методами</p>	тесты, вопросы

<p>оценки экологического состояния объектов.</p>	<p>библиографической культуры; правильно интерпретировать профессиональную лексику на иностранном языке с соответствующим определением на русском языке.</p> <p>ОПК- 6.3. Владеет навыками подготовки презентации по теме работы и представления её в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе; способностью представлять результаты профессиональной направленности в виде тезисов доклада на русском и иностранном языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе.</p> <p>ПК-4.1 Стандарты, методики и инструкции, определяющие порядок разработки и оформления отчетной документации по результатам исследований и разработок;</p> <p>ПК-4.2. Умеет выбирать методы, инструменты и оборудование для проведения химического анализа;</p> <p>ПК-4.3. Владеет современными методами проведения экспериментов и наблюдений в области профессиональной деятельности.</p> <p>ПК-6.1 Знает основы физико-химических методов исследования объектов окружающей среды;</p> <p>ПК-6.2. Умеет производить лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов; рассчитывать предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ техногенного характера; работать на аналитическом лабораторном оборудовании;</p> <p>ПК-6.3 Владеет методами проведения экологического мониторинга</p>	<p>расчёта химических равновесий; основными кинетическими уравнениями; основными мерами экологической безопасности.</p>	
--	---	---	--

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 14 зачетных единиц, 504 часа.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы.	В форме практической подготовки		
1	Введение. Основные понятия и терминология. Физико-химические системы.	5	1	4				3	
2	Нулевой закон термодинамики. Температура. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Теплоёмкость. Термохимия. Закон Гесса. Закон Кирхгоффа.	5	2-3	8		8		5	
3	Статистическое обоснование энтропии. Формула Больцмана. Второй закон термодинамики. Температурная зависимость энтропии.	5	3-4	6		8		6	Рейтинг-контроль № 1
4	Критерий самопроизвольности изотермических процессов. Изобарно-изотермический и изохорно-изотермический потенциалы. Абсолютные энтропии. Третий закон термодинамики.	5	5-6	6		8		6	
5	Главное уравнение	5	6-7	6				7	

	термодинамики Химический потенциал. Характеристические функции.								
6	Уравнение Гиббса- Гельмгольца. Зависимость химического потенциала от давления и концентрации. Термодинамика фазовых переходов. Уравнение Клапейрона- Клаузиуса.	5	8	5		8		4	
7	Некоторые вопросы технической термодинамики. Показатель адиабаты. Уравнение адиабаты. Цикл Карно. Работа цикла Карно.	5	9	3				4	Рейтинг- контроль № 2
8	Учение о химическом равновесии. Закон действия масс. Стандартный изобарный потенциал реакции. Константы равновесия K_p , K_c , K_x . Уравнения изотермы, изобары и изохоры Вант-Гоффа. Критерии химического равновесия.	5	10- 11	7		8		8	
9	Общие схемы расчётов химических равновесий. Метод Тёмкина-Шварцмана. Расчёт состава равновесной смеси по константе равновесия.	5	11- 13	8		8		7	
10	Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния однокомпонентных систем.	5	13- 14	4		8		5	
11	Двухкомпонентные	5	14-	8		8		8	

	системы. Термический анализ. Системы с образованием химического соединения, системы с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов. Твёрдые растворы.		16						
12	Термодинамика растворов Концентрации. Парциальные мольные величины. Уравнение Гиббса-Дюгема. Законы Рауля и Генри.	5	16-17	4		8		4	
13	Законы Коновалова. Эбуллиоскопический и криоскопический эффект. Закон распределения. Осмос. Совершенные и регулярные растворы.	5	17-18	3				5	Рейтинг-контроль № 3
Наличие в дисциплине КП/КР									
Всего за 5 семестр:				72		72		72	Экзамен (36)
14	Химическая кинетика. Скорости химических реакций. Элементарные химические реакции; кинетическое уравнение скорости. Молекулярность. Прямая и обратная задачи кинетики.	6	1	5				5	
15	Реальные химические процессы. Порядок реакции. Описание химических реакций дифференциальными уравнениями. Прямая и обратная задачи кинетики для реальных реакций.	6	2	6		9		6	
16	Необратимые реакции первого и второго, третьего и n-ного порядка.	6	3-4	5		9		5	
17	Методы определения	6	4-5	5		9		5	

	порядка реакции.								
18	Зависимость скорости реакции от температуры. Закон Аррениуса. Энергия активации. Энергетическая диаграмма химической реакции.	6	5-6	6		9		6	Рейтинг-контроль № 1
19	Сложные реакции. Обратимые, параллельные, последовательные, сопряжённые реакции. Фотохимические и цепные реакции.	6	6-7	6		9		6	
20	Механизм химических реакций. Бимолекулярные реакции. Теория активных соударений. Теория активированного комплекса.	6	8-9	9				9	
21	Каталитические реакции и их механизм. Катализаторы, промоторы, ингибиторы. Энергия активации каталитических и некаталитических реакций. Гомогенный катализ.	6	10-11	5		9		5	
22	Гетерогенный катализ. Механизм гетерогенно-каталитических реакций. Энергетическая диаграмма гетерогенного катализа.	6	11-12	5				5	Рейтинг-контроль № 2
23	Основные понятия электрохимии. Проводники первого и второго рода. Электрохимические реакции. Законы Фарадея. Теория Аррениуса. Основные	6	13-14	5		9		5	

	положения статистической теории электролитов.								
24	Удельная и эквивалентная электропроводность электролитов. Числа переноса ионов. Методы измерения электропроводности. Закон разведения Оствальда.	6	14-15	5		9		5	
25	Электрохимические элементы. Э.д.с. Правила построения электрохимических цепей. Измерение э.д.с. Нормальные элементы. Строение границы электрод-раствор. Двойной электрический слой.	6	16-17	5				5	
26	Уравнение Нернста. Электродные потенциалы. Электроды первого и второго рода. Виды электродов. Классификация электрохимических элементов. Измерение э.д.с. Химические источники тока.	6	17-18	5				5	Рейтинг-контроль № 3
Всего за 6 семестр:				72		72		72	Экзамен (36)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				144		144		144	Экзамен (72)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

5-й семестр.

Раздел I. КЛАССИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

Тема 1. Введение

Содержание темы. Физико-химический подход к описанию природы. Термодинамика как наука. Физико-химические системы. Их классификация.

Тема 2. Термодинамическое описание химических систем. Первый закон термодинамики. Термохимия

Содержание темы. Параметры состояния и функции состояния. Экстенсивные и интенсивные свойства. Уравнение состояния идеальных газов. Физико-химические процессы и их классификация. Равновесные и обратимые процессы. Равновесное и стационарное состояние. Функции перехода. Нулевой закон термодинамики. Температура. Внутренняя энергия. Теплота и работа. Первый закон термодинамики. Теплота изохорного и изобарного процессов. Энтальпия. Теплоёмкость. Стандартные мольные величины. Работа различных процессов. Термохимия. Закон Гесса. Тепловые эффекты химических реакций и фазовых переходов. Теплоты растворения. Закон Кирхгоффа. Калориметрия.

Тема 3. Энтропия. Второй закон термодинамики. Термодинамические потенциалы

Содержание темы. Распределение энергии. Статистическое обоснование энтропии. Формула Больцмана. Второй закон термодинамики. Стандартные мольные энтропии. Температурная зависимость энтропии. Энтропия смешения; энтропия фазовых переходов. Самопроизвольность процессов. Критерий самопроизвольности изотермических процессов. Изобарно-изотермический и изохорно-изотермический потенциалы. Максимальная и максимальная полезная работа. Абсолютные энтропии. Третий закон термодинамики. Главное уравнение термодинамики (объединённый закон) для закрытых и открытых систем. Химический потенциал. Характеристические функции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Зависимость химического потенциала от давления и концентрации. Фугитивность и активность. Термодинамика фазовых переходов. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы первого и второго рода. Зависимость давления насыщенного пара жидкости от температуры.

Тема 4. Некоторые вопросы технической термодинамики

Содержание темы. Работа изотермического и адиабатического расширения (сжатия). Показатель адиабаты. Уравнение адиабаты. Цикл Карно. Работа цикла Карно. Силовые циклы реальных тепловых машин.

Тема 5. Учение о химическом равновесии

Содержание темы. Закон действия масс. Стандартный изобарный потенциал реакции. Константы равновесия K_p , K_c , K_x . Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Гетерогенные равновесия. Уравнения изобары и изохоры Вант-Гоффа. Влияние давления и катализатора на равновесие. Критерии химического равновесия. Принцип Ле-Шателье-Брауна. Общие схемы расчётов химических равновесий. Метод Тёмкина-Шварцмана. Расчёт состава равновесной смеси по константе равновесия.

Тема 6. Фазовые равновесия

Содержание темы. Понятие о компоненте, фазе, числе степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Двухкомпонентные системы. Термический анализ. Системы с образованием химического соединения, плавящиеся конгруэнтно и инконгруэнтно. Двухкомпонентные системы с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов. Твёрдые растворы. Системы двух ограниченно растворимых жидкостей. Принципы построения диаграмм состояния трёхкомпонентных систем.

Тема 7. Термодинамика растворов

Содержание темы. Основные понятия. Концентрации. Парциальные молярные величины. Уравнение Гиббса-Дюгема. Законы Рауля и Генри. Идеальные и предельно разбавленные растворы. Реальные растворы. Положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля. Законы Коновалова. Эбуллиоскопический и криоскопический эффект. Распределение растворённого вещества между двумя несмешивающимися жидкостями. Экстракция из растворов. Осмос. Осмотическое давление. Совершенные и регулярные растворы.

6-й семестр.

Раздел II. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

Тема 8. Формальная кинетика

Содержание темы. Скорости химических реакций. Элементарные химические реакции; кинетическое уравнение скорости. Молекулярность. Прямая и обратная задачи кинетики. Реальные химические процессы; кинетическое уравнение скорости этих реакций. Порядок реакции. Описание химических реакций дифференциальными уравнениями. Прямая и обратная задачи кинетики для реальных реакций. Необратимые реакции первого и второго, третьего и n-ного порядка. Методы определения порядка реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Закон Аррениуса. Энергия активации. Энергетическая диаграмма

химической реакции. Сложные реакции. Обратимые, параллельные, последовательные, сопряжённые реакции. Фотохимические и цепные реакции.

Тема 9. Механизм химических реакций

Содержание темы. Основы молекулярно-кинетической теории. Бимолекулярные реакции. Теория активных соударений. Теория активированного комплекса. Сравнение двух теорий.

Тема 10. Катализ

Содержание темы. Каталитические реакции и их механизм. Свойства катализаторов. Промоторы; ингибиторы. Старение и отравление катализаторов. Энергия активации каталитических и некаталитических реакций. Гомогенный катализ. Механизм и теория гомогенного катализа. Гетерогенный катализ. Катализаторы для гетерогенного катализа. Механизм гетерогенно-каталитических реакций. Энергетическая диаграмма гетерогенного катализа. Кинетическая и диффузионная области гетерогенно-каталитического процесса.

Раздел III. ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Тема 11. Растворы электролитов

Содержание темы. Основные понятия электрохимии. Проводники первого и второго рода. Электрохимические реакции. Законы Фарадея. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Коэффициент активности электролитов. Основные положения статистической теории электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводность электролитов. Подвижность ионов. Числа переноса ионов. Методы измерения электропроводности. Закон разведения Оствальда. Термодинамическая константа диссоциации. Степень диссоциации.

Тема 12. Электродвижущие силы

Содержание темы. Электрохимические элементы. Э.д.с. Скачки потенциалов. Правила построения электрохимических цепей. Измерение э.д.с. Нормальные элементы. Строение границы электрод-раствор. Двойной электрический слой. Уравнение Нернста. Электродные потенциалы. Электроды сравнения. Электроды первого и второго рода. Окислительно-восстановительные и хингидронный электрод. Классификация электрохимических элементов. Концентрационные элементы. Измерение э.д.с. Химические источники тока/

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

5-й семестр:

Тема 1. Определение интегральной теплоты растворения солей.

Тема 2. Определение поверхностного натяжения жидкости.

Тема 3. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем.

Тема 4. Криоскопия и эбуллиоскопия.

Тема 5. Определение коэффициента распределения вещества между двумя несмешивающимися жидкостями.

6-й семестр:

Тема 6. Гальванические элементы. Измерение э.д.с. и электродных потенциалов.

Тема 7. Потенциометрические измерения (рН-метрия).

Тема 8 Измерение электропроводности растворов электролитов.

Тема 9. Определение порядка реакции по времени полураспада

Тема 10. Кинетика разложения пероксида водорода.

Тема 11. Исследование кинетики реакции иодирования ацетона.

Тема 12. Кинетика реакции омыления сложного эфира щёлочью.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости приводится по результатам рейтинг-контроля по следующим контрольным вопросам:

Контрольные вопросы для проведения рейтинг-контроля. 5-й семестр

Рейтинг-контроль №1

1. Термодинамические системы и их классификация.
2. Равновесное, неравновесное и стационарное состояние.
3. Интенсивные и экстенсивные свойства термодинамических систем.
4. Параметры состояния и функции состояния. Математическая обработка функций состояния.
5. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы.
6. Равновесные, неравновесные и обратимые процессы.
7. Функции состояния и функции перехода. Математическая обработка функций состояния функций перехода.
8. Внутренняя энергия, теплота и работа.
9. Первый закон термодинамики.
10. Теплота процесса при постоянном объёме. Теплоёмкость.
11. Теплота процесса при постоянном давлении. Энтальпия. Теплоёмкость.
12. Теплоёмкость. Зависимость теплоёмкости от температуры.
13. Нормальные и стандартные условия. Стандартное состояние. Стандартные мольные энтальпии.
14. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него.
15. Теплота образования, сгорания, растворения, теплота фазовых переходов.
16. Законы Кирхгоффа. Теплоёмкость.

Рейтинг-контроль №2

1. Распределение энергии. Энтропия. Формула Больцмана.
2. Энтропия. Второй закон термодинамики.
3. Зависимость энтропии от температуры. Энтропия фазовых переходов.
4. Критерий самопроизвольности процессов. Изохорно-изотермический процесс. Максимальная работа.

5. Критерий самопроизвольности процессов. Изобарно-изотермический процесс. Полезная работа.
6. Абсолютная энтропия. Третий закон термодинамики.
7. Объединение первого и второго законов. Понятие о химическом потенциале.
8. Зависимость G от температуры и от давления. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
9. Термодинамика фазовых переходов. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

Рейтинг-контроль №3

1. Закон действия масс. Константа равновесия k_p . Стандартный изобарный потенциал реакции.
2. Константы равновесия k_c и k_x . Связь между тремя константами.
3. Уравнение изобары Вант-Гоффа и изохоры Вант-Гоффа.
4. Смещение равновесий. Принцип Ле-Шателье – Брауна.
5. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы.
6. Двухкомпонентные системы. Термический анализ. Диаграммы состояния.
7. Диаграммы состояния систем с образованием химического соединения.
8. Диаграммы состояния систем с образованием твёрдых растворов.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Вопросы к экзамену, 5-й семестр:

1. Понятие о термодинамических системах. Классификации термодинамических систем. Состояния систем – равновесные, неравновесные, стационарные.
2. Свойства термодинамических систем, интенсивные и экстенсивные свойства. Параметры состояния и функции состояния. Математическая обработка функций состояния.
3. Процессы в термодинамических системах. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Круговые и некруговые. Равновесные и неравновесные. Классификация процессов по особым условиям. Обратимые процессы.
4. Функции состояния и функции перехода. Математическая обработка функций состояния функций перехода.
5. Внутренняя энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики.
6. Зависимость внутренней энергии от объёма и температуры. Теплота процесса при постоянном объёме. Теплоёмкость.
7. Зависимость внутренней энергии от давления и температуры. Теплота процесса при постоянном давлении. Энтальпия. Теплоёмкость.

8. Теплоёмкость. Зависимость теплоёмкости от температуры. Соотношение между c_p и c_v для идеального газа.
9. Нормальные и стандартные условия. Стандартное состояние. Стандартные мольные энтальпии.
10. Работа. Работа равновесного процесса. Работа других процессов.
11. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него. Теплота образования, сгорания, растворения, теплота фазовых переходов.
12. Зависимость теплоты процесса от температуры. Законы Кирхгофа. Теплоёмкость.
13. Распределение энергии. Энтропия. Формула Больцмана.
14. Энтропия. Второй закон термодинамики. Зависимость энтропии от температуры. Энтропия фазовых переходов.
15. Критерий самопроизвольности процессов. Изохорно-изотермический процесс. Максимальная работа. Свободная и связанная энергия.
16. Критерий самопроизвольности процессов. Изобарно-изотермический процесс. Полезная работа. Свободная и связанная энергия.
17. Абсолютная энтропия. Третий закон термодинамики. Объединение первого и второго законов. Понятие о химическом потенциале.
18. Зависимость G от температуры и от давления. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
19. Термодинамика фазовых переходов. Две формы уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Давление насыщенного пара жидкости.
20. Закон действия масс. Константа равновесия k_p . Стандартный изобарный потенциал реакции. Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Константы равновесия k_c и k_x . Связь между этими тремя константами.
21. Константы равновесия k_p , k_c и k_x . Уравнение изобары Вант-Гоффа и изохоры Вант-Гоффа.
22. Смещение равновесий. Принцип Ле-Шателье – Брауна. Влияние катализатора на химическое равновесие.
23. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы.

Вопросы к экзамену, 6-й семестр:

1. Скорость химической реакции. Дифференциальное уравнение скорости.
2. Элементарная химическая реакция и реальные химические процессы. Молекулярность.

3. Кинетическое уравнение скорости элементарной стадии и реальной реакции. Порядок реакции, общий и частный.
4. Необратимая реакция первого порядка. Время полураспада.
5. Необратимая реакция второго порядка. Время полураспада.
6. Необратимая реакция n-ого порядка. Время полураспада.
7. Обратимые реакции.
8. Методы определения порядка реакции.
9. Зависимость скорости реакции от температуры. Закон Аррениуса.
10. Энергетическая диаграмма химической реакции. Энергия активации.
11. Теория активных соударений.
12. Теория активированного комплекса.
13. Каталитические реакции и их механизм. Катализаторы, промоторы, ингибиторы.
14. Энергия активации каталитических и некаталитических реакций.
15. Гомогенный катализ.
16. Гетерогенный катализ.
17. Энергетическая диаграмма гетерогенного катализа.
18. Основные понятия электрохимии. Проводники первого и второго рода.
19. Электрохимические реакции. Законы Фарадея. Теория Аррениуса.
20. Удельная и эквивалентная электропроводность электролитов. Числа переноса ионов.
21. Методы измерения электропроводности. Закон разведения Оствальда.
22. Электрохимические элементы. Э.д.с. Правила построения электрохимических цепей.
Примеры построения электрохимических цепей.
23. Измерение э.д.с. Нормальные элементы.
24. Строение границы электрод-раствор. Двойной электрический слой.
25. Уравнение Нернста. Электродные потенциалы.
26. Электроды первого и второго рода. Виды электродов.
27. Классификация электрохимических элементов. Измерение э.д.с.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Контрольные вопросы для самостоятельной работы, 5-й семестр:

1. Понятие о термодинамических системах. Классификации термодинамических систем. Состояния систем – равновесные, неравновесные, стационарные.
2. Свойства термодинамических систем, интенсивные и экстенсивные свойства. Параметры состояния и функции состояния. Математическая обработка функций состояния.

3. Процессы в термодинамических системах. Самопроизвольные и несамопроизвольные. Круговые и некруговые. Равновесные и неравновесные. Классификация процессов по особым условиям. Обратимые процессы.
4. Функции состояния и функции перехода. Математическая обработка функций состояния функций перехода.
5. Внутренняя энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики.
6. Зависимость внутренней энергии от объёма и температуры. Теплота процесса при постоянном объёме. Теплоёмкость.
7. Зависимость внутренней энергии от давления и температуры. Теплота процесса при постоянном давлении. Энтальпия. Теплоёмкость.
8. Теплоёмкость. Зависимость теплоёмкости от температуры. Соотношение между c_p и c_v для идеального газа.
9. Нормальные и стандартные условия. Стандартное состояние. Стандартные мольные энтальпии.
10. Работа. Работа равновесного процесса. Работа других процессов.
11. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него. Теплота образования, сгорания, растворения, теплота фазовых переходов.
12. Зависимость теплоты процесса от температуры. Законы Кирхгоффа. Теплоёмкость.
13. Распределение энергии. Энтропия. Формула Больцмана.
14. Энтропия. Второй закон термодинамики. Зависимость энтропии от температуры. Энтропия фазовых переходов.
15. Критерий самопроизвольности процессов. Изохорно-изотермический процесс. Максимальная работа. Свободная и связанная энергия.
16. Критерий самопроизвольности процессов. Изобарно-изотермический процесс. Полезная работа. Свободная и связанная энергия.
17. Абсолютная энтропия. Третий закон термодинамики. Объединение первого и второго законов. Понятие о химическом потенциале.
18. Зависимость G от температуры и от давления. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
19. Термодинамика фазовых переходов. Две формы уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Давление насыщенного пара жидкости.

Контрольные вопросы для самостоятельной работы, 6-й семестр:

1. Закон действия масс. Константа равновесия k_p . Стандартный изобарный потенциал реакции. Константы равновесия k_c и k_x . Связь между тремя константами.
2. Константы равновесия k_p , k_c и k_x . Уравнение изобары Вант-Гоффа и изохоры Вант-Гоффа.
3. Смещение равновесий. Принцип Ле-Шателье – Брауна. Влияние катализатора на химическое равновесие.
4. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы.
5. Двухкомпонентные системы. Термический анализ. Диаграммы состояния. Определение соотношения фаз и состава фаз.
6. Диаграммы состояния систем с образованием химического соединения, плавящегося конгруэнтно и инконгруэнтно. Принцип соответствия.
7. Диаграммы состояния систем с образованием твёрдых растворов для всех составов и с ограниченной растворимостью. Принцип соответствия.
8. Скорость химической реакции. Дифференциальное уравнение скорости. Элементарная химическая реакция и реальные химические процессы. Молекулярность. Кинетическое уравнение скорости элементарной стадии и реальной реакции. Порядок реакции.
9. Время полураспада. Необратимая реакция первого порядка. Уравнение Аррениуса. Энергетическая диаграмма реакции.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература*			
1. В.И. Грызунов, И.Р. Кузеев, Е.В. Пояркова и др. Физическая химия - 2-е изд., стер. - М. : ФЛИНТА, 2014.	2014	2	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976519633.html
2. Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская и др. Физическая химия. Казань: Изд-во КНИТУ, 2012.	2012		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788213675.html
3. В. В. Еремин Основы физической химии: в 2 ч. Ч. 1 : Теория -3-е изд. М. БИНОМ. 2013.	2013	1	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321063.html
4. В. В. Еремин Основы физической химии: в 2 ч. Ч. 2 : Задачи -3-е изд. М. БИНОМ. 2013	2013	1	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321070.html
Дополнительная литература			
1. Афанасьев Б.Н., Акулова Ю.П. Физическая химия. Изд. Лань. 1-е изд. 2012.	2012	1	http://e.lanbook.com/books/element.php?pid_id=4312

6.2. Периодические издания:

- 1, Журнал физической химии.

6.3. Интернет-ресурсы.

1. <http://www.scirus.com/>
2. <http://www.ihtik.lib.ru/>
3. <http://www.y10k.ru/books/>
4. <http://www.abc.chemistry.bsu.by/current/fulltext.htm>

5. <http://www.sciencedirect.com>
6. <http://chemteq.ru/lib/book>
7. <http://www.chem.msu.su/rus>
8. <http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>
9. <http://www.elsevier.com/>
10. <http://www.uspkhim.ru/>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Лабораторные работы проводятся в лаборатории 331-1, 425-1, 433-1, 405-1.

При чтении лекционного курса используются мультимедийные средства обучения в виде набора слайдов с демонстрацией через проектор.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: Windows 7, Microsoft Office 2010, Power Point, Adobe Reader,

На лабораторных занятиях используется следующее лабораторное оборудование:

- установка Ребиндера
- волюмометрическая установка со встряхивателем
- калориметр с термометром Бекмана
- рефрактометр лабораторный
- бюретки титровальные
- мост переменного тока для измерения электропроводности
- кондуктометр лабораторный
- весы электронные
- рН-метр 340
- иономер ЭВ-74
- ультратермостат УТ-2
- доска
- мел

Рабочую программу составил доцент Лобко В.Н.



Рецензент
(представитель работодателя)

ООО «БИОХИМПРЕСУРС», научный сотрудник
к.х.н.



Д.К. Лаврухин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии

Протокол № 10 от 25.06 2021 г.

Заведующий кафедрой



Б.А. Кухтин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 04.03.01 – «Химия»

Протокол № 10 от 25.06 2021 г.

Председатель комиссии



Б.А. Кухтин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины
«Физическая химия» образовательной программы направления подготовки 04.03.01 – Химия,
направленность: Химический анализ, химическая и экологическая экспертиза объектов
окружающей среды

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой _____ / _____
 Подпись *ФИО*