

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Уровень образования	бакалавриат
Направление подготовки	Код Химическая технология 18.03.01
Направленность (профиль)	Нанотехнологии полимерных материалов
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года
Форма обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины Физическая химия основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 8 от 28.03.2025 г.

Разработчик рабочей программы учебной дисциплины:

Профессор Н.Р. Кильдеева

Заведующая кафедрой Н.Р. Кильдеева

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Физическая химия» изучается в четвертом и пятом семестрах.

Курсовая работа – 5 семестр

1.1. Форма промежуточной аттестации:

4-й семестр - экзамен; 5-й семестр - экзамен

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Физическая химия» относится к обязательной части программы.

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:

- Математика;
- Физика;
- Неорганическая химия;
- Аналитическая химия;
- Органическая химия;
- Физико-химические методы анализа;

Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:

- Химия и технология полимерных композиционных материалов;
- Технология косметических средств
- Материаловедение полимерных материалов;
- Химия и физика высокомолекулярных соединений.

Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при изучении специальных дисциплин и выполнении выпускной квалификационной работы.

2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Целями изучения дисциплины «Физическая химия» являются:

- формирование у студентов, будущих химиков-технологов, научного мировоззрения, физико-химического мышления, творческого понимания роли современной физической химии в решении химико-технологических проблем технологии;
- формирование навыков научно-теоретического подхода к решению задач профессиональной направленности и практического их использования в дальнейшей профессиональной деятельности;
- изучение и активное освоение основных методов теоретического обобщения: квантово-механической и молекулярно-кинетической теории строения вещества, химической и статистическую термодинамики, основных законов и закономерностей протекания химических и физико-химических процессов в разных условиях
- создание фундаментальной базы для последующего изучения теоретических основ, технологии и практического оформления технологических процессов технологии и переработки полимеров, и производства полимерных материалов;
- формирование у обучающихся компетенций, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине.

Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

2.1. Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ИД-ОПК-2.1 Применение теоретических основ математических, физических и химических методов для решения профессиональных задач в области химических технологий	– Применяет терминологический инструментарий в области физической химии для решения поставленной цели в своей предметной области. – Имеет представление и использует приложение законов термодинамики к химическим процессам, химическим и фазовым равновесиям, процессам в растворах и электрохимических системах. – Рассматривает свойства химических соединений основываясь на современных представлениях о строении вещества, химической термодинамики и кинетике химических процессов.
	ИД-ОПК-2.2 Использование математических методов для решения профессиональных задач	– Обладает способностью проводить расчеты зависимостей свойств материалов от их физико-химических параметров – Использует новейшие физико-химические методами исследования материалов. – Использует базы данных, содержащие информацию, используемую для теоретических физико-химических расчетов при решении профессиональных задач
	ИД-ОПК-2.3 Понимание и описание основ физических методов для решения задач в области профессиональной деятельности	– Использует основы методов физической химии как теоретического фундамента химической технологии. – Применяет методы, которые используются при проведении теоретических физико-химических расчетов.
ОПК-5. Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	ИД-ОПК-5.2 Проведение наблюдений и измерений при использовании лабораторного оборудования, обработка массивов экспериментальных данных	– Имеет навыки проведения наблюдений и измерений физико-химических свойств при использовании современного лабораторного оборудования. – Применяет основные информационные ресурсы, компьютерные программы для обработки массивов экспериментальных данных. – Обладает способностью осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
		безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

по очной форме обучения –	4й семестр	4	з.е.	128	час.
	5й семестр	5	з.е.	160	час.

3.1. Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий (очная форма обучения)

Структура и объем дисциплины								
Объем дисциплины по семестрам	форма промежуточной аттестации	всего, час	Контактная аудиторная работа, час				Самостоятельная работа обучающегося, час	
			лекции, час	практические занятия, час	лабораторные занятия, час	практическая подготовка, час	курсовая работа/ курсовой проект	самостоятельная работа обучающегося, час
4 семестр	экзамен	128	34	16	16	0		30
5 семестр	экзамен	160	34	16	32	0		46
Всего:		288	68	32	48	0		76

3.2. Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий (очно-заочная форма обучения) – отсутствует

3.3. Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий (заочная форма обучения) - отсутствует

3.4. Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенци(й) и индикаторов достижения компетенций x	Наименование разделов, тем; форма промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
	Четвертый семестр						
ОПК-2: ИД-ОПК-2.1 ИД-ОПК-2.2 ИД-ОПК-2.3 ОПК-5 ИД-ОПК-5.2	Раздел I Элементы строения вещества	х	х	х	х	6	Формы текущего контроля по разделу I: 1. Письменный конспект л/р № 1,2 и л/р №3 с результатами выполненных расчетных заданий 2. Защита лабораторных работ.. 3. Коллоквиум 1.
	Тема №1 Предмет и содержание курса физической химии. Разделы курса. Уровни теоретического обобщения. Теории строения атома.	2					
	Тема №2. Элементы квантовой механики. Квантово-механическая модель строения атома.	2					
	Тема №3. Кривая изменения потенциальной энергии двухатомной молекулы. Квантово-механическая теория химической связи. Методы определения строения молекул.	2	2				
	Тема №4. Взаимосвязь энергии излучения и энергии молекулярного движения. Методы определения строения молекул. Спектроскопия.	4	2				
	Тема №5. Межмолекулярные взаимодействия. Агрегатные состояния вещества. Идеальные и реальные газы.	2					
	Лабораторное занятие 1. Техника безопасности работы в лаборатории. Правила работы в химической лаборатории.			2			
	Лабораторное занятие 2. Содержание лабораторного практикума. Обра- ботка экспериментальных данных. Порядок ведения лабораторного журнала. Правила построения графиков.			2			
	Лабораторное занятие 3. Методы определения строения молекул. Рефракция. Определение структурной формулы вещества.			2			
	Лабораторное занятие 4, Защита Л/р 1-3, Коллоквиум 1.			4		5	
ОПК-2: ИД-ОПК-2.1 ИД-ОПК-2.2	Раздел II. Химическая термодинамика.	х	х	х	х	12	Формы текущего контроля по разделу II:
	Тема №6 Термодинамика. Основные понятия и определения. Химическая термодинамика, постулаты.	2					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций x	Наименование разделов, тем; форма промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
ИД-ОПК-2.3 ОПК-5 ИД-ОПК-5.2	Тема №7 Приложение законов термодинамики к химическим процес-сам. 1 Закон термодинамики. Термохимия.	4	2				1. Письменный конспект Л/р Оформление выводов и общих результатов работы, защита л/р №№5 и 6. 3. Коллоквиум 2
	Лабораторное занятие 5. Определение теплоты растворения соли.			2			
	Лабораторное занятие 6. Определение теплоты образования кристаллогидрата.			2			
	Тема №8 Теплостойкость газов и твердых тел. Молекулярно-кинетическая и квантово-механическая теории теплоемкости .	2	2				
	Тема №9 II начало термодинамики. Самопроизвольные и равновесные процессы. Энтропия как функция состояния и критерий равновесия в изолированных системах. .	4	2				
	Тема №10. Термодинамические потенциалы как критерии равновесия в закрытых системах. Характеристические функции.	4					
	Тема №11. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Методы расчета потенциала Гиббса.	2	2				
	Тема №12. Химический потенциал идеальных и реальных газов. Химический потенциал в идеальных и реальных растворах. Элементы статистической термодинамики.	2					
	Лабораторное занятие 7, Защита Л/р 5 и 6, Коллоквиум 2.			4		10	
ОПК-2: ИД-ОПК-2.1 ИД-ОПК-2.2 ИД-ОПК-2.3 ОПК-5 ИД-ОПК-5.2	Раздел III. Химическое равновесие						Формы текущего контроля по разделу III:
	Тема №13. Химическое равновесие. Закон действующих масс для реакций, протекающих в газовой и жидкой фазах	2					
	Лабораторное занятие 8. Определение константы равновесия реакции салициловой кислоты с треххлористым железом в гомогенных условиях			2			1. Письменный конспект Л/р Оформление выводов и общих результатов работы, защита л/р № 8. 3. Коллоквиум 2
	Тема №14. Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Нормальное сродство химической реакции. Определение направления химической реакции.	2	2				
	Тема №15. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнения изохоры и изобары Вант-Гоффа.	2	2				
	Тема №16. Принцип смещения равновесия Ле Шателье-Брауна. Расчет выхода продукта и состава равновесной смеси	2					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций x	Наименование разделов, тем; форма промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
	Лабораторное занятие 9, Защита Л/р 8 Коллоквиум 1.			4		5	
ОПК-2: ИД-ОПК-2.1 ИД-ОПК-2.2 ИД-ОПК-2.3 ОПК-5 ИД-ОПК-5.2	Раздел. IV Фазовое равновесие						<i>Формы текущего контроля по разделу IV:</i> 1. Письменный конспект Л/р Оформление выводов и общих результатов работы, защита л/р № 10, 11. 3. Коллоквиум 4.
	Тема 17. Фазовые равновесия и фазовые переходы. Гомогенные и гетерогенные системы. Правило фаз Гиббса.	2					
	Тема 18. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Равновесия пар-жидкость и жидкость – твердое тело. Диаграммы состояния однокомпонентных систем.	4		2			
	Тема 19. Физико-химический анализ многокомпонентных систем. Диаграммы состояния. Принципы исследования диаграмм состояния. Примеры.	2	2				
	Лабораторное занятие 10. Изучение взаимной растворимости жидкостей и фазового равновесия в двухкомпонентной системе.			4			
	Лабораторное занятие 11, Перегонка бинарных смесей. Анализ диаграммы состояния хлороформ – этилацетат.			2			
	Тема 20. Термический анализ. Кривые охлаждения и диаграммы плавкости.	4					
	Тема 21. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем. Треугольник Гиббса. Анализ диаграммы состояния системы трех ограниченно-смешивающихся жидкостей.	2					
	Лабораторное занятие 12, Защита Л/р 9, 10, Коллоквиум 4. Итоговое собеседование по материалам курса.			6		10	
	Экзамен	x	x	x	x	15	экзамен по билетам
	Итого за четвертый семестр						
		54	18	36		45	
	Пятый семестр						
ОПК-2: ИД-ОПК-2.1 ИД-ОПК-2.2	Раздел V. Растворы	x	x	x	x	10	<i>Формы текущего контроля по разделу V:</i>
	Тема №1 Принципы классификации растворов. Химический потенциал компонента в растворе. Первое и второе стандартные состояния.	2	2				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций x ИД-ОПК-2.3 ОПК-5 ИД-ОПК-5.2	Наименование разделов, тем; форма промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
	Лабораторное занятие 1, Перегонка бинарных жидких смесей.			4			1. Письменный конспект Л/р Оформление выводов и общих результатов работы, защита л/р № 1. 2. Коллоквиум 1.
	Тема №2 Коллигативные свойства растворов.	2	2				
	Тема №3 Растворимость газов в жидкости, уравнение Генри. Давление насыщенного пара над раствором, закон Рауля для летучих и нелетучих смесей.	2	2				
	Практическое занятие. Разбор этапа курсовой работы.		2				
	Тема №4. Положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля. Перегонка жидких летучих смесей. Первый и второй законы Коновалова.	2					
	Лабораторное занятие 2, Защита лабораторной работы 1. Коллоквиум 1.			2			
ОПК-2: ИД-ОПК-2.1 ИД-ОПК-2.2 ИД-ОПК-2.3 ОПК-5 ИД-ОПК-5.2	Раздел VI. Электрохимия.						Формы текущего контроля по разделу VI: 1. Письменный конспект Л/р Оформление выводов и общих результатов работы, защита л/р №3-5. 2. Коллоквиум 2.
	Тема №5 Термодинамика растворов электролитов. Электростатическая теория растворов сильных электролитов. Слабые электролиты, закон разведения Оствальда.	2	2				
	Тема №6. Электропроводность растворов электролитов. Кондуктометрия.	2	2				
	Тема №7 Зависимость электрической проводимости растворов электролитов от концентрации. Природа торможения ионов, Подвижность и числа переноса ионов	2					
	Практическое занятие. Разбор этапа курсовой работы.		2				
	Тема №8 Взаимные переходы химической и электрической энергии. Электродные потенциалы.	2					
	Тема №9 Электроды и электрохимические элементы. Термодинамика гальванического элемента.	2	2				
	Лабораторное занятие 3, Определение концентрационной зависимости удельной и эквивалентной электропроводности раствора слабого электролита,			2			
	Лабораторное занятие 4, Определение концентрационной зависимости удельной и эквивалентной электропроводности раствора сильного электролита			2			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций x	Наименование разделов, тем; форма промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
	Практическое занятие. Разбор этапа курсовой работы.		2				
	Лабораторное занятие 5, Определение чисел переноса ионов			2			
	Лабораторное занятие 6, Определение константы гидролиза соли потенциометрическим методом			2			
	Лабораторное занятие 7. Измерение ЭДС гальванического элемента Даниэля-Якоби. Определение константы равновесия и термодинамических функций			2			
	Лабораторное занятие 8, Защита лабораторных работ 3-7. Коллоквиум 2.			4			
ОПК-2: ИД-ОПК-2.1 ИД-ОПК-2.2 ИД-ОПК-2.3 ОПК-5 ИД-ОПК-5.2	Раздел VII. Химическая кинетика	x	x	x	x	10	<i>Формы текущего контроля по разделу V11:</i> 1. Письменный конспект л/р №9-11, расчет концентраций исходного и серий рабочих растворов. 2. Защита л/р № 9-11 3. Собеседование по работе. 4. Коллоквиум 3.
	Тема № 10 Химическая кинетика. Скорость химической реакции. Кинетическая кривая. Основной постулат химической кинетики.	2					
	Тема № 11 . Формальная кинетика. Скорость, порядок и молекулярность химических реакций. Анализ кинетических уравнений разных порядков.	2	2				
	Тема № 12. Формальная кинетика сложных гомогенных реакций. Цепные реакции. Кинетика, ста-дии. Фотохимические реакции. Горение и взрыв.	2					
	Практическое занятие. Разбор этапа курсовой работы.		4				
	Тема № 13 Влияние температуры на скорость химических реакций. Анализ уравнения Аррениуса..	2	3				
	Тема № 14. Учение о механизме химических реакций. Теория активных столкновений. Теория активированного комплекса. Кинетика гетерогенных реакций.	2					
	Лабораторное занятие 9. Спектрофотометрическое определение кинетических параметров реакции распада комплексного соединения оксалата марганца			2			
	Лабораторное занятие 10. Изучение кинетики реакции гидратации уксусного ангидрида методом электропроводности			2			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций x	Наименование разделов, тем; форма промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
	Лабораторное занятие 11. Определение энергии активации реакции гидратации уксусного ангидрида			2			Формы текущего контроля по разделу VII: 1. Коллоквиум 4. 2. Представление результатов курсовой работы. 3. Защита курсовой работы.
	Лабораторное занятие 12, защита л/р 7-9, коллоквиум 3,			4			
	Раздел VIII. Катализ	x	x	x	x	11	
	Тема № 15 Каталитические реакции. Сущность каталитического действия. Катализ и химическое равновесие.	2					
	Тема № 16 . Механизм каталитического действия. Энергия активации каталитической реакции. Вещества Аррениуса, их роль в катализе.	2					
	Тема № 17 Ферментативный катализ. Эффективность и специфичность ферментативного катализа.	2					
	Практическое занятие. Защита курсовой работы..		7				
	Лабораторное занятие 13, коллоквиум 4, Заключительное занятие.			4			
	Экзамен	x	x	x	x	45	экзамен по билетам
	ИТОГО за пятый семестр	34	16	34	0	42	

3.5. Структура учебной дисциплины/модуля для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очно-заочная форма обучения) – отсутствует

Структура учебной дисциплины/модуля для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (заочная форма обучения)- отсутствует

3.6. Краткое содержание учебной дисциплины

№ пп	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание раздела (темы)
Четвертый семестр		
Раздел I	Элементы строения вещества	
Тема №1	Предмет и содержание курса физической химии. Разделы курса. Уровни теоретического обобщения. Теории строения атома.	Предмет и содержание курса физической химии. Разделы курса. Значение физической химии для химической технологии и экологии. Современная теория строения атома. Основные принципы и постулаты квантовой механики. Волновое уравнение Шредингера. Волновая функция. Решение уравнения Шредингера. Основные приближения при его решении. Квантовые числа, их связь с характеристиками электронного облака. Квантово-механический расчет молекул. Ковалентная химическая связь. Основные положения теории валентных схем (ВС). Теория молекулярных орбиталей (МО) и ее варианты (метод линейной комбинации атомных орбиталей, метод самосогласованного поля). Применение методов молекулярных орбиталей МО для расчета молекулы водорода. Кривая потенциальной энергии молекулы. Химическая связь. Длина и энергия химической связи. Донорно-акцепторная связь. Полярность связи и полярность молекулы. Мера полярности молекулы. Электрические свойства молекул. Заряды и дипольные моменты. Поляризуемость. Молярная поляризация и ее составляющие. Методы определения дипольного момента и структурной формулы органических жидкостей по экспериментальным данным. Рефракция и паракор Межмолекулярные взаимодействия. Силы Ван-дер-Ваальса. Ион-молекулярные и ион-дипольные взаимодействия. Специфические межмолекулярные взаимодействия. Водородная связь. Взаимодействие излучения с веществом. Этапы становления спектроскопии как метода структурного анализа. Излучение и спектр. Возможности спектроскопии. Связь энергии излучения с энергией молекулярного движения. Механизм возникновения и общая характеристика молекулярных спектров. Вращательные спектры поглощения. Вращательная постоянная. Определение момента инерции и межатомных расстояний в различных молекулах. Колебательно-вращательные спектры поглощения. Решение уравнения Шредингера для уровней колебательной энергии молекулы. Гармоничный и ангармоничный осцилляторы. Колебания и спектры многоатомных молекул. Валентные и деформационные колебания. Электронные колебательно-вращательные спектры. Хромофоры. Закон Бугера-Ламберта-Бееера. Межмолекулярные взаимодействия. Силы Ван-дер-Ваальса. Водородная связь. Агрегатные состояния вещества.
Тема №2	Элементы квантовой механики. Квантово-механическая модель строения атома.	
Тема №3	Кривая изменения потенциальной энергии двухатомной молекулы. Квантово-механическая теория химической связи. Методы определения строения молекул.	
Тема №4	Взаимосвязь энергии излучения и энергии молекулярного движения. Методы определения строения молекул. Спектроскопия.	
Тема №5.	Межмолекулярные взаимодействия. Агрегатные состояния вещества. Идеальные и реальные газы.	

Раздел II	Химическая термодинамика	
Тема №6	Термодинамика. Основные понятия и определения. Химическая термодинамика, постулаты.	Химическая термодинамика, постулаты.. Основные понятия и определения. Термодинамическая система. Термодинамический процесс. Параметры и функции состояния. I начало термодинамики. Взаимные превращения энергии в изолированных системах. Внутренняя энергия, работа, теплота. Функции состояния. Энтальпия. Расчет теплоты и работы в различных процессах. Приложение первого начала термодинамики к химическим процессам/ Термодинамическое обоснование закона Гесса. Стандартное состояние и стандартная теплота образования. Тепловой эффект химической реакции. Термохимия. Основные понятия термохимии. Стандартное состояние Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса и его следствия. Методы определения тепловых эффектов. Расчет ΔU и ΔH . Теплоемкость газов и твердых тел. Атомно-групповые составляющие теплоемкости. Истинная и средняя теплоемкости. Теплоемкость в изохорном и изобарном процессах..Формула Майера. Квантовые теории теплоемкости. Зависимость теплоемкости от температуры. Интерполяционные формулы теплоемкости. Зависимость внутренней энергии и энтальпии от температуры. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа. Методы определения тепловых эффектов. II начало термодинамики. Термодинамические обратимые и необратимые процессы. Самопроизвольные и равновесные процессы. Энтропия как функция состояния и критерий равновесия в изолированных системах. Свойства энтропии. Объединенное выражение 1 и 2-го законов термодинамики для обратимого и необратимого процессов. Расчет энтропии в обратимых процессах. Расчет энтропии в необратимом процессе. Термодинамические потенциалы как критерии равновесия в закрытых системах. Характеристические функции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Связь ΔG и ΔF с теплотой процесса. Методы расчета потенциала Гиббса. Метод абсолютных энтропий. Формула Темкина-Шварцмана. Химический потенциал идеальных и реальных газов фугитивность, коэффициент фугитивности. Химический потенциал в идеальных и реальных растворах. Активность, и коэффициент активности. Первое и второе стандартные состояния. Тепловая теорема Нернста. Следствия. Вычисление абсолютных энтропий и постоянных интегрирования. Вырожденные состояния Элементы статистической термодинамики. Статистическое толкование II закона термодинамики. Макросостояние и микросостояние системы. Термодинамическая вероятность. Сумма по состояниям. Формула Стирлинга Молекулярные суммы по состояниям для отдельных форм движения молекул (поступательного, вращательного колебательного, электронного). Закон распределения молекул по скоростям и энергиям.
Тема №7	Приложение законов термодинамики к химическим процес-сам. I Закон термодинамики. Термохимия.	
Тема №8	Теплоемкость газов и твердых тел. Молекулярно-кинетическая и квантово-механическая теории теплоемкости .	
Тема №9	II начало термодинамики. Самопроизвольные и равновесные процессы. Энтропия как функция состояния и критерий равновесия в изолированных системах.	
Тема №10.	Термодинамические потенциалы как критерии равновесия в закрытых системах. Характеристические функции.	
Тема №11.	Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Методы расчета потенциала Гиббса.	
Тема №12.	Химический потенциал идеальных и реальных газов. Химический потенциал в идеальных и реальных растворах. Элементы статистической термодинамики.	

		3
Раздел III	Химическое равновесие	
Тема №13.	Химическое равновесие. Закон действующих масс для реакций, протекающих в газовой и жидкой фазах	Химическое равновесие. Закон действующих масс для реакций, протекающих в газовой и жидкой фазах. Константа равновесия. Способы выражения константы равновесия. Связь между K_p и K_c Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Нормальное сродство химической реакции. Определение направления химической реакции, термодинамического сродства и константы равновесия с использованием уравнения изотермы химической реакции. Методы расчета константы равновесия. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнения изохоры и изобары Вант-Гоффа. Принцип смещения равновесия Ле Шателье-Брауна. Расчет выхода продукта и состава равновесной смеси.
Тема №14.	Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Нормальное сродство химической реакции. Определение направления химической реакции.	
Тема №15	Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнения изохоры и изобары Вант-Гоффа.	
Тема №16	Принцип смещения равновесия Ле Шателье-Брауна. Расчет выхода продукта и состава равновесной смеси	
Раздел IV	Фазовое равновесие	
Тема 17.	Фазовые равновесия и фазовые переходы. Гомогенные и гетерогенные системы. Правило фаз Гиббса.	Гомогенные и гетерогенные системы. Фазы и фазовые равновесия. Условия фазового равновесия в гетерогенных системах. Понятие степень свободы. Правило фаз Гиббса. Фазовые равновесия и фазовые переходы в однокомпонентных системах. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Зависимость температуры плавления от давления. Уравнение Клайперона-Клаузиуса для равновесия пар - жидкость. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Энантиотропные и монокотропные фазовые переходы. Диаграмма состояния серы. Физико-химический анализ многокомпонентных систем. Диаграммы состояния. Принципы исследования диаграмм состояния. Примеры. Термический анализ. Кривые охлаждения и диаграммы плавкости. Диаграмма состояния системы с эвтектикой. Правило рычага. Диаграмма состояния системы с конгруэнтно плавящимися химическими соединениями. Диаграмма состояния системы с инконгруэнтно плавящимися химическими соединениями. Эвтектика и перитектика. Путь кристаллизации. Применение правила рычага для определения массы и состава равновесных фаз. Построение кривых плавкости из диаграмм состояния.
Тема 18.	Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Равновесия пар-жидкость и жидкость – твердое тело. Диаграммы состояния однокомпонентных систем.	
Тема 19.	Физико-химический анализ многокомпонентных систем. Диаграммы состояния. Принципы исследования диаграмм состояния. Примеры.	
Тема 20.	Термический анализ. Кривые охлаждения и диаграммы плавкости.	

Тема 21.	Диаграммы состояния трехкомпонентных систем. Тре-угольник Гиббса. Анализ диаграммы состояния системы трех ограни-ченно-смешивающихся жидкостей.	Расчет вариантности системы в различных фигуративных точках. Системы с твердыми растворами, компоненты которых неограниченно растворимы. Типы твердых растворов. Диаграммы состояния. Системы с ограниченной растворимостью в жидкой фазе. Изменение потенциала Гиббса при смешении жидкостей..Правило прямолинейного диаметра. Использование правила рычага для определения состава сопряженных растворов. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем. Треугольник Гиббса. Расчет состава системы в фигуративной точке. Анализ диаграммы состояния системы трех ограниченно-смешивающихся жидкостей. Правило Тарасенкова. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем.
Пятый семестр		
Раздел V	Растворы	
Тема №1	Принципы классификации растворов. Химический потенциал компонента в растворе. Первое и второе стандартные состояния. Коллигативные свойства растворов. Растворимость газов в жидкости, уравнение Генри. Давление насыщенного пара над раствором, закон Рауля для летучих и нелетучих смесей. Положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля. Перегонка жидких летучих смесей. Первый и второй законы Коновалова.	Принципы классификации растворов. Химический потенциал компонента а растворе. Первое и второе стандартные состояния. Идеальные и реальные растворы. Активность и коэффициент активности. Методы определения коэффициента активности. Коллигативные свойства растворов. Повышение температуры кипения, понижение температуры замерзания, осмотическое давление, уравнение Вант-Гоффа. Методы определения молекулярной массы. Криоскопия, эбулиоскопия, осмометрия. Растворимость газов в жидкости, уравнение Генри. Давление насыщенного пара над раствором, закон Рауля для летучих и нелетучих смесей. Закон Рауля для реальных растворов. Положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля. Перегонка жидких летучих смесей. Первый и второй законы Коновалова. Перегонка. Ректификация
Тема №2		
Тема №3		
Тема №4		
Раздел VI	Электрохимия	
Тема №5	Термодинамика растворов электролитов. Электростатическая теория растворов сильных электролитов. Слабые электролиты, закон раз-ведения Оствальда. Электропроводность растворов электролитов. Кондуктометрия.	Термодинамика растворов электролитов. Средняя ионная активность и средний ионный коэффициент активности. Ионная сила раствора. Основные понятия электростатической теории растворов сильных электролитов Дебая-Хюккеля.. 1-е, 2-е и 3-е приближения. Электропроводность. Проводники 1-го и 2-го рода. Электропроводность растворов электролитов. Удельная и молярная электропроводности. Подвижность ионов в растворе. Понятие «бесконечное или предельное разведение». Закон Кольрауша. Зависимость электрической проводимости растворов электролитов от концентрации. Природа торможения
Тема №6		

Тема №7	Зависимость электрической проводимости растворов электролитов от концентрации. Природа торможения ионов, Подвижность и числа переноса ионов	ионов, электрофоретический и релаксационный эффекты. Уравнение Онзагера. Подвижность и числа переноса ионов. Коэффициент электрической проводимости. Кондуктометрия. Единая теория диссоциации электролитов. Ионогены и ионофоры. Правило Каблукова-Томпсона. Влияние электролитической диссоциации на коллигативные свойства растворов. Изотонический коэффициент.
Тема №8	Взаимные переходы химической и электрической энергии. Электродные потенциалы.	Взаимные переходы химической и электрической энергии. Электродвижущие силы и электродные потенциалы. Механизм возникновения и строение двойного электрического слоя.
Тема №9	Электроды и электрохимические элементы. Термодинамика гальванического элемента.	Электродные потенциалы. Уравнение Нернста для электродных потенциалов. Классификация электродов. Уравнение Нернста для электродных потенциалов. Классификация электродов. Потенциометрия. Вопросы, решаемые с использованием потенциометрии. Определение pH с использованием различных индикаторных электродов и электрода сравнения. Определение стандартных термодинамических функций с использованием потенциометрии.
Раздел VII Химическая кинетика		
Тема № 10	Химическая кинетика. Скорость химической реакции. Кинетическая кривая. Основной постулат химической кинетики.	Химическая кинетика. Формальная кинетика. Скорость, порядок и молекулярность химических реакций. Общий и частный порядок реакции. Основной постулат химической кинетики. Порядок и молекулярность реакции. Причины несовпадения молекулярности и порядка реакции.
Тема № 11	. Формальная кинетика. Скорость, порядок и молекулярность химических реакций. Анализ кинетических уравнений разных порядков.	Кинетические уравнения. Анализ кинетического уравнения реакции первого порядка. Кинетика элементарных реакций второго и третьего порядка. Способы определения порядка и константы скорости химической реакции. Период полупревращения. Формальная кинетика сложных гомогенных реакций.
Тема № 12	Формальная кинетика сложных гомогенных реакций. Цепные реакции. Кинетика, стадии. Фотохимические реакции. Горение и взрыв.	Типы сложных реакций. Двусторонние и параллельные и последовательные реакции. Сопряженные реакции. Автокаталитические реакции. Цепные реакции. Кинетика, стадии. Фотохимические реакции. Горение и взрыв. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Температурный коэффициент Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Потенциальный барьер. Энергия активации химической реакции. Экспериментальное определение энергии активации и предэкспоненциального множителя.
Тема № 13	Влияние температуры на скорость химических реакций. Анализ уравнения Аррениуса..	Теория активных столкновений. Физический смысл энергии активации и предэкспоненциального множителя.
Тема № 14.	Учение о механизме химических реакций. Теория активных столкновений. Теория активированного комплекса. Кинетика гетерогенных реакций.	Мономолекулярные реакции. Теория активированного комплекса. Путь реакции. Время жизни активированного комплекса. Энергетическая карта химической реакции. Реакции в растворах. Клеточный эффект. Влияние растворителя на скорость моно- и бимолекулярных химических реакций. Особенности реакций между ионами и молекулами. Кинетика гетерогенных процессов. Диффузия и коэффициент диффузии. 1 и 2 законы Фика. Соотношение диффузионных и кинетических факторов, определяющих

		скорость реакции. Стационарное состояние гетерогенных процессов. Влияние температуры и перемешивания. Способы определения лимитирующей стадии гетерогенной реакции.
Раздел VIII	Катализ	
Тема № 15	Каталитические реакции. Сущность каталитического действия. Катализ и химическое равновесие.	Каталитические реакции. Сущность каталитического действия. Катализ и химическое равновесие. Каталитическая активность. Катализаторы и ингибиторы. Гомогенный катализ. Энергия активации каталитической реакции. Вещества Аррениуса, их роль в катализе. Кинетика гомогенных каталитических реакций. Каталитические реакции. Сущность каталитического действия. Катализ и химическое равновесие. Гомогенный и гетерогенный катализ. Адсорбция и ее роль в гетерогенном катализе. Гетерогенный и металлокомплексный катализ. Теория механизма гетерогенных каталитических реакций. Мультиплетная теория Баландина, теория активных ансамблей Кобозева. Ферментативный катализ. Эффективность и специфичность ферментативного катализа. Комплементарность и сродство. Типы каталитических реакций. Имобилизованные ферменты.
Тема № 16.	Механизм каталитического действия. Энергия активации каталитической реакции. Вещества Аррениуса, их роль в катализе.	
Тема № 17	Ферментативный катализ. Эффективность и специфичность ферментативного катализа.	

3.7. Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию. Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

- подготовку к лекциям, практическим и лабораторным занятиям, экзамену;
- изучение учебных пособий;
- изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;
- подготовка к выполнению лабораторных работ и отчетов по ним;
- выполнение курсовой работы;
- подготовка к коллоквиуму, тесту;
- подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра;

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

- проведение индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам/разделам дисциплины;
- проведение консультаций перед экзаменом;

3.8. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

Реализация программы учебной дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий регламентируется действующими локальными актами университета.

Учебная деятельность частично проводится на онлайн-платформе за счет применения учебно-методических электронных образовательных ресурсов:

использование ЭО и ДОТ	использование ЭО и ДОТ	объем, час	включение в учебный процесс
обучение с веб-поддержкой	учебно-методические электронные образовательные ресурсы университета 1 категории	10	организация самостоятельной работы обучающихся
	учебно-методические электронные образовательные ресурсы университета 2 категории	12	в соответствии с расписанием текущей/промежуточной аттестации

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

4.1. Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенций.

Уровни сформированности компетенций	Итоговое количество баллов в 100-балльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Оценка в пятибалльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Показатели уровня сформированности		
			Универсальной компетенции	общепрофессиональных компетенций	профессиональной компетенции
				ОПК-2: ИД-ОПК-2.1 ИД-ОПК-2.2 ИД-ОПК-2.3 ОПК-5 ИД-ОПК-5.2	
высокий	85 – 100	отлично		Обучающийся: – исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет связывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения; – способен применять терминологический инструментарий в области физической химии для решения поставленной цели в своей предметной области. – имеет устойчивое представление и использует приложение законов термодинамики к химическим процессам, химическим и фазовым равновесиям, процессам в растворах и электрохимических системах. - рассматривает свойства химических соединений основываясь на современных представлениях о строении вещества, химической термодинамики и кинетике химических процессов. – использует основы методов физической химии как теоретического фундамента химической технологии.	

				– применяет методы, которые используются при проведении теоретических физико-химических расчетов. – свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе, критически и самостоятельно осуществляет анализ учебной, и справочной литературы по физической химии, используя возможности компьютерных технологий и глобальной сети Интернет; – дает развернутые, исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные.	
повышенный	65 – 84	хорошо		– Обучающийся: – достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия; – имеет навыки использования основ методов физической химии как теоретического фундамента химической технологии; – связывает химические, с химической природой, строением макромолекул, структурой и внешними параметрами; – способен описать свойства химических соединений основываясь на представлениях о строении вещества, химической термодинамики и кинетике химических процессов; – достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе по физической химии, используя возможности компьютерных технологий и глобальной сети Интернет; – ответ отражает знание теоретического и практического материала, не допуская существенных неточностей.	
базовый	41 – 64	удовлетворительно		Обучающийся: – демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП, называет основные термины и определения химии и физики высокомолекулярных соединений, знает их классификацию и номенклатуру, дает определения способам получения, агрегатным, физическим и фазовым состояниям химических соединений и термодинамическим систем;	

			– имеет навыки использования основ методов физической химии как теоретического фундамента химической технологии; – демонстрирует знания о свойства химических соединений основываясь на современных представлениях о строении вещества, химической термодинамики и кинетике химических процессов; – способен описать некоторые свойства химических соединений основываясь на основных представлениях о строении вещества, химической термодинамики и кинетике химических процессов; – имеет фрагментарные знания о свойства химических соединений основываясь на современных представлениях о строении вещества, химической термодинамики и кинетике химических процессов; – демонстрирует фрагментарные знания основной учебной литературы по дисциплине, способен найти нужную информацию, используя возможности компьютерных технологий и глобальной сети Интернет; – ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения.	
низкий	0 – 40	неудовлетворительно	Обучающийся: – демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации; – испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; – не способен описать свойства различных термодинамических систем не видит связи свойств материалов со структурой; – не способен использовать основы методов физической химии как теоретического фундамента химической технологии – способен найти нужную информацию только используя возможности компьютерных технологий и глобальной сети Интернет; – выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя;	

			– ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.
--	--	--	---

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Физическая химия» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей программы.

5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
Четвертый семестр		
1	Коллоквиум 1 Раздел I Элементы строения вещества	1. Водородные связи возникают между 1. двумя атомами водорода различных молекул; 2. только между молекулами воды; 3. между атомом водорода, ковалентно связанным с электроотрицательным атомом, и электроотрицательным атомом другой молекулы. 2. Единицей измерения дипольного момента химической связи и молекулы является 1. см^2; 2. дебай (Д); 3. $\text{см}^3/\text{мол}$ 3. В какой области спектра возникают переходы для растворов веществ, имеющих окраску 1. ультрафиолетовая область; 2. инфракрасная область; 3. видимый свет 4. Выберите соотношение между общей молярной поляризацией (P_M) и рефракцией (R_M) для веществ, молекулы которых неполярны 1. $P_M > R_M$ 2. $P_M = R_M$ 3. $R_M > P_M$

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		5. Минимум на кривой потенциальной энергии двухатомной молекулы (r_0) соответствует 1. равновесному расстоянию между молекулами; 2. равновесному расстоянию между ядрами атомов в невозбужденной молекуле; 3. энергии отталкивания между молекулами
2	Коллоквиум 2 Раздел II Химическая кинетика	6. Функция, изменение которой не зависит от пути процесса, а зависит от исходного и конечного состояния системы, называется 1. термодинамической функцией; 2. функцией системы; 3. функцией состояния. 7. Реакция является экзотермической при условиях 1. $Q_p > 0$; $\Delta H < 0$; 2. $Q_p < 0$; $\Delta H > 0$; 3. $Q_p > 0$; $\Delta H > 0$; 4. $Q_p < 0$; $\Delta H < 0$. 8. Выберите верное соотношение молярных энтропий трёх агрегатных состояний одного вещества; 1. $\Delta S_{\text{газ.}} < \Delta S_{\text{ж.}} < \Delta S_{\text{тв.}}$; 2. $\Delta S_{\text{газ.}} > \Delta S_{\text{ж.}} > \Delta S_{\text{тв.}}$; 3. $\Delta S_{\text{газ.}} = \Delta S_{\text{ж.}} = \Delta S_{\text{тв.}}$. 9. Понятие о термодинамических потенциалах вводится с целью 1. расчёта изменения энтропии в ходе процесса; 2. расчёта энергетического баланса системы; 3. решения вопроса о направлении процессов в неизолированных системах. 10. Критерием протекания самопроизвольного процесса при $T = \text{const}$ и $P = \text{const}$ является 1. энергия Гиббса G; 2. энергия Гельмгольца F; 3. энтропия S; 4. внутренняя энергия U.
3	Коллоквиум 3 Раздел III Химическое равновесие	11. Константа равновесия K_p реакции $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ через равновесные парциальные давления реагирующих веществ выражается

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		1. $K_p = P_{\text{SO}_3} / (P_{\text{SO}_2} \cdot P_{\text{O}_2})$ 2. $K_p = (P_{\text{SO}_2}^2 \cdot P_{\text{O}_2}) / P_{\text{SO}_3}^2$ 3. $K_p = P_{\text{SO}_3}^2 / (P_{\text{SO}_2}^2 \cdot P_{\text{O}_2})$. 12. При повышении температуры равновесие реакции $\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2 + 206,3 \text{ кДж/моль}$ 1. смещается в сторону прямой реакции; 2. смещается в сторону обратной реакции; 3. не изменяется. 13. Мерой стандартного сродства химической реакции при постоянных давлении (P) и температуре (T) является 1. убыль энергии Гиббса; 2. убыль энергии Гельмгольца; 3. убыль энтальпии. 14. Математическим соотношением между величинами K_p и K_c для химической реакции является 1. $K_p = (K_c)^2$; 2. $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$; 3. $K_p = 2K_c$.
4	Коллоквиум 4 Раздел IV Фазовое равновесие	15. Гетерогенной системой является 1. смесь газов; 2. ненасыщенный раствор двух солей; 3. насыщенный раствор соли в воде в равновесии с осадком. 16. Число термодинамических степеней свободы, соответствующих тройной точке воды, равно 1. 5; 2. 3; 3. 0 17. Конденсированными называются фазы: 1. Жидкая и твердая; 2. Две газообразные фазы; 3. Жидкая и газообразная фазы

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		18. Гомогенной системой является 1. смесь двух кристаллических веществ; 2. вода в равновесии с водяным паром; 3. раствор трех солей 19. Для определения верхней и нижней критических температур смешения ограниченно смешивающихся жидкостей используют 1. правило прямолинейного диаметра Алексеева; 2. уравнение Клаузиуса-Моссоти; 3. правило Вант-Гоффа
Пятый семестр		
5.	Коллоквиум №1 Раздел V Растворы	2.Функция концентрации, подстановка которой вместо концентрации в термодинамические уравнения для идеальных растворов делает эти уравнения применимыми для реальных, называется..... 1. фугитивность; 2. коэффициент фугитивности; 3. активность
6	Коллоквиум №2 Раздел VI Электрохимия	1. Зависит ли степень диссоциации слабого электролита от концентрации раствора? 1. зависит; 2. не зависит. 2.Функция концентрации, подстановка которой вместо концентрации в термодинамические уравнения для идеальных растворов делает эти уравнения применимыми для реальных, называется..... 1. фугитивность; 2. коэффициент фугитивности; 3. активность 2. Как соотносятся между собой температуры кипения растворов веществ ($T_{\text{кип. р-ра}}$) и чистых растворителей ($T_{\text{кип. р-ля}}$) 1. $T_{\text{кип. р-ра}} = T_{\text{кип. р-ля}}$; 2. $T_{\text{кип. р-ра}} > T_{\text{кип. р-ля}}$ 3. $T_{\text{кип. р-ля}} > T_{\text{кип. р-ра}}$ 4. Как соотносятся между собой температуры замерзания растворов веществ

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		(Тзам. р-ра) и чистых растворителей (Тзам. р-ля) 1. Тзам. р-ра=Тзам. р-ля; 2. Тзам. р-ра>Тзам. р-ля 3. Тзам. р-ля>Тзам. р-ра 5. Вещества, которые в растворе или расплаве диссоциируют с образованием ионов, называются 1. электролитами; 2. неэлектролитами; 3. независимыми компонентами 6. Ионная сила раствора электролита рассчитывается по формуле 1. $I=0,5 \cdot m \cdot z$ 2. $I=0,5 \cdot \sum(m \cdot z)^2$ 3. $I=0,5 \cdot \sum(m_i \cdot z_i^2)$ 7. Совокупность энергетических и структурных изменений, происходящих в растворе неэлектролита при взаимодействии частиц растворенного вещества с молекулами растворителя, называется 1. электролитической диссоциацией; 2. сольватацией; 3. гидролизом 8. Электродный потенциал является стандартным при 1. температуре 295К и активности компонентов, участвующих в электродной реакции, равной единице; 2. температуре 295К и давлении 1атм; 3. постоянных температуре и давлении. 9. К слабым электролитам при растворении в воде относится 1. C_2H_5COOH 2. HNO_3 3. K_2SO_4 10. Стандартный потенциал водородного электрода 1. принят за единицу; 2. принят равным нулю; 3. принимает разные значения в зависимости от парциального давления водорода. 11. Медный электрод (медная пластинка или стержень, погруженные в водный раствор $CuSO_4$) относится к электродам 1. первого рода;

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		2. мембранным; 3. газовым 12. Стекланный электрод является электродом 1. окислительно - восстановительным; 2. мембранным; 3. газовым 13. Электродом второго рода является 1. $H^+/H_2/Pt$; 2. $Cl^-/AgCl/Ag$; 3. $Fe^{2+}/Fe^{3+}/Pt$ 14. Уравнение Нернста позволяет рассчитывать 1. ЭДС гальванического элемента; 2. константу равновесия окислительно-восстановительной реакции; 3. оптическую плотность растворов окислителя и восстановителя
7	Коллоквиум 3 Раздел VII Химическая кинетика	15 Порядок реакции по веществу равен: 1. показателю степени при концентрации этого вещества в кинетическом уравнении реакции; 2. стехиометрическому коэффициенту перед формулой этого вещества в уравнении реакции; 3. молекулярности реакции. 16. Факторами, влияющими на константу скорости химической реакции являются 1. концентрация, температура, катализатор, механизм реакции; 2. температура, катализатор, механизм реакции; 3. концентрация, катализатор, механизм реакции. 17. Экспериментально энергию активации химической реакции определяют по тангенсу угла наклона прямой, выражающей 1. зависимость константы скорости реакции от температуры; 2. зависимость константы равновесия реакции от температуры; 3. зависимость логарифма константы скорости реакции от обратной температуры. 18. Энергию активации химической реакции определяют по уравнению 1. Гесса; 2. Клаузиуса-Клайперона; 3. Аррениуса;

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		4. Гиббса. 19. Ингибиторами называют вещества, которые приводят к 1. увеличению скорости химической реакции; 2. снижению скорости химической реакции; 3. увеличению константы равновесия обратимой химической реакции 20. Молекулярность химической реакции может принимать значения 1. дробные и целочисленные; 2. только дробные; 3. только целочисленные 21 Скорость химической реакции между веществами А и В с образованием продукта реакции С ($A+B=C$) рассчитывают по уравнению 1. $v = k \cdot [A] \cdot [B]$ 2. $v = 1/(k \cdot [A] \cdot [B])$ 3. $v = k \cdot [A] \cdot [B] \cdot [C]$
8	Коллоквиум 4 Раздел VIII Катализ	1. Катализаторы – это вещества, которые: 1. ускоряют химическую реакцию, но сами в ней не расходуются; 2. ускоряют химическую реакцию и расходуются в результате ее протекания; 3. замедляют химическую реакцию и сами в ней не расходуются; 4. замедляют химическую реакцию и расходуются при ее протекании. 2. Катализатор в случае обратимой реакции: 1. изменяет скорость только прямой реакции; 2. изменяет скорость только обратной реакции; 3. в одинаковой мере изменяет скорость как прямой, так и обратной реакции; 4. не влияет на скорость прямой и обратной реакции. 3. Скорость реакции в случае гомогенного катализа: 1. не зависит от концентрации катализатора; 2. уменьшается при повышении концентрации катализатора; 3. возрастает при повышении концентрации катализатора; 4. зависит от концентрации активных центров на поверхности катализатора. 4. Скорость реакции в случае гетерогенного катализа: 1. зависит от площади катализатора; 2. зависит от концентрации катализатора;

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		3. зависит от числа активных центров на поверхности катализатора; 4. зависит от цвета катализатора. 5. Каталитической не может быть реакция: 1. разложения; 2. соединения; 3. ионного обмена, протекающая в водном растворе между сильными электролитами; 4. окислительно–восстановительная.
9	Защита лабораторных работ	1. Цель работы. 2. Основные приборы и методика выполнения работы. 3. Формулы, используемые для расчета. 4. Вопрос по теоретическому материалу по выполненной работе. 5. Полученные зависимости и их графическое выражение.

5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

Наименование оценочного средства (контрольно- оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100- балльная система	Пятибалльная система
Подготовка конспектов лабораторных работ	Подготовка к работе выполнена полностью. Нет ошибок в логических рассуждениях. Возможно наличие одной неточности или описки, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала. Обучающийся демонстрирует грамотное решение всех задач, использование правильных методов решения при незначительных вычислительных погрешностях (арифметических ошибках); Обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении пройденных тем и применение их на практике.		5
	Подготовка к работе выполнена полностью, но обоснований шагов решения недостаточно. Допущена одна ошибка или два-три недочета. Продемонстрировано использование правильных методов при решении задач при наличии существенных ошибок в 1-2 из них;		4
	При подготовке допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов. Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют;		3

Наименование оценочного средства (контрольно- оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания		
		100- балльная система	Пятибалльная система	
	Подготовка к лабораторной работе выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки. Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы.		2	
	Работа не выполнена.			
Коллоквиум	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Обучающийся демонстрирует глубокие и прочные знания материала по заданным вопросам, исчерпывающе и последовательно, грамотно и логически стройно его излагает		5	
	Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос (вопросы), но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Обучающийся владеет знаниями только по основному материалу, но не знает отдельных деталей и особенностей, допускает неточности и испытывает затруднения с формулировкой определений.		4	
	Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы темы.		3	
	Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины.		2	
	Не принимал участия в коллоквиуме.		0	
Тестирование в ЭОС	За выполнение каждого тестового задания испытуемому выставаются баллы. Используется порядковая шкала оценивания. В заданиях с выбором нескольких верных ответов, заданиях на установление правильной последовательности, заданиях на установление соответствия, заданиях открытой формы используют порядковую шкалу. В этом случае баллы выставаются не за всё		5	85% - 100%
			4	65% - 84%
			3	41% - 64%

Наименование оценочного средства (контрольно- оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания		
		100- балльная система	Пятибалльная система	
	задание, а за тот или иной выбор в каждом задании, например, выбор варианта, выбор соответствия, выбор ранга, выбор дополнения. В соответствии с порядковой шкалой за каждое задание устанавливается максимальное количество баллов 1. 1 балл выставляются за все верные выборы в одном задании, ноль — за полностью неверный ответ. Правила оценки всего теста: общая сумма баллов за все правильные ответы составляет наивысший балл, 30 баллов. В спецификации указывается общий наивысший балл по тесту. Также устанавливается диапазон баллов, которые необходимо набрать для того, чтобы получить отличную, хорошую, удовлетворительную или неудовлетворительную оценки. «2» - равно или менее 40%; «3» - 41% - 64%; «4» - 65% - 84%; «5» - 85% - 100%		2	40% и менее 40%
Тестирование.	За выполнение каждого тестового задания испытуемому выставляются баллы. Используется порядковая шкала оценивания. В соответствии с порядковой шкалой за каждое задание устанавливается максимальное количество баллов 1. 1 балл выставляются за все верные выборы в одном задании, ноль — за полностью неверный ответ. Правила оценки всего теста: общая сумма баллов за все правильные ответы составляет наивысший балл, 10 баллов. В спецификации указывается общий наивысший балл по тесту. Также устанавливается диапазон баллов, которые необходимо набрать для того, чтобы получить отличную, хорошую, удовлетворительную или неудовлетворительную оценки. «2» - менее 50%; «3» - 51% - 65%; «4» - 66% - 84%; «5» - 85% - 100%		5	90% - 100%
			4	50% - 69%
			3	69% - 89%
			2	менее 50%
Собеседование Защита лабораторных работ	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы). Обучающийся твердо знает материал по заданным вопросам, грамотно и последовательно его излагает, возможны несущественные неточности в определениях, допускаются небольшие ошибки.	-	5- 3	зачтено
	Дан неверный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы темы.	-	2	не зачтено

5.3. Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
Экзамен Семестр 4 : в устной форме по билетам	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 по дисциплине “Физическая химия” 1. Предмет физической химии. Цель, задачи, структура курса. Методы теоретического обобщения. 2. Гомогенные и гетерогенные системы. Фазы и фазовые равновесия. Условия фазового равновесия в гетерогенных системах. 3. Задача. Рассчитать $\Delta_r G_T$ при $T=400\text{K}$ для реакции $1/2 \text{N}_{2(\text{г})} + 3/2 \text{H}_{2(\text{г})} = \text{NH}_{3(\text{г})}$ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2 по дисциплине “Физическая химия” 1. Энергия химической связи, длина химической связи. Кривая изменения потенциальной энергии молекулы. 2. Условие и критерии химического равновесия. Анализ изменения ΔG в ходе химической реакции. 3. Задача. Рассчитать $\Delta_r G_T$ при $T=700\text{K}$ для реакции $\text{C}_{\text{г}} + 2\text{H}_{2(\text{г})} = \text{CH}_{4(\text{г})}$ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3 по дисциплине “Физическая химия” 1. Современная теория строения атомов. Принцип неопределенности Гейнсберга, Электронное облако вероятности. 2. Фазовые равновесия. Основные понятия и определения. Правило фаз Гиббса 3. Задача. Для реакции $2\text{CO} + \text{SO}_2 = \frac{1}{2} \text{S}_{2(\text{газ})} + 2\text{CO}_2$ константа равновесия $K_p = 10^{-10}$. Определить направление реакции при $T=700\text{K}$ и следующих парциальных давлениях компонентов, Н/м²: $P_{\text{CO}} = 10^6$, $P_{\text{SO}_2} = 4 \cdot 10^6$, $P_{\text{S}_{2(\text{газ})}} = 10^4$, $P_{\text{CO}_2} = 2 \cdot 10^3$. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4 по дисциплине “Физическая химия” 1. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнения изохоры и изобары Вант-Гоффа. 2. Фазовые равновесия и фазовые переходы в однокомпонентных системах. Фазовые переходы первого и второго рода. 3. Задача. Рассчитайте значения опытной и теоретических молекулярных рефракций, молярную поляризацию. Установить структурную формулу соединения $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$. $\rho = 0,917 \text{ г/см}^3$, $n_D = 1,3598$ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5 по дисциплине “Физическая химия” 1. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Зависимость температуры плавления от давления. 2. Связь между K_p и K_c. Методы расчета константы равновесия.

	3. Задача. Рассчитайте ΔG° при 25 °C для химической реакции: $4\text{HCl}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{Cl}_{2(\text{г})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$. Стандартные значения энтальпии образования и абсолютной энтропии при 25 °C равны: $\Delta_f H^\circ(\text{HCl}) = -22.1$ ккал/моль, $\Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}) = -68.3$ ккал/моль; $S^\circ(\text{HCl}) = 44.6$ кал/(моль · K), $S^\circ(\text{O}_2) = 49.0$ кал/(моль · K), $S^\circ(\text{Cl}_2) = 53.3$ кал/(моль · K), $S^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}) = 16.7$ кал/(моль · K).
Экзамен Семестр 5 : в устной форме по билетам	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 по дисциплине “Физическая химия” 1. Слабые электролиты. Степень диссоциации и константа диссоциации. Закон разведения Оствальда. 2. Катализ. Классификация. Общие особенности. 3. Используя справочные данные, рассчитать удельную электропроводность и pH 0,2М раствора бензойной кислоты при 298К. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2 по дисциплине “Физическая химия” 1. Термодинамика растворов электролитов. Средняя ионная активность и средний ионный коэффициент активности. Первое и второе стандартные состояния. Ионная сила раствора 2. Общий и частный порядок реакции. Основной постулат химической кинетики. Кинетический закон действующих масс. 3. Используя справочные данные, рассчитать удельную электропроводность и pH 0,2М раствора муравьиной кислоты при 298К. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3 по дисциплине “Физическая химия” 1. Основные понятия электростатической теории растворов сильных электролитов Дебая-Хюккеля.. 1-е, 2-е и 3-е приближения. 2. Порядок и молекулярность реакции. Причины несовпадения молекулярности и порядка реакции. 3. Используя справочные данные, рассчитать удельную электропроводность и pH 0,1М раствора пропионовой кислоты при 298К. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4 по дисциплине “Физическая химия” 1. Классификация обратимых электродов. Электроды первого и второго рода. Каломельный и хлорсеребряный электроды. 2. Теория активных столкновений. Физический смысл и экспериментальное определение энергии активации и предэкспоненциального множителя. 3. Омыление уксусноэтилового эфира едким натром при 282,6К в течение 10 мин протекает на 20%, а при 320К в течение 15 мин – на 30%. Вычислите константу скорости и энергию активации реакции. Порядок реакции соответствует молекулярности. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5 по дисциплине “Физическая химия” 1. Коллигативные свойства растворов. Повышение температуры кипения, понижение температуры замерзания, осмотическое давление, уравнение Вант-Гоффа.

	2. Теория активированного комплекса. Путь реакции. Время жизни активированного комплекса. Энергетическая карта химической реакции.. 3. Используя справочные данные, рассчитать удельную электропроводность и pH 0,2М раствора бензойной кислоты при 298К.
--	--

5.4. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины:

Форма промежуточной аттестации Наименование оценочного средства	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Экзамен в устной форме по билетам	Обучающийся: – демонстрирует знания, отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; – свободно владеет научными понятиями, ведет диалог и вступает в научную дискуссию; – способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, научных школ, направлений по вопросу билета; – логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; – свободно выполняет практические задания повышенной сложности, предусмотренные программой, демонстрирует системную работу с основной и дополнительной литературой. Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики. Теоретическое содержание курса освоено полностью, компетенции сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены	-	5
	Обучающийся: – показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу; – недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета; – недостаточно логично построено изложение вопроса; – успешно выполняет предусмотренные в программе практические задания средней сложности, активно работает с основной литературой,	-	4

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	– демонстрирует, в целом, системный подход к решению практических задач, к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание курса освоено полностью, компетенции сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями		
	Обучающийся: – показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки; – не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала, представления о межпредметных связях слабые; – справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допускает погрешности и ошибки при теоретических ответах и в ходе практической работы. Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер. Неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно. Теоретическое содержание курса освоено частично, компетенции сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки	-	3
	Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов. Теоретическое содержание курса не освоено, компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые	-	2

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий		

5.5. Примерные темы курсовой работы:

Рассчитать теплоемкости газообразных соединений и термодинамические параметры ΔH , ΔS , ΔG и константу равновесия K_p заданной химической реакции при трех температурах и определенном давлении.

№ пп	Реакция	В-во, для расчёта C_p по квантовым формулам	Температура, К			Давление, Н/м ² или атм.
			T ₁	T ₂	T ₃	
1	2	3	4	5	6	7
1.	$N_2 + 3H_2 = 2NH_3$	N_2, H_2	298	500	700	$1,0133 \cdot 10^5$
1.1.	– " –	NH_3	298	500	700	$1,0133 \cdot 10^5$
1.2.	– " –	NH_3	298	800	1200	1 атм
1.3.	$1/2N_2 + 3/2H_2 = NH_3$	N_2, H_2	298	800	1200	$1,0133 \cdot 10^5$
2.	$NH_3 + 2O_2 = HNO_3 + H_2O$	O_2, H_2O	298	700	1000	$1,0133 \cdot 10^5$
2.1.	– " –	O_2, H_2O	298	600	900	1 атм
3.	$NH_3 + 5/4O_2 = NO + 3/2H_2O$	O	298	700	1000	$1,0133 \cdot 10^5$
3.1.	– " –	NH_3, O_2	298	700	1000	$1,0133 \cdot 10^5$
4.	$NH_3 + 3/4O_2 = 1/2N_2 + 3/2H_2O$	O_2, N_2	298	600	900	$1,0133 \cdot 10^5$
4.1.	– " –	N_2, O_2	300	800	1200	1 атм

5.	$\text{NH}_3 + \text{O}_2 = 1/2\text{N}_2 + 3/2\text{H}_2\text{O}$	N_2O	298	600	900	$1,0133 \cdot 10^5$
5.1.	– " –	N_2O	298	500	1000	$1,0133 \cdot 10^5$
6.	$4\text{NH}_4 + \text{O}_2 = 4\text{NO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	NO_2	298	500	1000	$1,0133 \cdot 10^5$
7.	$\text{N}_2 + 1/2\text{O}_2 = \text{N}_2\text{O}$	N_2O	298	400	800	1 aTM
7.1.	$\text{N}_2\text{O} = \text{N}_2 + 1/2\text{O}_2$	N_2O	300	650	1000	1 aTM
8.	$\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$	NO	298	600	1000	$1,0133 \cdot 10^5$
8.1.	$1/2\text{N}_2 + 1/2\text{O}_2 = \text{NO}$	N_2, O_2	298	700	1500	$1,0133 \cdot 10^5$
8.2.	$\text{NO} = 1/2\text{N}_2 + 1/2\text{O}_2$	NO	400	800	1500	$1,0133 \cdot 10^5$
8.3.	$2\text{NO} = \text{N}_2 + \text{O}_2$	NO	298	500	700	$1,0133 \cdot 10^5$
9.	$\text{NO} + 1/2\text{O}_2 = \text{NO}_2$	NO_2	298	400	500	1 aTM
9.1.	– " –	NO_2	298	600	900	$1,0133 \cdot 10^5$
9.2.	– " –	NO_2	300	700	1100	$1,0133 \cdot 10^5$
10.	$\text{NO}_2 = \text{NO} + 1/2\text{O}_2$	O_2, NO	298	500	800	$1,0133 \cdot 10^5$
10.1.	– " –	NO_2, O_2	300	600	1200	$1,0133 \cdot 10^5$
11.	$\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$	H_2	298	600	800	1 aTM
12.	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$	H_2O	298	600	900	$1,0133 \cdot 10^5$
12.1.	– " –	H_2O	300	400	500	$1,0133 \cdot 10^5$
12.2.	$\text{H}_2 + 1/2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$	O_2, H_2	298	550	750	1 aTM
12.3.	$\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + 1/2\text{O}_2$	H_2O	300	650	1000	1 aTM
13.	$\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$	CO	300	650	1000	$1,0133 \cdot 10^5$
14.	$2\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{CO}_2$	CH_4	300	750	1100	$1,0133 \cdot 10^5$
15.	$\text{CO} + \text{CH}_3\text{OH} = \text{HCOOCH}_3$	CO	298	750	1150	$1,0133 \cdot 10^5$
16.	$\text{CO} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{OH} + 2\text{CO}_2$	CH_3OH	298	500	700	$1,0133 \cdot 10^5$
16.1.	$\text{CO} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{OH} + 2\text{CO}_2$	CO_2	298	500	700	$1,0133 \cdot 10^5$
17.	$\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$	CO_2	298	600	900	1 aTM
18.	$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	CH_4	298	750	1500	$1,0133 \cdot 10^5$
19.	$\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$	CH_3OH	298	600	900	$1,0133 \cdot 10^5$

20.	$\text{H}_2 + \text{CH}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{OH}$	CH_3OH	300	800	1200	$1,0133 \cdot 10^5$
21.	$\text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH}$	H_2	300	650	950	1 атм
22.	$\text{CO} + \text{H}_2 = \text{CH}_2\text{O}$	CO, H_2	300	650	950	1 атм
23.	$\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2, \text{H}_2\text{O}$	300	450	600	1 атм
23.1	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$	$\text{H}_2, \text{H}_2\text{O}$	298	600	1100	1 атм
24.	$\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$	CH_4	298	600	1100	$1,0133 \cdot 10^5$
24.1.	– " –	CH_4	300	800	1200	$1,0133 \cdot 10^5$
24.2.	– " –	CH_4	350	950	1350	1 атм
24.3.	$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 3\text{H}_2$	$\text{H}_2\text{O}, \text{CO}$	300	550	800	$1,0133 \cdot 10^5$
25.	$\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH}$	CO, H_2	300	650	100	$1,0133 \cdot 10^5$
25.1.	$\text{CH}_3\text{OH} = \text{CO} + 2\text{H}_2$	CO, H_2	450	750	1050	$1,0133 \cdot 10^5$
26.	$3\text{CO} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{OH} + 2\text{CO}_2$	CO, CO_2	300	900	1500	$1,0133 \cdot 10^5$
27.	$2\text{O}_2\text{Cl} = 2\text{O}_2 + \text{Cl}_2$	O_2	300	500	700	$1,0133 \cdot 10^5$
28.	$\text{O}_2 + 2\text{Cl}_2 = 2\text{OCl}_2$	O_2	298	600	800	1 атм
29.	$\text{O}_2 + 1/2\text{O}_2 = \text{O}_3$	O_2	550	750	950	$1,0133 \cdot 10^5$
30.	$\text{CH}_3\text{Cl} + 2\text{Cl}_2 = \text{CHCl}_3 + 2\text{HCl}$	CHCl_3	298	500	700	1 атм

5.6. Критерии, шкалы оценивания курсовой работы/курсового проекта;

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Защита курсовой работы	Обучающийся: – свободно выполняет практические задания повышенной сложности, предусмотренные программой,	-	5

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	демонстрирует системную работу с основной и дополнительной литературой. Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены		
	Обучающийся: – успешно выполняет предусмотренные в программе практические задания средней сложности, активно работает с основной литературой, – демонстрирует, в целом, системный подход к решению практических задач, к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями	-	4
	Обучающийся: – справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допускает погрешности и ошибки при теоретических ответах и в ходе практической работы. Большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки	-	3
	Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов. Большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки	-	2

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- проблемная лекция;
- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
- дистанционные образовательные технологии;
- применение электронного обучения;
- использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий;
- самостоятельная работа в системе компьютерного тестирования;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа);

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий, лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов лабораторных работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Проводятся отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, которая необходима для последующего выполнения практической работы

8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить

достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, д.2, строение 4.	
Аудитория №2332 - лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	– Комплект учебной мебели, специализированное оборудование: калориметры, спектрофотометры, кондуктометры, перегонная установка, термошкафы, водяная баня, термостат, хроматограф, аналитические весы, химическая посуда установки для титрования, сокслеты, РН- метр.
Аудитория №4220 - лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	- Комплект учебной мебели, доска меловая, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: ноутбук, проектор, экран для проектора
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся
читальный зал библиотеки: помещение для самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской, подготовки курсовых и выпускных квалификационных работ.	• Стеллажи для книг, • комплект учебной мебели, • 1 рабочее место сотрудника и – рабочие места для студентов, оснащенные персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную ин-формационно-образовательную среду организации.

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины при обучении с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Необходимое оборудование	Параметры	Технические требования
Персональный компьютер/ноутбук/планшет, камера, микрофон, динамики, доступ в сеть Интернет	Веб-браузер	Версия программного обеспечения не ниже: Chrome 72, Opera 59, Firefox 66, Edge 79, Яндекс.Браузер 19.3
	Операционная система	Версия программного обеспечения не ниже: Windows 7, macOS 10.12 «Sierra», Linux
	Веб-камера	640x480, 15 кадров/с
	Микрофон	любой
	Динамики (колонки или наушники)	любые
	Сеть (интернет)	Постоянная скорость не менее 192 кБит/с

Технологическое обеспечение реализации программы осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса (заполняется для изданий в электронном виде)	Количество экземпляров в библиотеке Университета
1	2	3	4	5	6	7	8
9.1 Основная литература, в том числе электронные издания							
1	А.Г.Стромберг, Д.П.Сенченко.	Физическая химия	Учебник	М., Высшая школа	2009		200
2	Голиков Г.А.	Руководство по физической химии	Учебник	М., Высшая школа	1988		150
3	Под ред. Равделя А.М., Пономаревой А.М.	Краткий справочник физико-химических величин	Справочник	Л., Химия	1983		150
	Н. Р. Кильдеева, Н. Н. Гридина	Физическая химия. Лабораторный практикум. Ч. 1 .	учебно-методическое пособие	- М. : РГУ им. А. Н. Косыгина	2019		20
4.	Н. Р. Кильдеева, Н. Н. Гридина	Физическая химия. Лабораторный практикум. Ч. 2 .	учебно-методическое пособие	М. : РГУ им. А. Н. Косыгина	2019.		20
5.	Н. С. Кудряшова, Л. Г. Бондарева	Физическая химия Серия: Бакалавр. Базовый курс	Учебник	Издательство: Юрайт-Издат	2012 г.	https://biblioteka-online.ru/viewer/fizicheskaya-i-kolloidnaya-himiya-431892#page/1	
6	Гридина Н.Н., Новиков А.В., Баранов О.В. -	Физико-химические методы анализа. Часть	Учебное пособие	М.:МГУДТ	2015	Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/795766	

1	Золина Л. И., Полухина Л. М., Ракитянский В. И	Золина, Л. И. Практикум по физической и коллоидной химии. Химия 3	методическое пособие для выполнения лабораторны х работ	ИИЦ МГУДТ	2007	Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/462163	
	Ракитянский В. И., Полухина Л. М., Серенко О. А., Золина Л. И., Евсюкова Н. В.	Практический курс физической химии в вопросах и ответах	Учебное пособие	М. : РИО МГУДТ	2011	Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/462157	
	Волков В.А	Физическая химия. Раздел "Кинетика химических реакций"	Методически е указания к выполнению лабораторног о практикума	М.:МГУДТ	2015	Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/795764	
	Кильдеева Н.Р	Химическая кинетика и катализ:	Методически е указания / . -	М.:МГУДТ, 2015	2015	Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/795768	

11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

11.1. Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	ЭБС «Лань» http://www.e.lanbook.com/
2.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» http://znanium.com/
3.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/
4.	ЭБС «ИВИС» http://dlib.eastview.com/
	Профессиональные базы данных, информационные справочные системы
1.	Scopus https://www.scopus.com (международная универсальная реферативная база данных, индексирующая более 21 тыс. наименований научно-технических, гуманитарных и медицинских журналов, материалов конференций примерно 5000 международных издательств);
2.	Scopus http://www.Scopus.com/
3.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU https://elibrary.ru (крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования);
4.	Web of Science http://webofknowledge.com/ Русскоязычный сайт компании Thomson Reuters http://wokinfo.com/russian
5.	Журнал «Пластикс» http://www.plastics.ru
6.	Журнал «Международные новости мира пластмасс» http://www.plasticnews.ru
7.	База данных в мире Academic Search Complete - обширная полнотекстовая научно-исследовательская. Содержит полные тексты тысяч рецензируемых научных журналов по химии, машиностроению, физике, биологии. http://search.ebscohost.com
8.	Журнал «Химические волокна»: http://www.magpack.ru
9.	Патентная база компании QUESTEL – ORBIT https://www37.orbit.com/#PatentEasySearchPage

Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/ Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт 85-ЭА-44-20 от 28.12.2020
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	Office Pro Plus 2021 Russian OLV NL Acad AP LTSC	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
4.	Microsoft Windows 11 Pro	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
5.		...

ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ

В рабочую программу учебной дисциплины/модуля внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

№ пп	год обновления РПД	характер изменений/обновлений с указанием раздела	номер протокола и дата заседания кафедры
1	2025	Изменена общая трудоёмкость дисциплины	№ 8 от 28.03.2025 г.