

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.О.22**  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Физическая и коллоидная химия**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
**18.03.01 Химическая технология**

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВО)

**Химическая технология органических и неорганических веществ**

(направленность (профиль) / специализация)

Форма обучения: очная

Год набора: 2022

Общая трудоемкость: 14 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	5	6	7	Итого
Форма контроля	Экзамен	Зачет	Зачет	
Вид занятий				
Лекции	32	32	16	80
Лабораторные	32	32	24	88
Практические				
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР				
Промежуточная аттестация	0,35	0,25	0,25	0,85
Контактная работа	64,35	64,25	40,25	168,85
Самостоятельная работа	116	115,75	67,75	299,5
Контроль	35,65			35,65
<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>180</b>	<b>108</b>	<b>504</b>

Тольятти 2021

Рабочую программу составил:

проф, проф., д.х.н. Остапенко Г.И.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

---

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2026 г.**

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой Химическая технология и ресурсосбережение

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

(подпись)

М.В. Кравцова

(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДЕНО

На заседании Центра медицинской химии (протокол заседания № 2  
от «27» августа 2021 г.).

### 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов профессиональных знаний для объяснения основных закономерностей, определяющих направленность химических процессов, скорость их протекания, влияние на них среды, примесей и внешних физических воздействий, условия получения максимального выхода необходимых продуктов.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Высшая математика; Физика; Общая и неорганическая химия; Органическая химия; Аналитическая химия и физико-химические методы анализа.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Общая химическая технология; Химия и технология органических веществ; Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии; Химия и физика высокомолекулярных соединений; Химия и технология неорганических веществ.

### 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.3. Знает основы физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии.	Знать: основы физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии.
		Уметь: использовать основы физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии.
		Владеть: методами физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии.
	ОПК-1.4. Знает основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем.	Знать: основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем.
		Уметь: использовать основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем.
		Владеть: методами использования основных понятий и соотношений термодинамики поверхностных явлений, основных свойств дисперсных систем.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
<b>5 семестр. Физическая химия-1: Химическая термодинамика, Растворы</b>							
Модуль 1. Термодинамика	Лек1	<i>Основные положения химической термодинамики. Химическая термодинамика и ее отличия от общей и технической термодинамики. Термодинамическая система и ее параметры. Термодинамические процессы. Работа в изотермическом процессе, равновесные (обратимые) и неравновесные (необратимые) процессы. Теплота и работа. Внутренняя энергия и энтальпия.</i>	5	2	—	—	
	Лаб1	Вводное занятие: Методы обработки экспериментальных результатов.	5	2	—	—	
	Лек2	<i>Первое начало термодинамики. Основные понятия и формулировки, первое начало термодинамики для процессов в идеальном газе. Теплоемкость.</i>	5	2	—	—	Отчет по расчетной работе №1
	Лаб2,3	Выполнение лабораторной работы: Распределение вещества между двумя несмешивающимися растворите-	5	4	5	—	

		лями					
	Лек3	<i>Термохимия, тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Определение тепловых эффектов по теплоте образования и теплоте сгорания. Зависимость теплового эффекта от температуры, закон Кирхгофа.</i>	5	2	—	—	
	Лек4	<i>Второе начало термодинамики. Критерии самопроизвольности процессов в изолированных системах, энтропия как основной из них. Второе начало термодинамики для обратимых и необратимых процессов.</i>	5	2	—	—	
	Лаб4	Защита лабораторной работы: Распределение вещества между двумя несмешивающимися растворителями	5	2	10	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек5	Статистический смысл понятия энтропии, термодинамическая вероятность и формула Больцмана. Третье начало термодинамики, постулат Планка. Расчет энтропии.	5	2	—	—	
	Лек6	<i>Процессы в неизолированных системах. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Критерии равновесных и самопроизвольных процессов. Максимальная работа в</i>	5	2	—	—	

		изохорно-изотермическом и изобарно-изотермическом процессах.					
	Лаб5,6	Выполнение лабораторной работы: Изучение растворимости в трехкомпонентной системе	5	4	5	—	
	Лек7	Характеристические функции и термодинамические потенциалы. Зависимость энергий Гиббса и Гельмгольца от температуры, уравнения Гиббса – Гельмгольца.	5	2	—	—	
	Лек8	<i>Химическое равновесие</i> Химический потенциал идеального газа. Химический потенциал реального газа, фугитивность. Активность и коэффициент активности. Константа равновесия химической реакции. Изотерма химической реакции. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Смещение химического равновесия и принцип Ле Шателье – Брауна.	5	2	—	—	Отчет по расчетной работе №3
	Лаб7	Защита лабораторной работы: Изучение растворимости в трехкомпонентной системе	5	2	10	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек9	<i>Основы статистической термодинамики.</i> Элементы	5	2	—	—	

		статистической термодинамики. Сумма по состояниям. Зависимость термодинамических функций от суммы по состояниям.					
	Лек10	<i>Фазовое равновесие.</i> Основные понятия и определения, условия равновесия компонента в двух фазах гетерогенной системы. Основной закон фазового равновесия, правило фаз Гиббса. Тепловые эффекты фазовых переходов, уравнение Клаузиуса – Клапейрона. Диаграмма состояния гетерогенной однокомпонентной системы, диаграмма состояния воды.	5	2	—	—	
	Лаб8,9	Выполнение лабораторной работы: Определение парциальных молярных объемов	5	4	5	—	
	Лаб10	Защита результатов лабораторной работы: Определение парциальных молярных объемов	5	2	10	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек11	<i>Диаграммы состояния двухкомпонентных систем.</i> Физико – химический и термический анализы. Системы с эвтектикой. Системы с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися химическими соединениями, правило рычага. Системы с твердыми	5	2	—	—	

		растворами с неограниченной растворимостью. Системы с ограниченной растворимостью в жидкой фазе.					
	Лаб11	Выполнение лабораторной работы: Определение давления насыщенного пара жидкости	5	2	5	—	
	Лек12	<i>Диаграммы состояния трехкомпонентных систем.</i> Графическое изображение состава трехкомпонентной системы. Трехкомпонентные жидкие системы. Системы с тройной эвтектикой.	5	2	—	—	
	Лаб12	Защита результатов лабораторной работы: Определение давления насыщенного пара жидкости	5	2	10	—	Отчет по лабораторной работе
Модуль 2. <b>Растворы</b>	Лек13	<i>Общие закономерности.</i> Основные понятия и определения. Выражения концентрации растворов. Идеальные, предельно разбавленные и неидеальные растворы. Парциальные молярные величины. Нахождение парциальных молярных величин. Описание свойств неидеальных растворов. Уравнение Гиббса – Дюгема.	5	2	—	—	Отчет по расчетной работе №2
	Лаб13	Выполнение лабораторной работы: Определение тепло-	5	2	5	—	



		ты растворения солей					
	Лек14	<i>Давление паров компонентов над раствором. Давление паров над идеальным раствором, закон Рауля. Давление паров над предельно разбавленным раствором, закон Генри. Давление паров над неидеальным раствором.</i>	6	2	—	—	
	Лаб14	Защита результатов лабораторной работы: Определение теплоты растворения солей	5	2	10	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек15	<i>Химическое равновесие в растворах. Растворимость твердых веществ. Равновесие расплава с твердым веществом. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов. Осмос и осмотическое давление. Закон распределения Нернста. Экстракция. Перегонка с водяным паром.</i>	5	2	—	—	
	Лаб15	Выполнение лабораторной работы: Исследование равновесия двухкомпонентный жидкий раствор – пар.	5	2	5	—	
	Лаб16	Защита лабораторной работы: Исследование равновесия двухкомпонентный жидкий раствор – пар.	5	2	10	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек16	<i>Термодинамика жидких ле-</i>	5	2	—	—	

		<i>тучих смесей. Общее давление пара над летучей смесью. Законы Гиббса – Коновалова. Общее давление пара над идеальной и неидеальной летучей смесью. Разделение жидких летучих смесей. Диаграммы состояния летучих смесей. Испарение жидких летучих смесей. Дробная перегонка смеси без азеотропа и с азеотропом. Ректификация.</i>					
<b>Итого контактной работы:</b>			5	64	90	–	
Промежуточная аттестация по курсу Физическая химия 1	Самостоятельная работа (СР)	Подготовка к тестированию (зачету)	5	35,65	–	–	Вопросы к промежуточной аттестации (семестр 5)
	Промежуточная аттестация (ПА)	Промежуточная аттестация (экзамен)	5	0,35	–	–	Тестовые задания
	Посещаемость		5	–	10	–	–
	Итоговый тест по курсу через ЦТ (ТИ)	Итоговое тестирование	5	-	100	–	БТЗ к курсу Физическая химия 1

**Схема расчета итогового балла «(Сумма)/2»** - сумма баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе.

<b>Семестр 6. Физическая химия-2: Химическая кинетика, Электрохимия</b>							
Модуль 3. Химическая кинетика	Лек1	<i>Основные понятия химической кинетики. Предмет изучения химической кинетики. Скорость химических реакций. Молекулярность химических реакций. Закон</i>	6	2	–	–	

		действующих масс. Порядок химической реакции.					
	Лек2	<i>Формальная кинетика.</i> Кинетические уравнения реакций первого, второго и третьего порядка. Экспериментальное определение порядка реакций: графический метод, по времени полупревращения и по методу избытка реагента.	6	2	—	—	
	Лаб1,2	Выполнение лабораторной работы: Определение порядка реакции окисления иодид-ионов ионами трехвалентного железа	6	4	5	—	
	Лек3	<i>Теоретические представления химической кинетики.</i> Элементарный акт реакции и энергия активации. Активированный комплекс. Основы теории активированного комплекса. Стерический или пространственный фактор.	6	2	—	—	
	Лаб3	Защита лабораторной работы: Определение порядка реакции окисления иодид-ионов ионами трехвалентного железа	6	2	10	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек4	<i>Кинетика сложных химических реакций.</i> Обратимые, последовательные, параллельные и сопряженные ре-	6	2	—	—	

		акции. Цепные реакции. Кинетика цепных реакций. Термические химические реакции. Фотохимические реакции. Кинетика гетерогенных процессов. Кинетика топохимических реакций.					
	Лек5	<i>Катализ.</i> Катализаторы и каталитические реакции, общие понятия. Виды катализа: _кисотно-основный, окислительно-восстановительный и ферментативный катализ. Механизм каталитических реакций: степень компенсации, слитный и стадийный механизм. Скорость каталитических реакций, активность катализатора, скорость ферментативных каталитических реакций. Кислотно-основный катализ и его скорость.	6	2	—	—	
	Лаб4,5	Выполнение лабораторной работы: Исследование кинетики термического разложения перманганата калия.	6	4	5	—	
	Лек6	<i>Гетерогенный катализ.</i> Гетерогенные катализаторы, стадии гетерогенного катализа. Физическая и химическая адсорбция. Изотермы адсорбции, изотерма Генри	6	2	—	—	

		и Ленгмюра. Основы теории гетерогенного катализа, теории геометрического и энергетического соответствия, активных ансамблей и электронная теория.					
	Лаб6	Защита лабораторной работы: Исследование кинетики термического разложения перманганата калия.	6	2	10	—	Отчет по лабораторной работе
Модуль 4. Электрохимия	Лек7	<i>Термодинамика растворов электролитов. Электролитическая диссоциация, сольватация и гидратация ионов. Сильные и слабые электролиты, свойства растворов слабых электролитов, константа и степень диссоциации.</i>	6	2	—	—	
	Лек8	Изотонический коэффициент и коллективные свойства растворов. Средняя активность и ионная сила электролитов. Основы электростатической теории растворов сильных электролитов.	6	2	—	—	
	Лаб7	Выполнение лабораторной работы: Изучение скорости реакции разложения мочевины в водных растворах методом электропроводности.	6	4	5	—	
	Лек9	<i>Неравновесные явления в электролитах, электропро-</i>	6	2	—	—	

		<i>водность растворов электролитов. Удельная и молярная электропроводность, подвижность ионов. Зависимость электропроводности от концентрации, основы теории электропроводности Онсагера.</i>					
	Лаб8	Защита лабораторной работы: Изучение скорости реакции разложения мочевины в водных растворах методом электропроводности.	6	2	10	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек10	Электропроводность растворов с ионами гидроксония и гидроксида, электропроводность неводных, расплавленных и твердых электролитов. Числа переноса, законы Фарадея. Кондуктометрия.	6	2			
	Лаб9	Выполнение лабораторной работы: Определение электрохимического эквивалента меди	6	4	5	—	
	Лек11	<i>Равновесные электродные процессы.</i> Основные понятия: электрохимические системы, электродные полуреакции, обратимые и необратимые электроды, запись электродов и систем. Э.д.с. электрохимической систе-	6	2	—	—	

		мы, электродный потенциал.					
	Лаб10	Защита лабораторной работы: Определение электрохимического эквивалента меди	6	2	10	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек12	Возникновение скачка потенциала на границе раствор – металл и раствор – раствор. Двойной электрический слой на границе металл – раствор. Термодинамика обратимых электрохимических систем, уравнение Нернста.	6	2	—	—	
	Лаб11	Выполнение лабораторной работы: Исследование электропроводности растворов электролитов.	6	2	5	—	
	Лек13	Классификация обратимых электродов, электроды первого и второго рода, газовые электроды. Окислительно – восстановительные и ионообменные электроды. Потенциометрия.	6	2	—	—	
	Лаб12	Защита лабораторной работы: Исследование электропроводности растворов электролитов.	6	2	10	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек14	Электрохимические цепи. Устойчивость водных электрохимических цепей, диаграмма Пурбе	6	2	—	—	
	Лаб13	Выполнение лабораторной	6	2	5	—	

		работы: Поляризация при катодном выделении меди из растворов простых солей.					
	Лек15	Химические источники тока, элементы и аккумуляторы. Химические источники тока с неводными и твердыми электролитами, топливные элементы. Электролиз и его применения	6	2	–	–	
	Лаб14	Защита лабораторной работы: Поляризация при катодном выделении меди из растворов простых солей.	6	2	10	–	Отчет по лабораторной работе
	Лек16	Электродная поляризация. Диффузионное перенапряжение. Электрохимическое и фазовое перенапряжение	6	2	–	–	
<b>Итого контактной работы:</b>			6	64	90	–	
Промежуточная аттестация по курсу Физическая химия 2	Самостоятельная работа (СР)	Подготовка к итоговому тестированию (зачету)	6	115,75	–	–	Вопросы к промежуточной аттестации (семестр 6)
	Промежуточная аттестация (ПА)	Промежуточная аттестация (зачет)	6	0,25	–	–	Тестовые задания
	Посещаемость		6	–	10	–	–
	Итоговый тест по курсу через ЦТ (ТИ)	Итоговое тестирование	6	-	100	–	БТЗ к курсу Физическая химия 2

**Схема расчета итогового балла «(Сумма)/2»** - сумма баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе.

<b>Семестр 7. Коллоидная химия: Поверхностные явления, Дисперсные системы</b>							
Модуль 5. Поверхностные явления	Лек1	Поверхностная энергия и поверхностные явления. Термодинамические основы	7	2	–	–	–



		поверхностных явлений. Основное уравнение термодинамики физической и коллоидной химии. Поверхностное натяжение. Энергетический и силовой аспекты поверхностного натяжения.					
	Лаб1	Выполнение лабораторной работы: Измерение поверхностного натяжения растворов ПАВ сталагмометрическим методом	7	2	—	—	—
	Лаб2	Защита лабораторной работы: Измерение поверхностного натяжения растворов ПАВ сталагмометрическим методом	7	2	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек2	Связь поверхностных явлений с изменением поверхности раздела фаз и поверхностного натяжения. Поверхностные явления при изменении поверхности раздела фаз: коалесценция, изотермическая перегонка. Поверхностные явления при изменении поверхностного натяжения. Особенности искривленной поверхности раздела фаз. Формула Кельвина.	7	2	—	—	—
	Лаб3	Выполнение лабораторной работы: Определение параметров адсорбции ПАВ на	7	2	—	—	—

		границе раствор-воздух.					
	Лаб4	Защита лабораторной работы: Определение параметров адсорбции ПАВ на границе раствор-воздух.	7	2	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек3	<i>Адгезия.</i> Виды и термодинамические основы адгезии: аутогезия и когезия. Адгезия жидкости и смачивание, краевой угол смачивания, лиофильная и лиофобная поверхности, флотация. <i>Основные закономерности адсорбции.</i> Адсорбция как поверхностное явление, движущая сила адсорбции, абсолютная и избыточная адсорбция. Фундаментальное уравнение адсорбции Гиббса.	7	2	—	—	—
	Лаб5	Выполнение лабораторной работы: Определение поверхностной активности спиртов одного гомологического ряда	7	2	—	—	—
	Лаб6	Защита лабораторной работы: Определение поверхностной активности спиртов одного гомологического ряда	7	2	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек4	Причины и механизм адсорбции, виды адсорбции. Изотермы адсорбции. Уравнения изотермы адсорбции	7	2	—	—	

		<p>Генри, Фрейндлиха и Ленгмюра.</p> <p><i>Адсорбция на границе жидкость – газ.</i> Особенности адсорбции на границе жидкость – газ. Поверхностная активность, ПАВ и ПИВ. Адсорбция ПАВ, дифильность молекул ПАВ. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации адсорбтива, уравнение Шишковского. Предельная адсорбция. Правило Траубе – Дюкло.</p>					
	Лаб7	Выполнение лабораторной работы: Определение теплоты, энтропии и энергии Гиббса адсорбции	7	2	–	–	–
	Лаб8	Защита лабораторной работы: Определение теплоты, энтропии и энергии Гиббса адсорбции	7	2	–	–	Отчет по лабораторной работе
	Лек5	<p><i>Адсорбция на твердых поверхностях.</i> Особенности адсорбции на поверхности твердых тел, пористость поверхности. Адсорбция газов, капиллярная конденсация газов. Адсорбция жидкости, правило и эффект Ребиндера.</p> <p>Адсорбция ионов, лиотропные ряды. Ионообменная</p>	7	2	–	–	–

		адсорбция, иониты. Ионо-обменная хроматография. Применение адсорбционных процессов.					
Модуль 6. Дисперсные системы	Лек6	<i>Основы дисперсионного анализа.</i> Распределение частиц дисперсных систем по размерам, дифференциальные кривые распределения, медианный и эквивалентный размер. Седиментационный анализ суспензий. <i>Золи и суспензии.</i> Основные свойства золь и суспензий. Гели и пасты, пептизация.	7	2	—	—	—
	Лаб9	Выполнение лабораторной работы: Исследование коагулирующего действия ионов в зависимости от их заряда	7	2	—	—	—
	Лаб10	Защита лабораторной работы: Исследование коагулирующего действия ионов в зависимости от их заряда	7	2	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек7	<i>Эмульсии.</i> Свойства и устойчивость эмульсий. Получение, разрушение и применение эмульсий. <i>Пены.</i> Свойства и устойчивость пен. Получение и применение пен. <i>Аэрозоли.</i> Классификация, образование и свойства аэрозолей.	7	2	—	—	—

		<i>Системы с твердой дисперсионной средой. Основные характеристики. Твердые пены. Капиллярно – пористые тела.</i>					
	Лек8	<i>Высокомолекулярные соединения. Структура молекул ВМС. Свойства растворов ВМС, осмотическое давление и вязкость. Набухание. Студни и студнеобразование. Свойства гелей и студней. Коллоидные ПАВ. Особенности и классификация коллоидных ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования. Моющее действие коллоидных ПАВ. Применение ПАВ. Белки. Белки как полиэлектролиты. Белки как коллоидные растворы. Изoeлектрическая точка. Белки как ВМС.</i>	7	2	—	—	—
	Лаб11	Выполнение лабораторной работы: Определение критической концентрации мицеллообразования по изменению поверхностного натяжения	7	2	—	—	—
	Лаб12	Защита лабораторной работы: Определение критической концентрации мицел-	7	2	—	—	Отчет по лабораторной работе

		лообразования по изменению поверхностного натяжения					
<b>Итого контактной работы:</b>			7	40	—	—	
Промежуточная аттестация по курсу Коллоидная химия	Самостоятельная работа (СР)	Подготовка к дифференцированному зачету	7	67,75	—	—	
	Промежуточная аттестация (ПА)	Промежуточная аттестация (зачет)	7	0,25	—	—	Вопросы к дифференцированному зачету
<b>Итого</b>				<b>108</b>			

## **5. Образовательные технологии**

При реализации дисциплины используется технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения. К формам обучения относятся лекции и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа. На лекциях используются наглядные и словесные методы обучения, на лабораторных занятиях – наглядные, словесные и практические методы. Оценивание знаний студентов производится по балльно-рейтинговой системе и при устном экзамене.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

### **Семестр 5. Курс «Физическая химия 1»**

#### **Модуль 1. Термодинамика**

##### **Темы лекционных занятий:**

Основные положения химической термодинамики.  
Первое начало термодинамики.  
Термохимия, тепловые эффекты химических реакций.  
Второе начало термодинамики.  
Процессы в неизолированных системах.  
Химическое равновесие.  
Основы статистической термодинамики.  
Фазовое равновесие.  
Диаграммы состояния двухкомпонентных систем.  
Диаграммы состояния трехкомпонентных систем.

##### **Темы лабораторных занятий:**

Вводное занятие: техника безопасности и правила работы в химической лаборатории.  
Вводное занятие: Методы обработки экспериментальных результатов.  
Практическое обучение обработке экспериментальных результатов.  
Распределение вещества между двумя несмешивающимися растворителями.  
Изучение растворимости в трехкомпонентной системе.  
Определение парциальных молярных объемов.  
Определение давления насыщенного пара жидкости.

##### **Изучив данный модуль, студент должен:**

иметь представление об основных понятиях и законах химической термодинамики, частности, о первом и втором началах термодинамики и использовании их при решении практических задач, о фазовом равновесии в химических системах и диаграммах состояния двух- и трехкомпонентных систем, о термодинамике жидких летучих систем и разделении растворов на компоненты.

##### **знать:**

- основные понятия и определения термодинамики (предмет изучения, типы термодинамических систем и процессов, понятие теплоты и работы, внутренней энергии и энтальпии, удельной и молярной теплоемкости);
- формулировки первого начала термодинамики и его применения для изопроцессов;
- закон Гесса и его применение для расчетов теплового эффекта реакций;
- второе начало термодинамики в изолированных и неизолированных системах;

- как по величине изменения энергии Гиббса и Гельмгольца определять возможность протекания процессов в неизолированных системах;
- как получить максимальную полезную работу в термодинамическом процессе;
- что такое химический потенциал и как с его помощью определять направление и пределы протекания физико-химических процессов;
- как рассчитывать изменение энергии Гиббса при протекании химических реакций;
- как внешние условия влияют на химические равновесия (принцип Ле Шателье);
- основные условия фазового равновесия и фазового перехода, правило фаз Гиббса;
- фазовые диаграммы двух- и трехкомпонентных систем.
- **уметь:**
- определять возможность протекания химических реакций и фазовых переходов;
- проводить количественные расчеты при протекании химических реакций и фазовых переходов.

### **Методические рекомендации по изучению модуля**

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на основных понятиях и законах термодинамики и применении их для количественных расчетов при протекании химических реакций и других физико-химических процессов.
- ответить на контрольные вопросы:
  1. Каковы предмет и общее содержание курса термодинамики?
  2. Какие бывают термодинамические системы?
  3. Что такое обратимы и необратимый процессы?
  4. Охарактеризуйте равновесный и неравновесный процессы.
  5. Что такое внутренняя энергия и энтальпия?
  6. Что такое молярная теплоемкость?
  7. Сформулируйте первое начало термодинамики для различных изопроцессов.
  8. Сформулируйте закон Гесса и следствия из него.
  9. Что такое энтропия и как она изменяется в различных процессах (второе начало термодинамики)?
  10. Каковы критерии самопроизвольного протекания физико-химических процессов в изолированных системах?
  11. Каковы такие критерии для неизолированных систем?
  12. Запишите основное уравнение технической термодинамики.
  13. Что такое термодинамическая вероятность и как она связана с энтропией?
  14. Как нужно проводить процесс в закрытых системах для получения максимальной полезной работы?
  15. Что такое характеристические функции и термодинамические потенциалы?
  16. Запишите основное уравнение химической термодинамики.
  17. Что такое химический потенциал и как он влияет на химические и фазовые равновесия?
  18. Что такое реальный газ и фугитивность?
  19. Выведите уравнение константы химического равновесия.
  20. Выведите уравнение изотермы химической реакции и поясните, для чего оно служит.



21. Сформулируйте принцип Ле-Шателье и как он действует при изменении температуры, парциальных давлений компонентов и общего давления в системе.
22. Что такое фаза и компонент.
23. Каковы условия фазового равновесия и фазового перехода?
24. Сформулируйте правило фаз Гиббса и поясните, для чего оно служит.
25. От чего зависит величина теплового эффекта фазового перехода?
26. Что такое эвтектика и эвтектический состав системы?
27. Что такое конгруэнтное и инконгруэнтное плавление?
28. Что такое перитектическая точка и чем она отличается от эвтектической?
29. Что такое бинодальная кривая?

## **Модуль 2. Растворы**

### **Темы лекционных занятий:**

Общие закономерности термодинамики растворов.

Давление паров компонентов над раствором.

Химическое равновесие в растворах.

Термодинамика жидких летучих смесей.

Разделение жидких летучих смесей.

### **Темы лабораторных занятий:**

Определение теплоты растворения солей

Распределение вещества между двумя несмешивающимися растворителями.

Исследование равновесия двухкомпонентный жидкий раствор – пар.

### **Изучив данный модуль, студент должен:**

иметь представление об основных теориях растворов, способах выражения состава растворов, об идеальных, предельно разбавленных и неидеальных растворах, парциальных молярных величинах и методах их нахождения, о взаимосвязи давления паров над раствором с составом раствора, о химическом равновесии в растворах, процессах экстракции, перегонки с водяным паром и методах разделения жидких летучих смесей.

### **Знать:**

- основные понятия и определения термодинамики растворов (предмет изучения, основные разделы модуля, выражения концентрации растворов);
- основные свойства идеальных, предельно разбавленных и неидеальных растворов;
- как с помощью парциальных молярных величин задаются свойства неидеальных растворов;
- взаимосвязь состава пара над раствором с составом раствора (законы Рауля и Генри);
- зависимость растворимости веществ от температуры (уравнение Шредера);
- зависимость понижения температуры замерзания и повышения температуры кипения от концентрации раствора;
- закономерности распределения вещества между двумя несмешивающимися растворителями?
- зависимость общего давления паров над бинарным раствором от состава раствора (уравнение Дюгема-Маргулиса);
- законы Гиббса-Коновалова;
- диаграммы состояния жидких летучих смесей с азеотропом и без него;
- принципы разделения летучих смесей путем дробной перегонки и ректификации.

- уметь:
- выражать состав раствора заданием различных видов концентрации;
- характеризовать идеальные, предельно разбавленные и неидеальные растворы;
- находить парциальные молярные величины;
- рассчитывать давление паров над растворами;
- пользоваться диаграммами состояния летучих смесей.

### **Методические рекомендации по изучению модуля**

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на методах использования диаграмм состояния летучих смесей для разделения этих смесей на компоненты;
- ответить на контрольные вопросы:
  1. Что такое истинный раствор?
  2. Что такое сольватация и гидратация?
  3. Что такое молярная доля и молярное содержание?
  4. Охарактеризуйте идеальные, предельно разбавленные и неидеальные растворы.
  5. Что такое парциальные молярные величины и для чего они служат?
  6. Как находить парциальные молярные величины?
  7. Какие параметры растворов связывают уравнение Гиббса-Дюгема?
  8. Сформулируйте законы Рауля и Генри.
  9. От чего и как зависит растворимость веществ?
  10. Что такое криоскопическая и эбуллиоскопическая постоянные и что они характеризуют?
  11. Что такое осмос и от чего зависит осмотическое давление?
  12. Что такое коэффициент распределения Нернста?
  13. В каком случае применяют перегонку с водяным паром?
  14. Сформулируйте законы Гиббса-Коновалова. Что такое азеотропная смесь?
  15. Изобразите графически, как зависит давление паров над бинарной идеальной, предельно разбавленной и неидеальной летучей смесью?
  16. Можно ли разделить азеотропную смесь на компоненты?
  17. Чем отличается ректификация от дробной перегонки?
  18. Как осуществляется дробная перегонка летучих смесей?
  19. Как осуществляется ректификация?

## **Семестр 6. Курс «Физическая химия 2»**

### **Модуль 3. Кинетика**

#### **Темы лекционных занятий:**

Основные понятия химической кинетики.

Формальная кинетика.

Теоретические представления химической кинетики.

Кинетика сложных химических реакций.

Катализ.

Гетерогенный катализ.

#### **Темы лабораторных занятий:**

Определение порядка реакции окисления иодид-ионов ионами трехвалентного железа.

Исследование кинетики термического разложения перманганата калия.

Изучение скорости реакции разложения мочевины в водных растворах методом электропроводности.

**Изучив данный модуль, студент должен:**

иметь представление об основных понятиях химической кинетики, частности, о скорости, молекулярности и порядке химической реакции, о кинетических уравнениях реакций различного порядка, об экспериментальных методах определения порядка реакции, о теоретических представлениях химической кинетики, в частности, об элементарном акте реакции и энергии активации, активированном комплексе, кинетике сложных реакций, о нетермических реакциях, основных закономерностях кинетики гетерогенных реакций, видах катализа, механизме и скорости каталитических реакций, о стадиях гетерогенного катализа, об адсорбции как одной из основных стадий, об основных теориях гетерогенного катализа.

**знать:**

- основные понятия и определения химической кинетики (скорость реакции, кинетические кривые, молекулярность и порядок реакции, закон действующих масс);
- основные закономерности формальной кинетики (кинетические уравнения реакций различного порядка, экспериментальные методы определения порядка реакции);
- основные теоретические представления химической кинетики (элементарный акт реакции и энергия активации, активированный комплекс, стерический фактор);
- основные типы сложных реакций (обратимые, параллельные, последовательные, сопряженные, автокаталитические и цепные реакции);
- типы нетермических реакций (фотохимические и радиационно-химические реакции);
- кинетические закономерности гетерогенных процессов и реакций (собственно гетерогенные реакции и их стадии, топохимические реакции);
- основные виды катализа;
- механизмы каталитических реакций;
- типы гетерогенных катализаторов;
- Основы теории гетерогенного катализа.

**уметь:**

- рассчитывать скорость реакций и строить кинетические кривые;
- проводить количественные расчеты скорости химических реакций;
- определять порядок реакции;
- выбирать катализатор для проведения реакций.

**Методические рекомендации по изучению модуля**

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на основных понятиях и законах химической кинетики и применении их для количественных расчетов скорости химических реакций.
- ответить на контрольные вопросы:
  1. Что изучает химическая кинетика?
  2. Что такое скорость реакции?
  3. Чем определяется молекулярность реакции?
  4. Сформулируйте закон действующих масс. Что такое константа скорости реакции?
  5. Что такое порядок химической реакции?
  6. Что такое период полупревращения?
  7. Какие величины связывают кинетические уравнения?

8. Запишите кинетические уравнения для реакций различного порядка.
9. Охарактеризуйте экспериментальные методы определения порядка реакций.
10. Что такое механизм реакции?
11. Что такое элементарный акт реакции и энергия активации?
12. Как скорость реакции зависит от температуры?
13. Изобразите графически изменение энергии системы по мере протекания реакции.
14. Что такое активированный комплекс?
15. Запишите формулу Эйринга и поясните, что она описывает.
16. Что такое стерический или пространственный фактор, что он характеризует и в каких пределах изменяется?
17. Что такое двухсторонняя реакция?
18. Изобразите графически кинетические кривые для различных сложных реакций.
19. Что такое автокаталитические реакции?
20. Что такое цепная реакция и какие их типы вы знаете?
21. Сформулируйте законы фотохимии.
22. Что такое квантовый выход фотохимической реакции?
23. Что такое радиолит?
24. Чем перенос вещества за счет диффузии отличается от переноса за счет конвекции?
25. Из каких стадий состоит гетерогенный процесс?
26. Что такое топохимическая реакция?
27. Что такое отрицательный катализ?
28. Укажите катализаторы кислотно-основного катализа.
29. Укажите типичные катализаторы для окислительно-восстановительного катализа.
30. Что такое степень компенсации в катализе?
31. Охарактеризуйте слитный и раздельный механизмы катализа.
32. От чего зависит скорость каталитических реакций?
33. Что такое промоторы?
34. Укажите стадии гетерогенного катализа.
35. Что такое изотермы адсорбции и изобразите их графически.
36. Какую группу реакций описывают мультиплетная теория катализа и теория активных ансамблей?
37. Охарактеризуйте механизм катализа на полупроводниковых оксидных катализаторах.

#### **Модуль 4. Электрохимия**

##### **Темы лекционных занятий:**

Термодинамика растворов электролитов.

Неравновесные явления в электролитах, электропроводность растворов электролитов.

Равновесные электродные процессы.

Практическое использование электрохимических систем.

Электрохимическая кинетика.

##### **Темы лабораторных занятий:**

Изучение скорости реакции разложения мочевины в водных растворах методом электропроводности.

Исследование электропроводности растворов электролитов.

Определение электрохимического эквивалента меди.

Поляризация при катодном выделении меди из растворов простых солей.

**Изучив данный модуль, студент должен:**

иметь представление об электролитической диссоциации и ее механизме, о свойствах сильных и слабых электролитов, об основах электростатической теории растворов сильных электролитов, об удельной и молярной электропроводности, об основах теории электропроводности Онзагера, законах Фарадея для электролиза, о равновесных электродных процессах, в частности, о возникновении электродного потенциала и э.д.с. электрохимических систем, о типах и классификации электродов, об устойчивости электрохимических систем, о кинетике электродных процессов, о практическом использовании электрохимических систем, в частности, об основных типах химических источников энергии.

**знать:**

- основные понятия и определения электрохимии (электролит, степень и константа диссоциации, электрохимическая система, электрод, электродный потенциал, э.д.с. системы);
- причины и закономерности электролитической диссоциации;
- свойства сильных и слабых электролитов;
- основы электростатической теории растворов сильных электролитов;
- выражения для удельной и молярной электропроводности;
- основы теории электропроводности Онзагера;
- законы Фарадея;
- причины возникновения электродного потенциала;
- термодинамику электрохимических систем;
- основные типы и классификацию электродов;
- основы потенциометрии;
- методы составления электрохимических систем;
- основные типы электрохимических систем;
- принципы определения устойчивости электрохимических систем;
- основные понятия электрохимической кинетики: электродная поляризация, диффузионное, электрохимическое и фазовое перенапряжение;
- практические применения электрохимических систем: химические источники тока (элементы, свинцовый и литий-ионный аккумуляторы), топливные элементы, промышленный электролиз;

**уметь:**

- рассчитывать электропроводность растворов различного состава;
- составлять электрохимические системы и рассчитывать их э.д.с.;
- определять устойчивость электрохимических систем;
- осуществлять электрохимические методы анализа состава раствора.

**Методические рекомендации по изучению модуля**

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на основных понятиях и законах химической термодинамики и кинетики;
- ответить на контрольные вопросы:
  1. Что изучает электрохимия?
  2. Что такое электролитическая диссоциация?
  3. Почему ионные кристаллы в воде диссоциируют, а в бензоле – нет?
  4. Что такое сольватация и гидратация ионов?
  5. Чем сильные электролиты отличаются от слабых?

6. Запишите выражения для константы диссоциации для бинарного электролита.
7. Что такое степень диссоциации?
8. Перечислите коллективные свойства растворов. Что их объединяет?
9. Что характеризует изотонический коэффициент? Чему он равен для сильных и слабых электролитов?
10. Что такое средняя активность электролита?
11. Что такое ионная атмосфера и как она образуется?
12. Что объясняет электростатическая теория электролитов?
13. Запишите предельный закон Дебая и Хюккеля для разбавленных электролитов.
14. Что такое удельная электропроводность и от чего она зависит?
15. Что такое молярная электропроводность?
16. Что такое подвижность иона?
17. Как молярная электропроводность связана с подвижностями ионов?
18. В чем заключаются эффекты электрофоретического и релаксационного торможения?
19. Запишите уравнения Онзагера для электропроводности электролита.
20. Чем объясняется аномально высокая подвижность ионов водорода и гидроксида?
21. Что такое высокотемпературные и низкотемпературные твердые электролиты? Каков механизм их проводимости?
22. Что такое число переноса?
23. Сформулируйте законы Фарадея для электролиза.
24. Чем обратимые электроды отличаются от необратимых?
25. Охарактеризуйте элемент Якоби-Даниэля.
26. Чем электрохимический потенциал отличается от химического?
27. Что такое э.д.с. электрохимической системы и от чего зависит ее величина?
28. Как возникает диффузионный потенциал?
29. Как устроен двойной электрический слой?
30. Запишите уравнение Нернста для электродного потенциала.
31. Какие типы электродов Вы знаете?
32. Какие электроды и почему используются в качестве электродов сравнения?
33. Как устроен хлор-серебряный электрод сравнения?
34. Какие типы электрохимических систем Вы знаете?
35. На каком электроде электрохимической системы происходит окисление вещества, а на каком – восстановление?
36. От чего зависит устойчивость электрохимических систем?
37. Что такое перенапряжение?
38. Изобразите графически зависимости тока от перенапряжения при замедленности диффузии вещества в электролите и при замедленности собственно электрохимической реакции.
39. Какие типы промышленных электрохимических элементов Вы знаете?
40. Запишите электродные реакции при работе свинцового электрода.
41. Почему литиевые батареи и аккумуляторы готовят на основе неводных электролитов?
42. Запишите электродные реакции при работе источников тока с серебро- и литийпроводящим твердыми электролитами.
43. Как устроен литий-ионный аккумулятор?
44. Запишите электродные реакции при работе литий-ионного аккумулятора.
45. Что такое топливный элемент?
46. Как устроен и как работает кислородно-водородный топливный элемент.

## **Семестр 7. Курс «Коллоидная химия»**

## Модуль 5. Поверхностные явления

### Темы лекционных занятий:

Поверхностная энергия и поверхностные явления.

Адгезия.

Основные закономерности адсорбции.

Адсорбция на границе жидкость – газ.

Адсорбция на твердых поверхностях.

### Темы лабораторных занятий:

Измерение поверхностного натяжения растворов ПАВ сталагмометрическим методом.

Определение энергетических параметров поверхностного слоя.

Определение теплоты, энтропии и энергии Гиббса адсорбции.

Определение поверхностной активности спиртов одного гомологического ряда.

Исследование коагулирующего действия ионов в зависимости от их заряда.

Определение критической концентрации мицеллообразования по изменению поверхностного натяжения.

Определение изоэлектрической точки белка по вязкости его растворов.

### Изучив данный модуль, студент должен:

иметь представление об основных понятиях коллоидной химии (дисперсная система, дисперсная фаза, дисперсионная среда, удельная поверхность), о классификации дисперсных систем по размеру и форме частиц, агрегатному состоянию фазы и среды, о природе возникновения поверхностного натяжения, об основном уравнении термодинамики дисперсных систем, о таких явлениях, как изотермическая перегонка, адгезия и адсорбция, об электрокинетических явлениях.

#### знать:

- основные понятия и определения коллоидной химии (дисперсная система, дисперсная фаза, дисперсионная среда, удельная поверхность);
- классификацию дисперсных систем;
- основное уравнение термодинамики дисперсных систем;
- физический смысл и различные выражения поверхностного натяжения;
- взаимосвязь поверхностных явлений с изменением поверхности фаз и поверхностного натяжения;
- виды и термодинамические основы адгезии;
- принципы смачивания и несмачивания поверхностей;
- термодинамические и физические причины возникновения явления адсорбции;
- фундаментальное уравнение адсорбции Гиббса;
- основные теории адсорбции (Ленгмюра, БЭТ);
- уравнения изотермы мономолекулярной адсорбции (Генри, Фрейндлиха и Ленгмюра);
- особенности адсорбции на границе раствор/газ и твердых адсорбентах;
- закономерности ионной и ионно-обменной адсорбции;
- причины возникновения зарядов на частицах;
- устройство двойного электрического слоя на границе частица – среда;
- виды электрокинетических явлений и их особенности.

#### уметь:

- характеризовать основные закономерности поверхностных явлений;
- использовать основное уравнение термодинамики дисперсных систем для объяснения различных поверхностных явлений.

## Методические рекомендации по изучению модуля

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на основных понятиях и законах поверхностных явлений;
- ответить на контрольные вопросы:
  1. Что такое дисперсная система, дисперсная фаза и дисперсионная среда?
  2. Что такое весовая удельная поверхность и как она связана с размером частиц?
  3. Как классифицируются дисперсные системы?
  4. Сколько типов дисперсных систем по агрегатному состоянию фазы и среды Вы знаете?
  5. Что такое лиофильная и лиофобная системы?
  6. Что такое свободнодисперсная и связнодисперсная системы?
  7. Какие выражения для концентрации частиц фазы Вы знаете?
  8. Запишите основное уравнение термодинамики дисперсных систем.
  9. Что такое поверхностное натяжение? Какие выражения для него Вы знаете?
  10. Какова взаимосвязь поверхностных явлений с изменением поверхности фаз и поверхностного натяжения?
  11. Что такое коагуляция и чем она отличается от коалесценции?
  12. Что такое изотермическая перегонка?
  13. Как связана поверхностная энергия с кривизной частиц?
  14. Что такое адгезия и какие виды ее Вы знаете? Каковы термодинамические основы адгезии?
  15. Что такое краевой угол смачивания и как по его величине судят о смачиваемости или несмачиваемости поверхности?
  16. Каковы термодинамические и физические причины явления адсорбции?
  17. Как количественно характеризуется явление адсорбции?
  18. Выведите фундаментальное уравнение адсорбции Гиббса.
  19. Что такое изотерма адсорбции?
  20. Запишите уравнения изотермы мономолекулярной адсорбции Гиббса, Фрейндлиха и Ленгмюра.
  21. Что такое активность ПАВ и как ее определять графически?
  22. Выведите уравнение изотермы поверхностного натяжения Шишковского.
  23. Чем молекулы ПАВ отличаются от других молекул?
  24. Чем обусловлена величина предельной адсорбции?
  25. Что такое пористость и как ее рассчитать?
  26. Почему изотерма адсорбции отличается от изотермы десорбции для пористых тел?
  27. Сформулируйте правило выравнивания полярности Ребиндера.
  28. Сформулируйте правило Панета – Фаянса для адсорбции ионов.
  29. Что такое катиониты и аниониты?
  30. Поясните пути возникновения заряда на частицах.
  31. Как устроена мицелла?
  32. Какие электрокинетические явления Вы знаете? Охарактеризуйте их.
  33. Что такое электрофоретическая подвижность?

## Модуль 6. Дисперсные системы

### Темы лекционных занятий:

Устойчивость дисперсных систем.



Получение дисперсных систем.  
Основы дисперсионного анализа.  
Золи и суспензии.  
Эмульсии.  
Пены.  
Аэрозоли.  
Системы с твердой дисперсионной средой.  
Высокомолекулярные соединения.  
Коллоидные ПАВ.  
Белки.

**Темы лабораторных занятий:**

Исследование коагулирующего действия ионов в зависимости от их заряда.  
Определение критической концентрации мицеллообразования по изменению поверхностного натяжения.  
Определение изоэлектрической точки белка по вязкости его растворов.

**Изучив данный модуль, студент должен:**

иметь представление об оптических, молекулярно-кинетических и структурно-механических свойствах дисперсных систем (ДС), об ДС систем и расклинивающем давлении, об агрегативной и седиментационной устойчивости ДС, о термодинамических основах и методах получения ДС, об основах методов дисперсионного анализа ДС, об основных видах ДС (золях и суспензиях, пастах и гелях, эмульсиях, пенах и аэрозолях).

**знать:**

- основные понятия и определения ДС (золи и суспензии, пасты и гели, эмульсии, пены и аэрозоли);
- основные свойства ДС (оптические, молекулярно-кинетические и структурно-механические);
- причины устойчивости и неустойчивости ДС;
- основы теории ДЛФО агрегативной устойчивости ДС;
- классификацию и термодинамические основы способов получения ДС;
- методы дисперсионного анализа;
- основные свойства и методы получения различных типов ДС (золей и суспензий, паст и гелей, эмульсий, пен и аэрозолей);

**уметь:**

- классифицировать и характеризовать природные и промышленные ДС;
- характеризовать устойчивость ДС;

**Методические рекомендации по изучению модуля**

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
  - акцентировать внимание на характеристике основных видов ДС;
  - ответить на контрольные вопросы:
1. Какие основные свойства ДС рассматриваются в настоящем модуле?
  2. Запишите выражение закона Ламберта – Бэра.
  3. Что такое рассеянное отражение и рассеянное преломление?
  4. При каких размерах частиц рассеяние света происходит за счет дифракции?
  5. Что такое Рэлевоуское рассеяние, как и при каких размерах частиц оно происходит?
  6. Почему небо кажется голубым?

7. Что такое броуновское движение? Как оно зависит от размера частиц?
8. Что такое средний сдвиг частиц?
9. Что такое диффузия? Запишите закон Фика для диффузии частиц ДС.
10. Что такое осмос и от чего зависит осмотическое давление?
11. Что такое седиментационная и агрегативная устойчивость ДС?
12. Как седиментационная устойчивость ДС зависит от размера частиц?
13. Как зависит от высоты ДС численная концентрация частиц?
14. Что такое расклинивающее давление?
15. Что рассматривает теория ДЛФО?
16. Как повысить агрегативную устойчивость ДС?
17. Дайте определение свободно- и связнодисперсных ДС.
18. Что такое ньютоновские и неньютоновские жидкости и какое отношение к ДС имеют эти понятия?
19. Охарактеризуйте адгезионный и аутоадгезионный процессы движения в ДС.
20. Как классифицируются способы получения ДС?
21. В каком случае происходит самопроизвольное диспергирование вещества в ДС?
22. Какими способами происходит несамопроизвольное диспергирование вещества в ДС?
23. Укажите необходимые условия осуществления конденсационных методов образования частиц ДС.
24. Изобразите графически дифференциальную кривую распределения частиц по размерам.
25. Охарактеризуйте методы дисперсионного анализа ДС.
26. Что такое золи и суспензии, пасты и гели? Что общего между ними?
27. Что такое пептизация?
28. Что такое эмульсии? Укажите их виды.
29. Как повысить устойчивость эмульсий?
30. Охарактеризуйте майонез с точки зрения коллоидной химии.
31. Охарактеризуйте сливочное масло с точки зрения коллоидной химии.
32. Что такое пена? Как повысить устойчивость пены?
33. Охарактеризуйте способы получения жидких пен.
34. Что такое аэрозоль? Как классифицируются аэрозоли в зависимости от агрегатного состояния частиц фазы и их размеров.
35. Объясните разницу между дымом и смогом.
36. Что такое твердые эмульсии?
37. К какому типу ДС можно отнести фрукты?
38. Почему жидкость движется по капиллярам?
39. От чего зависит высота подъема жидкости в капилляре?

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5	ОПК-1, ОПК-2	Отчеты по лабораторным работам и вопросы при их защите; БТЗ, вопросы к экзамену
6	ОПК-1, ОПК-2	Отчеты по лабораторным работам и вопросы при их защите; БТЗ, вопросы к дифференцированному зачету

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
7	ОПК-1, ОПК-2	Отчеты по лабораторным работам и вопросы при их защите; вопросы к дифференцированному зачету

## **7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля**

### **7.2.1. Отчет по лабораторной работе**

#### **Типовые примеры заданий**

Темы лабораторных работ указаны в Табл. 4 (Структура и содержание дисциплины). Подробные описания лабораторных работ изданы и имеются в лаборатории Физическая и коллоидная химия.

#### **Форма отчета по лабораторной работе.**

Отчет должен содержать:

1. Таблицу с результатами экспериментов;
2. Графики исследованных зависимостей;
3. Расчеты физико-химических величин;
4. Оценку точности полученных численных значений физико-химических величин;
5. Выводы по работе.

#### **Требования к оформлению:**

1. Графики должны соответствовать правилам построения графиков (лаборатория Физическая и коллоидная химия);
2. Под формулами должна быть приведена расшифровка буквенных обозначений;
3. У численных значений физических величин должны быть указаны единицы измерений;
4. Полученные экспериментальные величины должны быть указаны с интервалом погрешности.

#### **Процедура оценивания:**

За защиту каждой лабораторной работы студент получает такое количество баллов, чтобы сумма баллов за все лабораторные работы не превышала 100 в семестр.

#### **Критерии оценки:**

Лабораторная работа «зачтена», если результаты оформлены в виде отчета и при защите работы даны ответы более чем на 80% вопросов (задается не менее 5 вопросов);

Лабораторная работа «не зачтена», если результаты не оформлены в виде отчета и при защите работы даны ответы менее чем на 80% вопросов.

### **7.2.2. Вопросы БТЗ**

БТЗ для 5 семестра содержит 257 вопросов;

БТЗ для 6 семестра содержит 303 вопроса;

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 5: Физическая химия 1

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Предмет и содержание курса.
2	Основные разделы и методы исследования.
3	Химическая термодинамика и ее отличия от общей и технической термодинамики.
4	Термодинамическая система и ее параметры.
5	Термодинамические процессы
6	Работа в изотермическом процессе, равновесные (обратимые) и неравновесные (необратимые) процессы.
7	Нулевое начало термодинамики
8	Теплота и работа
9	Внутренняя энергия и энтальпия
10	Основные понятия и формулировки, первое начало термодинамики для процессов в идеальном газе.
11	Теплоемкость.
12	Закон Гесса.
13	Определение тепловых эффектов по теплоте образования.
14	Определение тепловых эффектов по теплоте сгорания.
15	Зависимость теплового эффекта от температуры, закон Кирхгофа.
16	Критерии самопроизвольности процессов в изолированных системах, энтропия как основной из них.
17	Второе начало термодинамики для обратимых и необратимых процессов.
18	Статистический смысл понятия энтропии
19	Термодинамическая вероятность и формула Больцмана.
20	Третье начало термодинамики, постулат Планка
21	Расчет энтропии.
22	Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца
23	Критерии равновесных и самопроизвольных процессов.
24	Максимальная работа в изохорно-изотермическом и изобарно-изотермическом процессах.
25	Характеристические функции
26	Термодинамические потенциалы.
27	Зависимость энергий Гиббса и Гельмгольца от температуры, уравнения Гиббса – Гельмгольца.
28	Химический потенциал идеального газа.
29	Химический потенциал реального газа, фугитивность.
30	Активность и коэффициент активности.
31	Константа равновесия химической реакции.
32	Изотерма химической реакции.
33	Уравнения изобары и изохоры химической реакции
34	Смещение химического равновесия и принцип Ле Шателье – Брауна.
35	Фазовое равновесие. Основные понятия и определения, условия равновесия компонента в двух фазах гетерогенной системы.

36	Основной закон фазового равновесия, правило фаз Гиббса
37	Тепловые эффекты фазовых переходов, уравнение Клаузиуса – Клапейрона.
38	Диаграмма состояния гетерогенной однокомпонентной системы, диаграмма состояния воды.
39	Физико – химический и термический анализы.
40	Двухкомпонентные системы с эвтектикой.
41	Двухкомпонентные системы с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися химическими соединениями, правило рычага.
42	Двухкомпонентные системы с инконгруэнтно плавящимися химическими соединениями.
43	Двухкомпонентные системы с твердыми растворами с неограниченной растворимостью.
44	Двухкомпонентные системы с ограниченной растворимостью в жидкой фазе.
45	Графическое изображение состава трехкомпонентной системы.
46	Трехкомпонентные жидкие системы.
47	Системы с тройной эвтектикой.
48	Жидкие растворы, Основные понятия и определения.
49	Выражения концентрации растворов.
50	Идеальные, предельно разбавленные и неидеальные растворы.
51	Парциальные молярные величины.
52	Нахождение парциальных молярных величин.
53	Описание свойств неидеальных растворов.
54	Уравнение Гиббса – Дюгема.
55	Давление паров над идеальным раствором, закон Рауля.
56	Давление паров над предельно разбавленным раствором, закон Генри.
57	Давление паров над неидеальным раствором
58	Растворимость твердых веществ.
59	Равновесие расплава с твердым веществом.
60	Понижение температуры замерзания растворов.
61	Повышение температуры кипения растворов.
62	Осмоз и осмотическое давление.
63	Закон распределения Нернста.
64	Экстракция.
65	Перегонка с водяным паром.
66	Общее давление пара над летучей смесью.
67	Законы Гиббса – Коновалова.
68	Общее давление пара над идеальной и неидеальной летучей смесью.
69	Диаграммы состояния летучих смесей.
70	Испарение жидких летучих смесей.
71	Дробная перегонка смеси без азеотропа и с азеотропом.
72	Ректификация.

#### Семестр 6: Физическая химия 2

№ п/п	Вопросы к дифференцированному зачету
1	Предмет изучения химической кинетики.
2	Скорость химических реакций.
3	Молекулярность химических реакций.
4	Закон действующих масс.
5	Порядок химической реакции.
6	Кинетические уравнения реакций первого порядка.

7	Кинетические уравнения реакций второго порядка.
8	Кинетические уравнения реакций третьего порядка.
9	Экспериментальное определение порядка реакций: графический метод.
10	Экспериментальное определение порядка реакций: по времени полупревращения и по методу избытка реагента.
11	Кинетика сложных химических реакций: обратимые, последовательные, параллельные и сопряженные реакции. Цепные реакции. Кинетика цепных реакций.
12	Кинетика сложных химических реакций: последовательные реакции.
13	Кинетика сложных химических реакций: параллельные реакции.
14	Кинетика сложных химических реакций: сопряженные реакции.
15	Цепные реакции. Кинетика цепных реакций.
16	Нетермические химические реакции.
17	Фотохимические реакции.
18	Кинетика гетерогенных процессов.
19	Топохимические реакции.
20	Элементарный акт реакции и энергия активации.
21	Активированный комплекс.
22	Основы теории активированного комплекса.
23	Стерический или пространственный фактор.
24	Катализаторы и каталитические реакции, общие понятия.
24	Окислительно-восстановительный катализ
26	Окислительно-восстановительный катализ
27	Ферментативный катализ
28	Стадийный и слитный механизм каталитических реакций
29	Скорость каталитических реакций
30	Гетерогенные катализаторы.
24	Основы теории гетерогенного катализа.
26	Электролитическая диссоциация, сольватация и гидратация ионов.
27	Сильные и слабые электролиты, свойства растворов слабых электролитов
24	Константа диссоциации.
26	Степень диссоциации.
27	Изотонический коэффициент и коллективные свойства растворов
28	Средняя активность и ионная сила электролитов.
29	Основы электростатической теории растворов сильных электролитов.
30	Удельная электропроводность.
31	Молярная электропроводность.
32	Подвижность ионов.
33	Зависимость электропроводности от концентрации
34	Основы теории электропроводности Онсагера.
35	Электропроводность растворов с ионами гидроксония и гидроксида.
36	Электропроводность неводных, расплавленных и твердых электролитов.
37	Числа переноса
38	законы Фарадея
39	Кондуктометрия.
40	Электрохимические системы, электродные полуреакции,
41	Обратимые и необратимые электроды, запись электродов и систем.
42	Э.д.с. электрохимической системы, электродный потенциал
43	Возникновение скачка потенциала на границе раствор – металл и раствор – раствор.
44	Двойной электрический слой на границе металл – раствор.
45	Термодинамика обратимых электрохимических систем, уравнение Нернста.

46	Классификация обратимых электродов, электроды первого и второго рода, газовые электроды.
47	Окислительно – восстановительные и ионообменные электроды.
48	Потенциометрия.
49	Электрохимические цепи.
50	Устойчивость водных электрохимических цепей, диаграмма Пурбе.
51	Химические источники тока, элементы и аккумуляторы.
52	Химические источники тока с неводными и твердыми электролитами.
53	Топливные элементы.
54	Электролиз и его применения.
55	Электродная поляризация.
56	Диффузионное перенапряжение.
57	Электрохимическое перенапряжение.
58	Фазовое перенапряжение.

#### Семестр 7: Коллоидная химия

№ п/п	Вопросы к дифференцированному зачету
1	Предмет курса. Основные понятия и объекты исследования.
2	Удельная поверхность, дисперсность, поверхностное натяжение и поверхностная энергия.
3	Классификация поверхностных явлений и дисперсных систем по агрегатному состоянию фаз, размеру и внешнему виду частиц дисперсной фазы.
4	Термодинамические основы поверхностных явлений. Основное уравнение термодинамики физической и коллоидной химии.
5	Поверхностное натяжение. Энергетический и силовой аспекты поверхностного натяжения.
6	Связь поверхностных явлений с изменением поверхности раздела фаз и поверхностного натяжения. Поверхностные явления при изменении поверхности раздела фаз: коалесценция, изотермическая перегонка.
7	Поверхностные явления при изменении поверхностного натяжения. Особенности искривленной поверхности раздела фаз. Формула Кельвина
8	Виды и термодинамические основы адгезии: аутогезия и когезия.
9	Адгезия жидкости и смачивание, краевой угол смачивания, лиофильная и лиофобная поверхности, флотация.
10	Адсорбция как поверхностное явление, движущая сила адсорбции, абсолютная и избыточная адсорбция.
11	Фундаментальное уравнение адсорбции Гиббса.
12	Причины и механизм адсорбции, виды адсорбции.
13	Изотермы адсорбции. Уравнения изотермы адсорбции Генри, Фрейндлиха и Ленгмюра.
14	Особенности адсорбции на границе жидкость – газ. Поверхностная активность, ПАВ и ПИВ.
15	Адсорбция ПАВ, дифильность молекул ПАВ. Зависимость адсорбции от концентрации адсорбтива, уравнение Шишковского.
16	Предельная адсорбция. Правило Траубе – Дюкло.
17	Особенности адсорбции на поверхности твердых тел, пористость поверхности.
18	Адсорбция газов, капиллярная конденсация газов. Адсорбция жидкости, правило и эффект Ребиндера.
19	Адсорбция ионов, лиотропные ряды. Ионообменная адсорбция, иониты.
20	Ионообменная хроматография. Применение адсорбционных процессов.

21	Поверхностная энергия и заряд поверхности, взаимосвязь удельного заряда поверхности с ее потенциалом.
22	Двойной электрический слой, плотный и диффузный слои, дзета-потенциал. Строение мицеллы
23	Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, возникновение потенциалов седиментации и течения. Электрофоретическая подвижность.
24	Прохождение света через дисперсную систему, закон Ламберта – Бера.
25	Рассеяние света в дисперсных системах, рассеянное отражение и преломление, формула Релея.
26	Броуновское движение, средний сдвиг частиц.
27	Диффузия, уравнение стационарной диффузии Фика, коэффициент диффузии.
28	Осмос, осмотическое давление в дисперсных системах.
29	Проблема устойчивости дисперсных систем и понятия седиментационной и агрегативной устойчивости.
30	Седиментационная устойчивость и гипсометрический закон распределения частиц по высоте.
31	Расклинивающее давление и агрегативная устойчивость, теория ДЛФО.
32	Основные понятия и характеристики структурированных систем: свободнодисперсные и связнодисперсные системы, деформация и закон Юнга.
33	Ньютоновские и неньютоновские дисперсные системы.
34	Характеристики сыпучих материалов: адгезионный и аутогезионный процесс движения материалов.
35	Классификация способов получения дисперсных систем. Диспергирование и степень диспергирования, дробление и помол.
36	Получение дисперсных систем за счет конденсационных процессов: конденсация, десублимация и кристаллизация, изотермическая перегонка.
37	Распределение частиц дисперсных систем по размерам, дифференциальные кривые распределения, медианный и эквивалентный размер.
38	Седиментационный анализ суспензий.
39	Основные свойства золь и суспензий. Гели и пасты, пептизация.
40	Свойства и устойчивость эмульсий. Получение, разрушение и применение эмульсий.
41	Свойства и устойчивость пен. Получение и применение пен.
42	Классификация, образование и свойства аэрозолей.
43	Основные характеристики. Твердые пены. Капиллярно – пористые тела.
44	Коллоидная химия ВМС. Структура макромолекул ВМС.
45	Свойства растворов ВМС. Набухание.
46	Студни и студнеобразование, свойства гелей и студней.
47	Особенности и классификация коллоидных ПАВ
48	Критическая концентрация мицеллообразования.
49	Моющее действие коллоидных ПАВ.
50	Применение ПАВ



### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Форма проведения промежуточной аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Физическая химия 1			
Экзамен (тестирование)	Выполнение лабораторных работ, оформление и защита этих работ	«отлично»	Текущий рейтинг составляет 85-100 баллов
		«хорошо»	Текущий рейтинг составляет 70-84 баллов
		«удовлетворительно»	Текущий рейтинг составляет 55-69 баллов
		«неудовлетворительно»	Текущий рейтинг составляет 0-54 баллов
Физическая химия 2			
Дифференцированный зачет (тестирование)	Выполнение лабораторных работ, оформление и защита этих работ	«отлично»	Текущий рейтинг составляет 85-100 баллов
		«хорошо»	Текущий рейтинг составляет 70-84 баллов
		«удовлетворительно»	Текущий рейтинг составляет 55-69 баллов
		«неудовлетворительно»	Текущий рейтинг составляет 0-54 баллов
Коллоидная химия			
Дифференцированный зачет (устно)	Выполнение лабораторных работ, оформление и защита этих работ	«отлично»	студент подробно представляет суть явления и характеризует его количественно, отвечает на все вопросы билета и не менее чем на 9 дополнительных вопросов из 10 заданных;
		«хорошо»	студент хорошо представляет суть явления и характеризует его количественно, отвечает на все вопросы билета и не менее чем на 7 дополнительных вопросов из 10 заданных;
		«удовлетворительно»	если студент удовлетворительно (слабо представляет суть явления и не характеризует его количественно) отвечает на все вопросы билета и менее чем на 5 дополнительных вопросов из 10 заданных;
		«неудовлетворительно»	студент неудовлетворительно (вообще не представляет суть явления) отвечает на вопросы билета и дополнительные вопросы.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Грызунов В.И	Физическая химия : учебное пособие / В. И. Грызунов, И. Р. Кузеев, Е. В. Пояркова [и др.]. — 3-е изд., стер. — Москва : ФЛИНТА, 2019. — 251 с. — ISBN 978-5-9765-1963-3.	Учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»
2	Гамеева О.С.	Физическая и коллоидная химия : учебное пособие / О. С. Гамеева. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 328 с. — ISBN 978-5-8114-4869-2.	Учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
3	Кумыков, Р. М.	Физическая и коллоидная химия : учебное пособие / Р. М. Кумыков, А. Б. Иттиев. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-3519-7.	Учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»
4	Акулова Ю.П.	Физическая химия. Теория и задачи : учебное пособие / Ю. П. Акулова, С. Г. Изотова, О. В. Проскурина, И. А. Черепкова. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-5340-5.	Учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»

## 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Свиридов В.В., Свиридов А.В.	Физическая химия : учебное пособие / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 600 с. — ISBN 978-5-8114-2262-3.	Учебное пособие	2016	ЭБС «Лань»
2	Нигматуллин, Н. Г.	Практикум по физической и коллоидной химии : учебное пособие / Н. Г. Нигматуллин, Е. С. Ганиева. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 116 с. — ISBN 978-5-8114-2885-4.	Учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
3	Гельфман, М. И.	Практикум по физической химии : учебное пособие / М. И. Гельфман. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2004. — 256 с. — ISBN 5-8114-0604-5.	Учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
4	Гамеева, О. С.	Сборник задач и упражнений по физической и коллоидной химии : учебное пособие / О. С. Гамеева. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-2453-5.	Учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
5	Попова, А. А.	Физическая химия : учебное пособие / А. А. Попова, Т. Б. Попова. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-1796-4.	Учебное пособие	2015	ЭБС «Лань»

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- **Бутлеровские сообщения.** Научный англо-русскоязычный химический журнал. Публикует статьи по основным разделам химии и смежным дисциплинам. Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Для зарегистрированных пользователей сайта доступен полнотекстовый архив с 1999 года: <http://butlerov.com/stat/reports/view.asp?lang=ru>
- **Химия в интересах устойчивого развития.** В журнале публикуются оригинальные научные сообщения и обзоры по химии процессов, представляющих основу принципиально новых технологий, создаваемых в интересах устойчивого развития, или усовершенствования действующих, сохранения природной среды, экономии ресурсов, энергосбережения. Входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Доступен полнотекстовый архив с 2001 по 2005 год: <http://www.sibran.ru/journals/Hviur/>
- **Oriental Journal Of Chemistry.** Научный рецензируемый журнал открытого доступа. Страна: Индия. Язык: английский. Публикует результаты научных исследований в области общей химии, биохимии, спектроскопии, химии окружающей среды. Доступен полнотекстовый архив с 2008 года: <http://www.orientjchem.org/Archive.php>

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Количество лицензий	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	1398	(Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно);
2	Office Standard	1398	(Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно)

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. А-215	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), таблица Менделеева.
2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. А-306	преподавательский, доска аудиторная (меловая), таблица Менделеева.
3	Лаборатория «Физическая и коллоидная химия» Учебная аудитория для проведения лабораторных работ А-318	Вытяжной шкаф; мойки.; Столы письменные.; табуреты; Столы лабораторные; стол лабораторный островной; тумба; стол для весов; доска аудиторная; потенциостат П-5827М; термостат водяной UTU-4; самописец планшетный; сушильный шкаф WS31; термостат водяной; вакуумный насос 8/18х; весы электронные Mettler Tolledo.; выпрямитель В-24; лабораторный регулятор напряжения Эксперт 001; электроплитка Нева 110; магнитные мешалки с подогревом ПЭ6110 ; колориметр ; химическая посуда.
4	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. УЛК-812	Столы ученические, стол преподавательский, стулья ученические, доска аудиторная (маркерная), ПК с выходом в сеть Интернет
5	Помещение для самостоятельной работы студентов. Г-401	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет.