

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 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: 2026

Общая трудоемкость: 20 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	5	6	7	Итого
Форма контроля	Экзамен	Экзамен	Экзамен	
Вид занятий				
Лекции	32	32	32	<b>96</b>
Лабораторные	96	96	64	<b>256</b>
Практические	64	32	16	<b>112</b>
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР				
Промежуточная аттестация	0,35	0,35	0,35	<b>1,05</b>
Контактная работа	192,35	160,35	112,35	<b>465,05</b>
Самостоятельная работа	24	56	68	<b>148</b>
Контроль	35,65	35,65	35,65	<b>106,95</b>
<b>Итого</b>	<b>252</b>	<b>252</b>	<b>216</b>	<b>720</b>

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 2030 г.**

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой «Химическая технология и ресурсосбережение»

«28» августа 2025 г.

\_\_\_\_\_

С.А. Соков

УТВЕРЖДЕНО

На заседании Центра медицинской химии  
(протокол заседания №1 от «28» августа 2025 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. Владеет методами и базовыми принципами физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов в 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.

#### 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. Химическая термодинамика</b>							
Модуль 1. Термодинамика	Лек 1	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.	5	4	—	—	
	Лаб 1	Вводное занятие: техника безопасности и правила работы в химической лаборатории;	5	2	—	—	
	Лаб 2,3	Вводное занятие: Математические методы обработки экспериментальных результатов.	5	4	—	—	
	Лаб 4,5	Вводное занятие: Графические методы обработки экспериментальных результатов.	5	4	—	—	

	Лаб 6	Практическое обучение обработке экспериментальных результатов.	5	2	-	—	Отчет по лабораторной работе
	Пр 1, 2	Собеседование и блиц-опрос по теме лекции.	5	4	-	—	
	Лек 2	<i>Первое начало термодинамики.</i> Основные понятия и формулировки, первое начало термодинамики для процессов в идеальном газе. Теплоемкость.	5	2	—	—	
	Пр 3, 4	Собеседование и блиц-опрос по теме лекции. Решение задач.	5	4	—	—	
	Лек 3	<i>Термохимия, тепловые эффекты химических реакций.</i> Закон Гесса. Определение тепловых эффектов по теплоте образования и теплоте сгорания. Зависимость теплового эффекта от температуры, закон Кирхгофа.	5	2	—	—	
	Лаб 7,8	Выполнение лабораторной работы: Распределение вещества между двумя несмешивающимися растворителями	5	4	—	—	
	Лаб 9-11	Обработка результатов лабораторной работы: Распределение вещества между двумя несмешивающимися растворителями	5	6	—	—	
	Лаб 12,13	Защита лабораторной работы:	5	4	—	—	Отчет по

		Распределение вещества между двумя несмешивающимися растворителями					лабораторной работе
Пр 5, 6		Термодинамика. Часть 1	5	4	25	—	Контрольная работа
Лек 4		<i>Второе начало термодинамики.</i> Критерии самопроизвольности процессов в изолированных системах, энтропия как основной из них. Второе начало термодинамики для обратимых и необратимых процессов.	5	2	—	—	
Пр 7		Собеседование и блиц-опрос по теме лекции. Решение задач.	5	2	—	—	
Лек 5		Статистический смысл понятия энтропии, термодинамическая вероятность и формула Больцмана. Третье начало термодинамики, постулат Планка. Расчет энтропии.	5	2	—	—	
Пр 8, 9		Собеседование и блиц-опрос по теме лекции. Решение задач.	5	4	—	—	
Лек 6		<i>Процессы в неизолированных системах.</i> Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Критерии равновесных и самопроизвольных процессов. Максимальная работа в изохорно-изотермическом и	5	2	—	—	

		изобарно-изотермическом процессах.					
Лаб 14,15	Выполнение лабораторной работы: Изучение растворимости в трехкомпонентной системе	5	4	—	—		
Лаб11, 16-18	Обработка результатов лабораторной работы: Изучение растворимости в трехкомпонентной системе	5	6	—	—		
Лаб 19,20	Защита лабораторной работы: Изучение растворимости в трехкомпонентной системе	5	4	—	—	Отчет по лабораторной работе	
Пр 10, 11	Собеседование и блиц-опрос по теме лекции. Решение задач.	5	4	—	—		
Лек 7	Характеристические функции и термодинамические потенциалы. Зависимость энергий Гиббса и Гельмгольца от температуры, уравнения Гиббса – Гельмгольца.	5	2	—	—		
Пр 12, 13	Собеседование и блиц-опрос по теме лекции. Решение задач.	5	4	—	—		
Лек 8	Химическое равновесие Химический потенциал идеального газа. Химический потенциал реального газа, фугитивность. Активность и коэффициент активности. Константа равновесия химической реакции. Изотерма химической	5	4	—	—		

		реакции. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Смещение химического равновесия и принцип Ле Шателье – Брауна.					
Пр 14, 15	Термодинамика. Часть 2		5	4	25	–	Контрольная работа
Лек 9	Основы статистической термодинамики. Элементы статистической термодинамики. Сумма по состояниям. Зависимость термодинамических функций от суммы по состояниям.		5	2	–	–	
Лаб 21,22	Выполнение лабораторной работы: Определение парциальных молярных объемов		5	4	–	–	
Лаб 23-25	Обработка результатов лабораторной работы: Определение парциальных молярных объемов		5	6	–	–	
Лаб 26,27	Защита результатов лабораторной работы: Определение парциальных молярных объемов		5	4	–	–	Отчет по лабораторной работе
Пр 16, 17	Собеседование и блиц-опрос по теме лекции. Решение задач.		5	4	–	–	
Лек 10	Фазовое равновесие. Основные понятия и определения, условия равновесия компонента в двух фазах гетерогенной системы.		5	4	–	–	



		Основной закон фазового равновесия, правило фаз Гиббса. Тепловые эффекты фазовых переходов, уравнение Клаузиуса – Клапейрона. Диаграмма состояния гетерогенной однокомпонентной системы, диаграмма состояния воды.					
	Пр 18, 19	Собеседование и блиц-опрос по теме лекции. Решение задач.	5	4	—	—	
	Лек 11	<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 растворами с неограниченной растворимостью. Системы с ограниченной растворимостью в жидкой фазе.	5	2	—	—	
	Пр20, 21	Собеседование и блиц-опрос по теме лекции. Решение задач.	5	4	—	—	
	Лек 12	<i>Диаграммы состояния трехкомпонентных систем.</i> Графическое изображение состава трехкомпонентной системы. Трехкомпонентные	5	2	—	—	

		жидкие системы. Системы с тройной эвтектикой.					
	Лаб 28,29	Выполнение лабораторной работы: Определение давления насыщенного пара жидкости	5	4	—	—	
	Лаб 30-32	Обработка результатов лабораторной работы: Определение давления насыщенного пара жидкости	5	6	—	—	
	Лаб 33,34	Защита результатов лабораторной работы: Определение давления насыщенного пара жидкости	5	4	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Пр 22	Термодинамика. Часть 3	5	2	25	—	Контрольная работа
	Пр 23	Термодинамика. Часть 1, 2 и 3	5	2	-		Коллоквиум
	Лек 13	<i>Общие закономерности. 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.</i>	5	2	—	—	
Модуль 2. Растворы	Пр 24, 25	Собеседование и блиц-опрос по теме лекции. Решение задач.	5	4	—	—	
	Лек 14	<i>Давление паров компонентов</i>	5	2	—	—	

		<i>над раствором.</i> Давление паров над идеальным раствором, закон Рауля. Давление паров над предельно разбавленным раствором, закон Генри. Давление паров над неидеальным раствором.					
	Пр 26,27	Собеседование и блиц-опрос по теме лекции. Решение задач.	5	4	—	—	
	Лек 15	<i>Химическое равновесие в растворах.</i> 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.	5	2	—	—	
	Лаб 35,36	Выполнение лабораторной работы: Определение теплоты растворения солей	5	4	—	—	
	Лаб 37-39	Обработка результатов лабораторной работы: Определение теплоты растворения солей	5	6	—	—	
	Лаб 40-41	Защита результатов лабораторной работы: Определение теплоты растворения солей	5	4	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек 16	<i>Термодинамика жидких</i>	5	4	—	—	

		летучих 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.					
	Лаб 42,43	Выполнение лабораторной работы: Исследование равновесия двухкомпонентный жидкий раствор – пар.	5	4	–	–	
	Лаб 44-46	Обработка результатов лабораторной работы: Исследование равновесия двухкомпонентный жидкий раствор – пар.	5	6	–	–	
	Лаб 47,48	Защита лабораторной работы: Исследование равновесия двухкомпонентный жидкий раствор – пар.	5	4	–	–	Отчет по лабораторной работе
	Пр 28, 29	Защита индивидуальных домашних заданий	5	4	–	–	Отчет по заданию
	Пр 30, 31	Термодинамика, часть 4	5	4	15		Контрольная работа
	Пр 32	Резервное занятие	5	2	–	–	Вопросы к коллоквиуму
<b>Итого контактной работы:</b>			5	192	90	–	

Промежуточная аттестация по курсу Физическая химия 1	Ср 1	Изучение лекционного материала, подготовка к практическим работам и лабораторным занятиям.	5	24	–	–	
	Контроль	Подготовка к итоговому тестированию (экзамену)	5	35,65	–	–	Вопросы к экзамену №№ 1-62
	(ПА)	Промежуточная аттестация (экзамен)	5	0,35	–	–	
	Псц	Посещаемость	5	-	10		Посещаемость занятий
	Итоговый тест по курсу через ЦТ (ТИ)	Итоговое тестирование	5	-	100	–	БТЗ к курсу Физическая химия 1
		<b>Итого:</b>		<b>252</b>	<b>200</b>	–	

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

Семестр 6. Физическая химия-2: Химическая кинетика, Электрохимия							
Модуль Химическая кинетика	3.	Лек1	Основные понятия химической кинетики. Предмет изучения химической кинетики. Скорость химических реакций. Молекулярность химических реакций. Закон действующих масс. Порядок химической реакции.	6	2	–	–
		Лек2	Формальная кинетика. Кинетические уравнения реакций первого, второго и третьего порядка. Экспериментальное	6	2	–	–

		определение порядка реакций: графический метод, по времени полупревращения и по методу избытка реагента.					
	Пр1	Блиц-опрос по теме лекции. Решение задач	6	2	—	—	
	Лаб1-3	Выполнение лабораторной работы: Определение порядка реакции окисления иодид-ионов ионами трехвалентного железа	6	6	—	—	
	Лаб3-6	Обработка результатов и составление отчета по лабораторной работе: Определение порядка реакции окисления иодид-ионов ионами трехвалентного железа	6	6	—		
	Лаб7,8	Защита лабораторной работы: Определение порядка реакции окисления иодид-ионов ионами трехвалентного железа	6	4	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек3	Теоретические представления химической кинетики. Элементарный акт реакции и энергия активации. Активированный комплекс. Основы	6	2	—	—	

		теории активированного комплекса. Стерический или пространственный фактор.					
	Лек4	<i>Кинетика сложных химических реакций.</i> Обратимые, последовательные, параллельные и сопряженные реакции. Цепные реакции. Кинетика цепных реакций. Нетермические химические реакции. Фотохимические реакции. Кинетика гетерогенных процессов. Кинетика топочимических реакций.	6	2	—	—	
	Пр2	Блиц-опрос по теме лекции. Решение задач	6	2	—	—	
	Лек5	<i>Катализ.</i> Катализаторы и каталитические реакции, общие понятия. Виды катализа: _кислотно-основный, окислительно-восстановительный и ферментативный катализ. Механизм каталитических реакций: степень компенсации, слитный и стадийный	6	2	—	—	

		механизм. Скорость каталитических реакций, активность катализатора, скорость ферментативных каталитических реакций. Кислотно-основный катализ и его скорость.					
	Пр3	Химическая кинетика. Часть 1	6	2	25	—	Контрольная работа
	Лаб9-11	Выполнение лабораторной работы: Исследование кинетики термического разложения перманганата калия.	6	6	—	—	
	Лаб12-14	Обработка результатов и составление отчета по лабораторной работе: Исследование кинетики термического разложения перманганата калия.	6	6	—	—	
	Лаб15,16	Защита лабораторной работы: Исследование кинетики термического разложения перманганата калия.	6	4	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек6	Гетерогенный катализ. Гетерогенные катализаторы, стадии гетерогенного катализа. Физическая и химическая адсорбция.	6	2	—	—	



		Изотермы адсорбции, изотерма Генри и Ленгмюра. Основы теории гетерогенного катализа, теории геометрического и энергетического соответствия, активных ансамблей и электронная теория.					
	Пр4	Блиц-опрос по теме лекции. Решение задач	6	2	–	–	
	Пр5	Химическая кинетика. Часть 2	6	2	25	–	Контрольная работа
	Пр6	Химическая кинетика. Часть 1 и 2	6	2	-		Коллоквиум
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	6	2	–	–	

		электростатической теории растворов сильных электролитов.					
	Лаб17-19	Выполнение лабораторной работы: Изучение скорости реакции разложения мочевины в водных растворах методом электропроводности.	6	6	—	—	
	Лаб20-22	Обработка результатов и составление отчета по лабораторной работе: Изучение скорости реакции разложения мочевины в водных растворах методом электропроводности.	6	6	—		
	Лаб23,24	Защита лабораторной работы: Изучение скорости реакции разложения мочевины в водных растворах методом электропроводности.	6	4	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек9	<i>Неравновесные явления в электролитах, электропроводность растворов электролитов. Удельная и молярная электропроводность, подвижность ионов. Зависимость</i>	6	2	—	—	

		электропроводности от концентрации, основы теории электропроводности Онсагера.					
	Пр7	Блиц-опрос по теме лекции. Решение задач	6	2	—	—	
	Лек10	Электропроводность растворов с ионами гидроксония и гидроксида, электропроводность неводных, расплавленных и твердых электролитов. Числа переноса, законы Фарадея. Кондуктометрия.	6	2	—	—	
	Пр8	Блиц-опрос по теме лекции. Решение задач	6	2	—	—	
	Лаб25-27	Выполнение лабораторной работы: Определение электрохимического эквивалента меди	6	6	—	—	
	Лаб28-30	Обработка результатов и составление отчета по лабораторной работе: Определение электрохимического эквивалента меди	6	6	—	—	
	Лаб31,32	Защита лабораторной работы: Определение	6	4	—	—	Отчет по лабораторной работе

		электрохимического эквивалента меди					
	Лек11	<i>Равновесные электродные процессы.</i> Основные понятия: электрохимические системы, электродные полуреакции, обратимые и необратимые электроды, запись электродов и систем. Э.д.с. электрохимической системы, электродный потенциал.	6	2	—	—	
	Пр9	Блиц-опрос по теме лекции. Решение задач	6	2	—	—	
	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	—	—	
	Пр10	Блиц-опрос по теме лекции. Решение задач	6	2	—	—	
	Лаб33-35	Выполнение лабораторной работы: Исследование электропроводности	6	6	—	—	

		растворов электролитов.					
	Лаб36-38	Обработка результатов и составление отчета по лабораторной работе: Исследование электропроводности растворов электролитов.	6	6	—		
	Лаб39,40	Защита лабораторной работы: Исследование электропроводности растворов электролитов.	6	4	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек13	Классификация обратимых электродов, электроды первого и второго рода, газовые электроды. Окислительно — восстановительные и ионообменные электроды. Потенциометрия.	6	2	—	—	
	Пр11	Электрохимия. Часть 1	6	2	25	—	Контрольная работа
	Лек14	Электрохимические цепи. Устойчивость водных электрохимических цепей, диаграмма Пурбе	6	2	—	—	
	Пр12	Блиц-опрос по теме лекции. Решение задач	6	2	—	—	
	Лаб41-43	Выполнение лабораторной работы: Поляризация при катодном выделении меди из растворов	6	6	—	—	

		простых солей.					
	Лаб44-46	Обработка результатов и составление отчета по лабораторной работе: Поляризация при катодном выделении меди из растворов простых солей.	6	6	—	—	
	Лаб47-48	Защита лабораторной работы: Поляризация при катодном выделении меди из растворов простых солей.	6	4	-	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек15	Химические источники тока, элементы и аккумуляторы. Химические источники тока с неводными и твердыми электролитами, топливные элементы. Электролиз и его применения	6	2	—	—	
	Пр13	Блиц-опрос по теме лекции. Решение задач	6	2	—	—	
	Лек16	Электродная поляризация. Диффузионное перенапряжение. Электрохимическое и фазовое перенапряжение	6	2	—	—	
	Пр14	Блиц-опрос по теме лекции. Решение задач	6	2	—	—	
	Пр15, 16	Электрохимия. Часть 2	6	4	15	—	Контрольная работа

<b>Итого контактной работы:</b>			6	160	90	–	
Промежуточная аттестация по курсу Физическая химия 2	СР	Самостоятельная работа	6	56	–	–	
	Контроль	Подготовка к итоговому тестированию (экзамену)		35,65			Вопросы к экзамену №№ 1-62
	ПА	Промежуточная аттестация (экзамен)	6	0,35	–	–	
	Посещаемость		6	–	10	–	–
	ТИ	Итоговое тестирование по курсу через ЦТ	6	-	100	–	БТЗ к курсу Физическая химия 2
<b>Итого:</b>				<b>252</b>	<b>200</b>		

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

<b>Семестр 7. Физическая химия-3: Поверхностные явления и дисперсные системы</b>							
Модуль 5. <b>Поверхностные явления</b>	Лек 1	<i>Поверхностная энергия и поверхностные явления. Термодинамические основы поверхностных явлений. Основное уравнение термодинамики физической и коллоидной химии. Поверхностное натяжение. Энергетический и силовой аспекты поверхностного натяжения.</i>	7	2	–	–	
	Лаб 1,2	Выполнение лабораторной работы: Измерение поверхностного натяжения растворов ПАВ сталагмометрическим методом	7	4	–	–	
	Лаб 3,4	Обработка результатов лабораторной работы: Измерение поверхностного натяжения растворов ПАВ	7	4	–	–	

		сталагмометрическим методом					
	Лаб 4	Защита лабораторной работы: Измерение поверхностного натяжения растворов ПАВ сталагмометрическим методом	7	2	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Лаб 5,6	Выполнение лабораторной работы: Определение энергетических параметров поверхностного слоя	7	4	—	—	
	Лаб 7,8	Обработка результатов лабораторной работы: Определение энергетических параметров поверхностного слоя	7	4	—	—	
	Лаб 9,10	Защита лабораторной работы: Определение энергетических параметров поверхностного слоя	7	4	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек 2	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	—	—	
	Лек 3	Адгезия. Виды и термодинамические основы адгезии: аутогезия и когезия.	7	2	—	—	



		Адгезия жидкости и смачивание, краевой угол смачивания, лиофильная и лиофобная поверхности, флотация.					
	Лек 4	<i>Основные закономерности адсорбции.</i> Адсорбция как поверхностное явление, движущая сила адсорбции, абсолютная и избыточная адсорбция. Фундаментальное уравнение адсорбции Гиббса.	7	2	—	—	
	Лаб 11	Поверхностные явления. Часть 1	7	2	25	—	Контрольная работа
	Лаб 12	Выполнение лабораторной работы: Определение поверхностной активности спиртов одного гомологического ряда	7	2	—	—	
	Лаб 13,14	Обработка результатов лабораторной работы: Определение поверхностной активности спиртов одного гомологического ряда	7	4	—	—	
	Лаб 15,16	Защита лабораторной работы: Определение поверхностной активности спиртов одного гомологического ряда	7	4	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Пр 1	Собеседование и блиц-опрос по теме лекции. Решение задач.	7	2	—	—	
	Лек 5	Причины и механизм адсорбции, виды адсорбции. Изотермы адсорбции.	7	2	—	—	

		Уравнения изотермы адсорбции Генри, Фрейндлиха и Ленгмюра.					
	Лаб 17,18	Выполнение лабораторной работы: Определение теплоты, энтропии и энергии Гиббса адсорбции	7	4	—	—	
	Лаб 19	Обработка результатов лабораторной работы: Определение теплоты, энтропии и энергии Гиббса адсорбции	7	2	—	—	
	Лаб 20	Защита лабораторной работы: Определение теплоты, энтропии и энергии Гиббса адсорбции	7	2	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек 6	<i>Адсорбция на границе жидкость – газ. 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.</i>	7	2	—	—	
	Лек 7	<i>Адсорбция на твердых поверхностях. Особенности адсорбции на поверхности твердых тел, пористость поверхности. Адсорбция газов, капиллярная</i>	7	2	—	—	

		конденсация газов. Адсорбция жидкости, правило и эффект Ребиндера.					
	Лек 8	Адсорбция ионов, лиотропные ряды. Ионообменная адсорбция, иониты. Ионообменная хроматография. Применение адсорбционных процессов.	7	2	—	—	
	Пр 2	Собеседование и блиц-опрос по темам лекций. Решение задач.	7	2	—	—	
	Пр 3	Собеседование и блиц-опрос по теме лекции. Решение задач.	7	2	—	—	
	Пр 4	Собеседование и блиц-опрос по теме лекции. Решение задач.	7	2	—	—	
	Лаб 21	Поверхностные явления. Часть 2	7	2	25	—	Контрольная работа
	Лаб 22	Поверхностные явления. Часть 1 и 2	7	2	-	—	Коллоквиум
Модуль Дисперсные системы	6. Лек 9	<i>Основы дисперсионного анализа.</i> Распределение частиц дисперсных систем по размерам, дифференциальные кривые распределения, медианный и эквивалентный размер. Седиментационный анализ суспензий.	7	2	—	—	
	Лек 10	<i>Золи и суспензии.</i> Основные свойства золь и суспензий. Гели и пасты, пептизация.	7	2	—	—	
	Лаб 23,24	Выполнение лабораторной	7	4	—	—	

		работы: Исследование коагулирующего действия ионов в зависимости от их заряда					
	Лаб 25,26	Обработка результатов лабораторной работы: Исследование коагулирующего действия ионов в зависимости от их заряда.	7	4	—	—	
	Лаб 27	Защита лабораторной работы: Исследование коагулирующего действия ионов в зависимости от их заряда	7	2	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Лек 11	Эмульсии. Свойства и устойчивость эмульсий. Получение, разрушение и применение эмульсий.	7	2	—	—	
	Пр 5	Собеседование и блиц-опрос по теме лекции. Решение задач.	7	2	—	—	
	Лек 12	Пены. Свойства и устойчивость пен. Получение и применение пен.	7	2	—	—	
	Лек 13	Аэрозоли. Классификация, образование и свойства аэрозолей.	7	2	—	—	
	Лек 14	Системы с твердой дисперсионной средой. Основные характеристики. Твердые пены. Капиллярно – пористые тела.	7	2	—	—	
	Пр 6	Собеседование и блиц-опрос	7	2	—	—	

		по теме лекции. Решение задач.					
	Лек 15	<i>Высокомолекулярные соединения.</i> Структура молекул ВМС. Свойства растворов ВМС, осмотическое давление и вязкость. Набухание. Студни и студнеобразование. Свойства гелей и студней.	7	2	—	—	
	Лек 16	<i>Коллоидные ПАВ.</i> Особенности и классификация коллоидных ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования. Моющее действие коллоидных ПАВ. Применение ПАВ. <i>Белки.</i> Белки как полиэлектролиты. Белки как коллоидные растворы. Изоэлектрическая точка. Белки как ВМС.	7	2	—	—	
	Лаб 28	Выполнение лабораторной работы: Определение изоэлектрической точки белка по вязкости его растворов	7	2	—	—	
	Лаб 29	Дисперсные системы. Часть 1	7	2	25	—	Контрольная работа
	Лаб 30	Обработка результатов лабораторной работы: Определение изоэлектрической точки белка по вязкости его растворов. Защита индивидуальных	7	2	—	—	Отчет по заданию

		домашних заданий					
	Лаб 31	Защита лабораторной работы: Определение изоэлектрической точки белка по вязкости его растворов	7	2	–	–	Отчет по лабораторной работе
	Пр 7	Собеседование и блиц-опрос по теме лекции. Решение задач.	7	2	–	–	Вопросы к коллоквиуму
	Пр 8	Собеседование и блиц-опрос по теме лекции. Решение задач.системы»	7				
	Лаб 32	Дисперсные системы. Часть 2	7	2	15	–	Контрольная работа
<b>Итого контактной работы:</b>			7	112	90	–	
Промежуточная аттестация по курсу Физическая химия 3	СР	Изучение лекционного материала, подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам	7	68	–	–	
	ПА	Промежуточная аттестация (устный экзамен)	7	0,35	–	–	
	Посещаемость		7	–	10	–	Контроль посещаемости
	Контроль	Подготовка к итоговому (устному экзамену)	7	35,65	–	–	Вопросы к экзамену №№ 1-60
<b>Итого:</b>				<b>216</b>	100		

## **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.

##### **Темы практических занятий:**

Решение задач по темам лекционных занятий.

##### **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 связывает 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.

#### **Темы практических занятий:**

Решение задач по темам лекционных занятий.

**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 радиолиз?
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 «Физическая химия 3»**

### **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.

#### **Темы практических занятий:**

Решение задач по темам лекционных занятий.

#### **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 Рэлеевское 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	Отчеты по лабораторным работам Контрольная работа №№ 1-4 Вопросы к коллоквиуму Ответы по индивидуальному домашнему заданию Тестовые задания (БТЗ) №№ 1-500 Вопросы к экзамену №№ 1-62 Экзаменационные билеты №№ 1-31
6	ОПК-1	Отчеты по лабораторным работам Контрольная работа №№ 1-4 Вопросы к коллоквиуму Тестовые задания (БТЗ) №№ 1-500 Вопросы к экзамену №№ 1-62 Экзаменационные билеты №№ 1-31
7	ОПК-1	Отчеты по лабораторным работам Контрольная работа №№ 1-4 Вопросы к коллоквиуму Ответы по индивидуальному домашнему заданию Вопросы к экзамену №№ 1-60 Экзаменационные билеты №№ 1-30

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

#### 7.2.1. Отчет по лабораторной работе

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.

*5 семестр*

### Процедура оценивания:

Защита лабораторной работы производится, как правило, во время отведенных для этого занятий или, в крайнем случае, на резервном занятии в конце семестра.

### Критерии оценки:

Лабораторная работа «зачтена», если студент выполнил работу, подготовил полный отчет по лабораторной работе и в процессе защиты дал ответы не менее, чем на 80% вопросов по теме лабораторной работы, заданных преподавателем (задается не менее 10 вопросов).

Лабораторная работа «не зачтена», если студент или не выполнил работу, или неверно оформил отчет по лабораторной работе, или в процессе защиты дал ответы менее, чем на 80% вопросов по теме лабораторной работы, заданных преподавателем (задается не менее 10 вопросов).

## 7.2.2. Отчет по индивидуальному домашнему заданию

### Типовые примеры заданий:

### Комплект заданий для расчетных работ

*5 семестр*

### *Термодинамика и растворы*

#### *Задание №1: Термохимия*

Вычислить тепловой эффект реакции (см. табл. 1)  
при 298 К: 1) при  $P = \text{const}$ ; 2) при  $V = \text{const}$ .

**Таблица 1 – Индивидуальные задания**

№ вариант а	Реакция	№ варианта	Реакция
1	$2\text{H}_2 + \text{CO} = \text{CH}_3\text{OH} (\text{ж})$	13	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3(\text{г})$
2	$4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$	14	$\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 = \text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{г})$
3	$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{тв}) = \text{NH}_3 + 3\text{O}_2$	15	$\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} (\text{г})$
4	$2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} (\text{ж}) = 4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$	16	$2\text{CO} + \text{SO}_2 = \text{S}(\text{ромб}) + 2\text{CO}_2$
5	$4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O} (\text{ж}) = 4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2$	17	$\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2(\text{г})$
6	$2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$	18	$\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O} (\text{г})$
7	$\text{N}_2\text{O}_4 = 2\text{NO}_2$	19	$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$
8	$\text{Mg}(\text{OH})_2 = \text{MgO} + \text{H}_2\text{O} (\text{г})$	20	$2\text{CO}_2 = 2\text{CO} + \text{O}_2$
9	$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$	21	$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$
10	$\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaO} + \text{H}_2\text{O} (\text{г})$	22	$\text{C}_2\text{H}_6 = \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$
11	$\text{S}(\text{ромб}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = \text{SO}_2 + 2\text{H}_2$	23	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж}) = \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$

12	$S(\text{ромб}) + 2CO_2 = SO_2 + 2CO$	24 25	$CH_3CHO(\text{г}) + H_2 = C_2H_5OH(\text{ж})$ $C_6H_6(\text{ж}) + 3H_2 = C_6H_{12}(\text{ж})$
----	---------------------------------------	----------	---

### Задание №2: Растворы

Дан раствор вещества А в веществе В (см. табл. 2). Массовая доля  $\omega_2$  вещества А составляет 20%. Плотность раствора  $d$  составляет 692 кг/м<sup>3</sup>. Найти молярную, моляльную концентрации и мольную долю вещества А.

**Таблица 2 – Индивидуальные задания**

№ варианта	Масс. доля $\omega_2$ в-ва А, вес. %	Вещество		T, К	d, кг/м <sup>3</sup>
		А	В		
1	97	CBr <sub>3</sub> CHO	H <sub>2</sub> O	323	2628
2	94	CBr <sub>3</sub> CHO	H <sub>2</sub> O	313	2566
3	91	CBr <sub>3</sub> CHO	H <sub>2</sub> O	313	2485
4	87	CBr <sub>3</sub> CHO	H <sub>2</sub> O	313	2340
5	80	CBr <sub>3</sub> CHO	H <sub>2</sub> O	313	2106
6	73	CBr <sub>3</sub> CHO	H <sub>2</sub> O	313	1938
7	63	CBr <sub>3</sub> CHO	H <sub>2</sub> O	313	1725
8	45	CBr <sub>3</sub> CHO	H <sub>2</sub> O	313	1476
9	72	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> (SO <sub>3</sub> H)	H <sub>2</sub> O	298	1281
10	66	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> (SO <sub>3</sub> H)	H <sub>2</sub> O	298	1256
11	61	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> (SO <sub>3</sub> H)	H <sub>2</sub> O	298	1235
12	80	C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> (OH) <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	293	1208
13	62	(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	293	1041
14	57	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub> CO	293	992
15	50	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub>	293	968
16	43	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub> CO	293	945
17	37	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub>	293	921
18	30	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	293	900
19	23	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	293	875
20	17	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	293	850
21	12	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	293	835
22	80	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	293	765
23	60	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	293	741
24	40	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	293	719
25	20	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	293	692

7 семестр

### Поверхностные явления и дисперсные системы

#### Задание №1: Адсорбция на границе жидкий раствор – газ

Рассчитать адсорбцию  $\Gamma$  и построить изотерму адсорбции вещества на поверхности его водных растворов по зависимости  $\sigma = f(c)$  или  $\sigma = f(N)$ , (где  $c$  и  $N$  – концентрация или мольная доля вещества в растворе соответственно) при температуре  $T$  (варианты задания см.

ниже). Оценить применимость уравнения Ленгмюра для мономолекулярной адсорбции. Рассчитать предельную адсорбцию  $\Gamma_{max}$ , площадь  $B_0$ , занимаемую одной молекулой адсорбата на поверхности и константу адсорбции  $K$ .

**Задание №2: Газовая адсорбция. Расчет удельной поверхности твердого адсорбента**

По изотерме адсорбции азота (варианты задания см. ниже) определить удельную поверхность адсорбента ( $T = 77\text{K}$ ;  $B_0 = 16,2 \times 10^{-20} \text{ м}^2$ ):

**Вариант №1**

$p/p_s$	0,04	0,09	0,16	0,20	0,30
$\Gamma$ , моль/кг	2,20	2,62	2,94	3,11	3,58

**Задание №3: Конденсационная газовая адсорбция. Расчет удельного объема микропор твердого адсорбента**

Вычислить предельный адсорбционный объем активированного угля по изотерме адсорбции бензола. Для бензола молярный объем  $V_m = 89 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$ .

**Вариант №1**

$p/p_s$	$\Gamma_{уд}$ , моль/кг	$p/p_s$	$\Gamma_{уд}$ , моль/кг	$p/p_s$	$\Gamma_{уд}$ , моль/кг
$1,33 \times 10^{-6}$	0,50	$5,6 \times 10^{-4}$	1,55	$9,47 \times 10^{-2}$	2,56
$2,13 \times 10^{-5}$	0,85	$1,63 \times 10^{-2}$	2,25	0,201	2,74
$1,21 \times 10^{-4}$	1,18	$3,77 \times 10^{-2}$	2,39	0,327	2,86

**Задание 4: Адсорбция с капиллярной конденсацией. Расчет характеристик пористой структуры**

По экспериментальным данным сорбции паров воды на активированном угле при  $T = 293\text{K}$  построить кривую капиллярной конденсации. Используя вntвь десорбции, построить интегральную и дифференциальную кривые распределения пор по радиусам. Указать наиболее вероятный радиус пор. Рассчитать удельную поверхность адсорбента.  $V_m = 18 \times 10^{-3} \text{ м}^3/\text{моль}$ ,  $\sigma = 72,5 \times 10^{-3} \text{ Дж/м}^2$ .

**Вариант №1**

$p/p_s$	0	0	0	0	0	0	0
	,1	,2	,4	,6	,8	,9	,98
$\Gamma_{уд,адс} \times 10^3$ , моль/кг	3	5	6	8	1	1	1
	,75	,30	,20	,75	0,4	2,5	3,4
$\Gamma_{уд,дес} \times 10^3$ , моль/кг	3	7	7	1	1	1	1
	,75	,00	,90	0,0	1,5	3,0	3,4

**Процедура оценивания:**

Защита расчетных заданий производится, как правило, во время отведенных для этого занятий или, в крайнем случае, на резервном занятии в конце семестра.

**Критерии оценки:**

Предоставление и защита отчета по заданию с верными решениями всех задач.

### 7.2.3. Контрольная работа

#### Процедура оценивания

1. Контрольная работа является формой промежуточного контроля качества освоения студентом образовательной программы по дисциплине в целом.
2. Контрольная работа проводится в учебной аудитории в форме письменного решения представленного задания.

#### Типовые примеры заданий:

*5 семестр*

#### Термодинамика. Часть 1

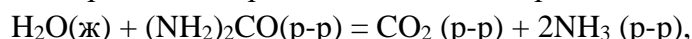
##### Вариант 1

##### Задача 1

Один моль водяных паров обратимо и изотермически сконденсировали в жидкость при 100°C. Рассчитайте работу, теплоту, изменение внутренней энергии и энтальпии в этом процессе. Удельная теплота испарения воды при 100°C равна 2260 Дж/г.

##### Задача 2

Вычислите энтальпию процесса гидролиза мочевины по реакции



если стандартные теплоты образования равны:  $\Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2\text{O(ж)}) = -285.8$  кДж/моль;  $\Delta_f H_{298}^0((\text{NH}_2)_2\text{CO(р-р)}) = -320.5$  кДж/моль;  $\Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2(\text{р-р})) = -414.5$  кДж/моль и  $\Delta_f H_{298}^0(\text{NH}_3(\text{р-р})) = -81.0$  кДж/моль.  $\Delta_r H_{298}^0$

##### Задача 3

Рассчитайте изменение энтропии при нагревании 0.7 моль моноклинной серы от 25 до 200°C при давлении 1 атм.

##### Задача 4

Процесс протекает в соответствии с уравнением реакции при температуре. Рассчитать  $\Delta H^0$ ,  $\Delta S^0$ ,  $\Delta G^0$  процесса при 298 К. Дать термодинамическую характеристику процесса, исходя из величин изменений термодинамических функций при стандартных условиях. Рассчитать  $\Delta H_T$ ,  $\Delta S_T$ ,  $\Delta G_T$  процесса при температуре Т и оценить ее влияние на направление протекания процесса.

Вариант	Уравнение процесса	Т, К
1	$2\text{H}_2(\text{г}) + \text{CO}(\text{г}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{г})$	400
2	$4\text{HCl}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 2\text{Cl}_2(\text{г})$	350
3	$\text{NH}_4\text{Cl(к)} = \text{NH}_3(\text{г}) + \text{HCl}(\text{г})$	330
4	$2\text{N}_2(\text{г}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{г}) = 4\text{NH}_3(\text{г}) + 3\text{O}_2(\text{г})$	550
5	$4\text{NO}(\text{г}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{г}) = 4\text{NH}_3(\text{г}) + 5\text{O}_2(\text{г})$	700
6	$2\text{NO}_2(\text{г}) = 2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г})$	800
7	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{г}) = 2\text{NO}_2(\text{г})$	400
8	$\text{Mg(OH)}_2(\text{к}) = \text{MgO(к)} + \text{H}_2\text{O(г)}$	320

9	$\text{CaCO}_3(\text{к}) = \text{CaO}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{г})$	350
10	$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{к}) = \text{CaO}(\text{к}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г})$	450

### Критерии и нормы оценки:

25 баллов	Все четыре задачи решены верно
20 баллов	Все задачи решены с некоторыми недочетами
10 баллов	Решены три задачи
5 баллов	Решена одна задача или две задачи с недочетами

## Термодинамика. Часть 2

### Вариант 1

#### Задача 1

Давление водяного пара раствора, содержащего нелетучее растворенное вещество, на 2% ниже давления пара чистой воды. Определите моляльность раствора

#### Задача 2

Определите, насколько увеличится температура кипения водного раствора, содержащего 0.01 моль нелетучего вещества в 200 г воды, по сравнению с температурой кипения чистой воды, если эбулиоскопическая константа воды равна  $0.512 \text{ кг} \cdot \text{К}/\text{моль}$ .

#### Задача 3

Раствор, содержащий  $0.872 \text{ моль}/\text{дм}^3$  тростникового сахара, при 291 К изотоничен с раствором NaCl, содержащим  $0.5 \text{ моль}/\text{дм}^3$  соли. Определите кажущуюся степень диссоциации и коэффициент Вант-Гоффа для хлорида натрия.

#### Задача 4

Смесь бензола (1) и воды (2) кипит при 341 К и атмосферном давлении  $p = 1.013 \cdot 10^5$  Па. Определить содержание бензола и воды в паровом конденсате (масс. доля), если жидкости не смешиваются. Давление паров воды при этой температуре  $p_1^0 = 2.9 \cdot 10^4$  Па.

#### Задача 5

В воде объемом  $V$  ( $\text{H}_2\text{O}$ ) растворили  $m$  граммов вещества А. Вычислить тепловой эффект растворения, используя справочные данные об интегральных теплотах растворения вещества А. Рассчитать, на сколько градусов изменится температура раствора в результате растворения вещества А. Величины удельных теплоемкостей веществ взять в справочных таблицах или рассчитать, используя стандартные молярные теплоемкости

Вариант	Вещество А	$V(\text{H}_2\text{O})$ , мл	Масса $m$ , г	Вариант	Вещество А	$V(\text{H}_2\text{O})$ , мл	Масса $m$ , г
1	NaOH	100	8	14	$\text{CaCl}_2$	105	10
2	LiCl	150	10	15	KCl	95	11
3	KBr	75	5	16	$\text{CuSO}_4$	110	9
4	$\text{ZnSO}_4$	125	12	17	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	80	10



5	NaI	160	15	18	KCl	120	88
6	KOH	110	10	19	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	105	14
7	MgSO <sub>4</sub>	120	9	20	NaOH	95	7
8	NaCl	80	8	21	NaI	70	6
9	LiBr	185	12	22	LiBr	80	88
10	NH <sub>4</sub> Cl	200	15	23	NH <sub>4</sub> Cl	120	12

### Критерии и нормы оценки:

25 баллов	Все пять задач решены верно
20 баллов	Все задачи решены с некоторыми недочетами
10 баллов	Решены три задачи
5 балла	Решена одна задача или две задачи с недочетами

### Семестр 6.

#### Химическая кинетика. Часть 1

##### Вариант 1

##### Задача 1

При 693 К константа равновесия реакции  $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$   $K_c = 50.25$ . Вычислите массу образующегося иодида водорода, если в реактор загрузили по 1 кг исходных веществ.

##### Задача 2

Определите константу равновесия реакции  $\text{SO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{SO}_3$  при 700 К, если при 500 К  $K_p = 588.9 \text{ Па}^{-1/2}$ , а тепловой эффект реакции в этом диапазоне температур равен -99.48 кДж/моль.

##### Задача 3

Реакция второго порядка  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} + \text{D}$  проводится в растворе с начальными концентрациями  $[\text{A}]_0 = 0.060 \text{ моль/дм}^3$  и  $[\text{B}]_0 = 0.080 \text{ моль/дм}^3$ . Через 60 мин концентрация вещества А уменьшилась до  $0.025 \text{ моль/дм}^3$ . Рассчитайте константу скорости и периоды полупревращения

##### Задача 4

Скорость бактериального гидролиза мышц рыб удваивается при переходе от температуры -1.1 °С к температуре +2.2°С. Оцените энергию активации этой реакции.

##### Задача 5

Вычислить коэффициент распределения хинона между эфиром и водой при 19,5°С, если концентрации хинона (моль/л) в воде равны 0,002915 и 0,008415, а в эфире соответственно 0,00893 и 0,02714.

### Критерии и нормы оценки:

25 баллов	Все пять задач решены верно
-----------	-----------------------------

20 баллов	Все задачи решены с некоторыми недочетами
10 баллов	Решены три задачи
5 балла	Решена одна задача или две задачи с недочетами

## Электрохимия. Часть 1

### Вариант 1

#### Задача 1

Кадмий, предварительно осажденный на платиновую сетку (электрод Фишера), полностью растворили анодным током  $I = 140$  мА в водном растворе  $K_2SO_4$ . Сколько г кадмия было осаждено на электрод Фишера, если время анодного растворения составило  $t = 1$  час 48 мин?

#### Задача 2

Удельная электропроводность  $0.135$  М раствора пропионовой кислоты  $C_2H_5COOH$  равна  $4.79 \cdot 10^{-4}$  Ом $^{-1}$ ·см $^{-1}$ . Рассчитайте эквивалентную электропроводность раствора, константу диссоциации кислоты и рН раствора, если предельные подвижности  $H^+$  и  $C_2H_5COO^-$  равны соответственно 349.8 и 37.2 Ом $^{-1}$ ·см $^2$ ·моль $^{-1}$ .

#### Задача 3

Эквивалентная электропроводность бесконечно разбавленных растворов NaCl, NaClO $_3$  и HCl при 25 °С равна, соответственно, 126.4; 114.7 и 426.0 Ом $^{-1}$ ·см $^2$ ·моль $^{-1}$ . Какова эквивалентная электропроводность бесконечно разбавленного раствора HClO $_3$  при 25 °С?

#### Задача 4

При 298 К ЭДС гальванического элемента, составленного из хлоридсеребряного электрода с концентрацией KCl, равной 0.01 моль/дм $^3$ , хингидронного электрода, приготовленного на основе исследуемого раствора, равна 0.150 В. Вычислите рН исследуемого раствора.

#### Задача 5

Для 0.002 моляльного раствора  $Fe_2(SO_4)_3$  вычислите среднюю ионную моляльность и среднюю ионную активность, а также общую активность электролита, если средний ионный коэффициент активности  $\gamma_{\pm} = 0.79$ .

### Критерии и нормы оценки:

25 баллов	Все пять задач решены верно
20 баллов	Все задачи решены с некоторыми недочетами
10 баллов	Решены три задачи
5 балла	Решена одна задача или две задачи с недочетами

## Семестр 7

## Поверхностные явления. Часть 1

### Вариант 1

#### Задача 1

Дайте краткое описание способов повышения агрегативной устойчивости (защиты) коллоидных частиц. В чем состоит сущность и практическое значение явления седиментации.

### Задача 2

Поясните сущность понятий «поверхностно-активные вещества» и «коллоидные поверхностно-активные вещества». В чем состоит отличие молекулярной структуры обычных ПАВ от коллоидных ПАВ?

### Задача 3

При дроблении 1 г кристаллического кремния получены частицы кубической формы с длиной ребра  $l = 5 \cdot 10^{-6}$  см. Определите количество полученных частиц и их суммарную поверхность, если плотность кремния  $\rho = 2.42$  г/см<sup>3</sup>.

### Задача 4

Капля ртути в виде шара объемом 0.40 см<sup>3</sup> разделена на 10 одинаковых капелек шарообразной формы. Рассчитайте работу, затраченную на этот процесс, если поверхностное натяжение ртути при температуре опыта составляет 465 мДж/м<sup>2</sup>.

### Задача 5

При концентрации некоторого вещества в объеме раствора, равной 0.075 моль/дм<sup>3</sup>, величина  $d\sigma/dc$  составляет  $-6.25 \cdot 10^{-5}$  Дж·м/моль. Рассчитайте значение избыточной адсорбции этого вещества на границе раствор-воздух, если температура раствора равна 20°C.

### Критерии и нормы оценки:

25 баллов	Все пять задач решены верно
20 баллов	Все задачи решены с некоторыми недочетами
10 баллов	Решены три задачи
5 балла	Решена одна задача или две задачи с недочетами

## Дисперсные системы. Часть 1

### Вариант 1

#### Задача 1

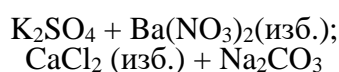
Составьте формулу мицеллы золя золота (Au), если потенциалопределяющими ионами являются аурат-ионы  $\text{AuO}_2^-$ , а противоионами – катионы калия.

#### Задача 2

Составьте формулу мицеллы золя серы (S), если потенциалопределяющими ионами являются пентатионат-ионы  $\text{S}_5\text{O}_6^{2-}$ , а противоионами – ионы  $\text{H}^+$ .

#### Задача 3

Составьте формулу мицеллы золя, полученного по реакции конденсации:



#### Задача 4

Как называется явление перемещения дисперсионной среды относительно неподвижной дисперсной фазы в постоянном электрическом поле?

### Задача 5

Перечислите методы получения коллоидных растворов.

#### Критерии и нормы оценки:

25 баллов	Все пять задач решены верно
20 баллов	Все задачи решены с некоторыми недочетами
10 баллов	Решены три задачи
5 балла	Решена одна задача или две задачи с недочетами

#### 7.2.4. Коллоквиум

##### Процедура оценивания

Коллоквиум проводится в форме устного опроса по трем вопросам для коллоквиума и ответить на дополнительные вопросы для соответствующих модулей (см. п. 5).

##### Критерии оценки:

Оценка «отлично» соответствует 0 баллов, и является допуском к зачету, если даны правильные ответы на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» соответствует (-10) баллов, если в ответах содержатся небольшие недочёты, и является допуском к зачету.

Оценка «удовлетворительно» соответствует (-20) баллов, если в некоторых ответах содержатся существенные ошибки, и является допуском к зачету.

Оценка «неудовлетворительно» соответствует (-40) баллов, если студент в целом не готов к коллоквиуму, но знаком с некоторыми терминами и определениями. Студент к зачету не допускается.

#### Вопросы к коллоквиуму по темам Термодинамика. Часть 1 и 2:

№ п/п	Вопрос
1	Химическая термодинамика и ее особенности
2	Термодинамическая система и ее параметры
3	Термодинамические процессы.
4	Работа в изотермическом процессе.
5	Равновесные (обратимые) и неравновесные (необратимые) процессы.
6	Нулевое начало термодинамики
7	Теплота и работа
8	Внутренняя энергия и энтальпия
9	Основные понятия и формулировки, первое начало термодинамики для процессов в идеальном газе.
10	Теплоемкость.
11	Закон Гесса.
12	Определение тепловых эффектов по теплоте образования.
13	Определение тепловых эффектов по теплоте сгорания.
14	Критерии равновесных и самопроизвольных процессов в изолированных системах.
15	Второе начало термодинамики для обратимых и необратимых процессов в изолированных системах.

16	Статистический смысл понятия энтропии.
17	Третье начало термодинамики. Постулат Планка.
18	Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца.
19	Критерии равновесных и самопроизвольных процессов в неизолированных системах.
20	Максимальная работа.
21	Характеристические функции.
22	Термодинамические потенциалы.
23	Зависимость энергий Гиббса и Гельмгольца от температуры.
24	Химический потенциал идеального газа.
25	Химический потенциал реального газа.
26	Фугитивность.
27	Активность и коэффициент активности.
28	Константа равновесия химической реакции.
29	Химическая переменная и химическое сродство.
30	Изотерма химической реакции.
31	Уравнение изохоры химической реакции.
32	Уравнение изобары химической реакции.
33	Смещение химического равновесия и принцип Ле Шателье – Брауна.
34	Элементы статистической термодинамики.
35	Сумма по состояниям.
36	Элементы неравновесной термодинамики.
37	Поток и термодинамическая сила.
38	Феноменологические уравнения и принцип Онзагера.
39	Производство энтропии и теорема Пригожина.
40	Фазовое равновесие.
41	Основные понятия и определения, условия равновесия компонента в двух фазах гетерогенной системы.
42	Основной закон фазового равновесия. Правило фаз Гиббса.
43	Тепловые эффекты фазовых переходов. Уравнение Клаузиуса - Клапейрона.
44	Диаграмма состояния гетерогенной однокомпонентной системы. Диаграмма состояния воды.
45	Диаграмма состояния двухкомпонентных систем.
46	Системы с эвтектикой
47	Системы с твердыми растворами
48	Системы с ограниченной растворимостью в жидкой фазе.
49	Трехкомпонентные жидкие системы
50	Системы с тройной эвтектикой

### *6 семестр*

#### **Вопросы к коллоквиуму по темам Химическая кинетика. Часть 1 и 2:**

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 реакции.
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.
25	Окислительно-восстановительный катализ
26	Окислительно-восстановительный катализ
27	Ферментативный катализ
28	Стадийный и слитный механизм каталитических реакций
29	Скорость каталитических реакций
30	Гетерогенные катализаторы.
31	Основы теории гетерогенного катализа.

### 7 семестр

#### Вопросы к коллоквиуму по темам Поверхностные явления. Часть 1 и 2:

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.
4	Классификация поверхностных явлений и дисперсных систем по размеру и внешнему виду частиц дисперсной фазы.
5	Термодинамические основы поверхностных явлений.
6	Основное уравнение термодинамики физической и коллоидной химии.
7	Поверхностное натяжение. Энергетический аспект поверхностного натяжения.
8	Силовой аспект поверхностного натяжения.
9	Связь поверхностных явлений с изменением поверхности раздела фаз и поверхностного натяжения. Поверхностные явления при изменении поверхности раздела фаз: коалесценция, изотермическая перегонка.
10	Поверхностные явления при изменении поверхностного натяжения. Особенности искривленной поверхности раздела фаз. Формула Кельвина
11	Виды и термодинамические основы адгезии: аутогезия и когезия.
12	Адгезия жидкости и смачивание, краевой угол смачивания, лиофильная и лиофобная поверхности, флотация.
13	Адсорбция как поверхностное явление, движущая сила адсорбции, абсолютная и избыточная адсорбция.
14	Фундаментальное уравнение адсорбции Гиббса.
15	Причины и механизм адсорбции, виды адсорбции.

16	Изотермы адсорбции. Уравнения изотермы адсорбции Генри, Фрейндлиха и Ленгмюра.
17	Особенности адсорбции на границе жидкость – газ. Поверхностная активность, ПАВ и ПИВ.
18	Адсорбция ПАВ, дифильность молекул ПАВ. Зависимость адсорбции от концентрации адсорбтива,
19	Изотерма поверхностного натяжения. Уравнение Шишковского.
20	Предельная адсорбция. Правило Траубе – Дюкло.
21	Особенности адсорбции на поверхности твердых тел, пористость поверхности.
22	Адсорбция газов, капиллярная конденсация газов.
23	Адсорбция жидкости, правило и эффект Ребиндера.
24	Адсорбция ионов, лиотропные ряды.
25	Ионообменная адсорбция, иониты.
26	Ионообменная хроматография. Применение адсорбционных процессов.
27	Поверхностная энергия и заряд поверхности, взаимосвязь удельного заряда поверхности с ее потенциалом.
28	Двойной электрический слой, плотный и диффузный слои, дзета-потенциал. Строение мицеллы
29	Электрокинетические явления: электрофорез и электроосмос.
30	Возникновение потенциалов седиментации и течения.
31	Электрофоретическая подвижность.
32	Прохождение света через дисперсную систему, закон Ламберта – Бера.
33	Рассеяние света в дисперсных системах, рассеянное отражение и преломление, формула Релея.
34	Броуновское движение, средний сдвиг частиц.
35	Диффузия, уравнение стационарной диффузии Фика, коэффициент диффузии.
36	Осмоз, осмотическое давление в дисперсных системах.
37	Проблема устойчивости дисперсных систем и понятия седиментационной и агрегативной устойчивости.
38	Седиментационная устойчивость и гипсометрический закон распределения частиц по высоте.
39	Расклинивающее давление и агрегативная устойчивость, теория ДЛФО.
40	Основные понятия и характеристики структурированных систем: свободнодисперсные и связнодисперсные системы, деформация и закон Юнга.
41	Ньютоновские и неньютоновские дисперсные системы.
42	Характеристики сыпучих материалов: адгезионный и аутогезионный процесс движения материалов.

### **7.2.5. Вопросы БТЗ**

#### **Примеры тестовых заданий:**

1. Гетерогенная термодинамическая система может состоять из  
одной фазы  
двух фаз  
трех фаз  
более трех фаз
2. Термодинамические параметры интенсивности  
зависят от количества вещества в системе

не зависят от количества вещества в системе  
масса, объем, число молей компонента, энергия  
температура, плотность, концентрация

3. Выделите свойства, присущие работе:

Функция состояния

Функция процесса

Характеризуется алгебраическим знаком

Не характеризуется алгебраическим знаком

4. Для однокомпонентной системы, на которую влияют такие внешние факторы, как давление и температура, правило фаз Гиббса  $C = K - \Phi + n$ , выглядит, как

$$C = 1 - \Phi$$

$$C = 2 - \Phi$$

$$C = 3 - \Phi$$

$$C = 4 - \Phi$$

Полный сборник тестов по курсу «Физическая и коллоидная химия» размещен на образовательном портале

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

К экзаменам и зачету с оценкой допускаются студенты, защитившие все лабораторные работы и расчетные задания и набравшие за контрольные работы, коллоквиум и посещаемость в общей сложности 75 и более баллов.

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

##### Вопросы для экзамена

№ п/п	5 семестр
1	Основные разделы курса и методы исследования
2	Химическая термодинамика и ее особенности
3	Термодинамическая система и ее параметры
4	Термодинамические процессы.
5	Работа в изотермическом процессе.
6	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	Критерии равновесных и самопроизвольных процессов в изолированных системах.



16	Второе начало термодинамики для обратимых и необратимых процессов в изолированных системах.
17	Статистический смысл понятия энтропии.
18	Третье начало термодинамики. Постулат Планка.
19	Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца.
20	Критерии равновесных и самопроизвольных процессов в неизолированных системах.
21	Максимальная работа.
22	Характеристические функции.
23	Термодинамические потенциалы.
24	Зависимость энергий Гиббса и Гельмгольца от температуры.
25	Химический потенциал идеального газа.
26	Химический потенциал реального газа.
27	Фугитивность.
28	Активность и коэффициент активности.
29	Константа равновесия химической реакции.
30	Химическая переменная и химическое сродство.
31	Изотерма химической реакции.
32	Уравнение изохоры химической реакции.
33	Уравнение изобары химической реакции.
34	Смещение химического равновесия и принцип Ле Шателье – Брауна.
35	Элементы статистической термодинамики.
36	Сумма по состояниям.
37	Элементы неравновесной термодинамики.
38	Поток и термодинамическая сила.
39	Феноменологические уравнения и принцип Онзагера.
40	Производство энтропии и теорема Пригожина.
41	Фазовое равновесие.
42	Основные понятия и определения, условия равновесия компонента в двух фазах гетерогенной системы.
43	Основной закон фазового равновесия. Правило фаз Гиббса.
44	Тепловые эффекты фазовых переходов. Уравнение Клаузиуса - Клапейрона.
45	Диаграмма состояния гетерогенной однокомпонентной системы. Диаграмма состояния воды.
46	Диаграмма состояния двухкомпонентных систем.
47	Системы с эвтектикой
48	Системы с твердыми растворами
49	Системы с ограниченной растворимостью в жидкой фазе.
50	Трехкомпонентные жидкие системы
51	Системы с тройной эвтектикой
52	Способы выражения концентрации растворов.
53	Парциальные молярные величины.
54	Идеальные растворы.
55	Предельно разбавленные и неидеальные растворы.
56	Давление насыщенного пара компонента над раствором.
57	Закон Рауля.
58	Закон Генри.
59	Общее давление пара летучих смесей.
60	Законы Гиббса – Коновалова.
61	Диаграммы состояния летучих смесей.
62	Перегонка жидких летучих смесей.

## Вопросы для экзамена

№ п/п	Семестр 6
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 реакции.
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.
25	Окислительно-восстановительный катализ
26	Окислительно-восстановительный катализ
27	Ферментативный катализ
28	Стадийный и слитный механизм каталитических реакций
29	Скорость каталитических реакций
30	Гетерогенные катализаторы.
31	Основы теории гетерогенного катализа.
32	Электролитическая диссоциация, сольватация и гидратация ионов.
33	Сильные и слабые электролиты, свойства растворов слабых электролитов
34	Константа диссоциации.
35	Степень диссоциации.
36	Изотонический коэффициент и коллективные свойства растворов
37	Средняя активность и ионная сила электролитов.
38	Основы электростатической теории растворов сильных электролитов.
39	Удельная электропроводность.
40	Молярная электропроводность.
41	Подвижность ионов.
43	Зависимость электропроводности от концентрации
43	Основы теории электропроводности Онсагера.
44	Электропроводность растворов с ионами гидроксония и гидроксида.
45	Электропроводность неводных электролитов.
46	Электропроводность расплавленных электролитов.

47	Электропроводность твердых электролитов.
48	Числа переноса
49	законы Фарадея
50	Кондуктометрия.
51	Электрохимические системы, электродные полуреакции,
52	Обратимые и необратимые электроды, запись электродов и систем.
53	Э.д.с. электрохимической системы, электродный потенциал
54	Возникновение скачка потенциала на границе раствор – металл и раствор – раствор.
55	Двойной электрический слой на границе металл – раствор.
56	Термодинамика обратимых электрохимических систем.
57	Уравнение Нернста.
58	Классификация обратимых электродов, электроды первого и второго рода, газовые электроды.
59	Окислительно – восстановительные электроды.
60	Ионообменные электроды.
61	Потенциометрия.
62	Электрохимические цепи.
63	Устойчивость водных электрохимических цепей, диаграмма Пурбе.
64	Химические источники тока, элементы и аккумуляторы.
65	Химические источники тока с неводными электролитами.
66	Химические источники тока с твердыми электролитами.
67	Топливные элементы.
68	Электролиз и его применения.
69	Электродная поляризация.
70	Диффузионное перенапряжение. Электрохимическое перенапряжение. Фазовое перенапряжение

### Вопросы для экзамена

№ п/п	Семестр 7
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.
4	Классификация поверхностных явлений и дисперсных систем по размеру и внешнему виду частиц дисперсной фазы.
5	Термодинамические основы поверхностных явлений.
6	Основное уравнение термодинамики физической и коллоидной химии.
7	Поверхностное натяжение. Энергетический аспект поверхностного натяжения.
8	Силовой аспект поверхностного натяжения.
9	Связь поверхностных явлений с изменением поверхности раздела фаз и поверхностного натяжения. Поверхностные явления при изменении поверхности раздела фаз: коалесценция, изотермическая перегонка.
10	Поверхностные явления при изменении поверхностного натяжения. Особенности искривленной поверхности раздела фаз. Формула Кельвина
11	Виды и термодинамические основы адгезии: аутогезия и когезия.
12	Адгезия жидкости и смачивание, краевой угол смачивания, лиофильная и лиофобная поверхности, флотация.
13	Адсорбция как поверхностное явление, движущая сила адсорбции, абсолютная и

	избыточная адсорбция.
14	Фундаментальное уравнение адсорбции Гиббса.
15	Причины и механизм адсорбции, виды адсорбции.
16	Изотермы адсорбции. Уравнения изотермы адсорбции Генри, Фрейндлиха и Ленгмюра.
17	Особенности адсорбции на границе жидкость – газ. Поверхностная активность, ПАВ и ПИВ.
18	Адсорбция ПАВ, дифильность молекул ПАВ. Зависимость адсорбции от концентрации адсорбтива,
19	Изотерма поверхностного натяжения. Уравнение Шишковского.
20	Предельная адсорбция. Правило Траубе – Дюкло.
21	Особенности адсорбции на поверхности твердых тел, пористость поверхности.
22	Адсорбция газов, капиллярная конденсация газов.
23	Адсорбция жидкости, правило и эффект Ребиндера.
24	Адсорбция ионов, лиотропные ряды.
25	Ионообменная адсорбция, иониты.
26	Ионообменная хроматография. Применение адсорбционных процессов.
27	Поверхностная энергия и заряд поверхности, взаимосвязь удельного заряда поверхности с ее потенциалом.
28	Двойной электрический слой, плотный и диффузный слои, дзета-потенциал. Строение мицеллы
29	Электрокинетические явления: электрофорез и электроосмос.
30	Возникновение потенциалов седиментации и течения.
31	Электрофоретическая подвижность.
32	Прохождение света через дисперсную систему, закон Ламберта – Бера.
33	Рассеяние света в дисперсных системах, рассеянное отражение и преломление, формула Релея.
34	Броуновское движение, средний сдвиг частиц.
35	Диффузия, уравнение стационарной диффузии Фика, коэффициент диффузии.
36	Осмос, осмотическое давление в дисперсных системах.
37	Проблема устойчивости дисперсных систем и понятия седиментационной и агрегативной устойчивости.
38	Седиментационная устойчивость и гипсометрический закон распределения частиц по высоте.
39	Расклинивающее давление и агрегативная устойчивость, теория ДЛФО.
40	Основные понятия и характеристики структурированных систем: свободнодисперсные и связнодисперсные системы, деформация и закон Юнга.
41	Ньютоновские и неньютоновские дисперсные системы.
42	Характеристики сыпучих материалов: адгезионный и аутогезионный процесс движения материалов.
43	Классификация способов получения дисперсных систем.
44	Диспергирование и степень диспергирования, дробление и помол.
45	Получение дисперсных систем за счет конденсационных процессов: конденсация, десублимация и кристаллизация, изотермическая перегонка.
46	Распределение частиц дисперсных систем по размерам, дифференциальные кривые распределения, медианный и эквивалентный размер.
47	Седиментационный анализ суспензий.
48	Основные свойства золь и суспензий.
49	Гели и пасты, пептизация.
50	Свойства и устойчивость эмульсий. Получение, разрушение и применение эмульсий.

51	Свойства и устойчивость пен. Получение и применение пен.
52	Классификация, образование и свойства аэрозолей.
53	Основные характеристики. Твердые пены. Капиллярно – пористые тела.
54	Коллоидная химия ВМС. Структура макромолекул ВМС.
55	Свойства растворов ВМС. Набухание.
56	Студни и студнеобразование, свойства гелей и студней.
57	Особенности и классификация коллоидных ПАВ
58	Критическая концентрация мицеллообразования.
59	Моющее действие коллоидных ПАВ.
60	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			
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 3			
Экзамен (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	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»
2	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»
3	Конюхов, В. Ю.	Физическая и коллоидная химия : учебное пособие / В.Ю. Конюхов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 264 с. – ISBN 978-5-9729-2044-0.	Учебное пособие	2024	ЭБС «Znanium»
4	Истомина, Е. Е.	Физическая химия : учебник / Е.Е. Истомина. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 172 с. – ISBN 978-5-9729-1861-4.	Учебное пособие	2024	ЭБС «Znanium»
5	Демина, О. В.	Физическая и коллоидная химия : учебное пособие / О.В. Демина, И.И. Головнева. – Москва : ИНФРА-М, 2024. – 200 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-16-019669-5.	Учебное пособие	2024	ЭБС «Znanium»

### 8.2. Дополнительная литература

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
1	Кумыков Р.М.	Физическая и коллоидная химия : учебное пособие / Р.М. Кумыков, А.Б. Иттиев. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 236 с. – ISBN 978-5-8114-3519-7.	Учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»
2	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»
3	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»
4	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»
5	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»
6	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»
7	Свиридов В.В.,	Физическая химия : учебное пособие / В.	Учебное пособие	2016	ЭБС «Лань»



<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
	Свиридов А.В.	В. Свиридов, А. В. Свиридов. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 600 с. – ISBN 978-5-8114-2262-3.			

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

– 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	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, 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.

№ 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
2	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-306	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), таблица Менделеева.
3	Лаборатория физической и коллоидной химии. 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. 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.