

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

Б1.В.12
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая химия

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

направленность (профиль)

Рациональное использование энергетических и сырьевых ресурсов

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 14 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5	6	Итого
Форма контроля	Зачет	Экзамен	
Вид занятий			
Лекции	50	50	100
Лабораторные	50	50	100
Практические			
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР			
Промежуточная аттестация	0,25	0,35	0,6
Контактная работа	100,25	100,35	200,6
Самостоятельная работа	115,75	152	267,75
Контроль		35,65	35,65
Итого	216	288	504

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

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Срок действия рабочей программы дисциплины до «__» _____ 20__ г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой Химическая технология и ресурсосбережение

«__» _____ 20__ г.

(подпись)

М.В. Кравцова

(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДЕНО

На заседании Центра медицинской химии (протокол заседания № 3 от «19» сентября 2019 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.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Технологии переработки и утилизации отходов; Энергоресурсосберегающие технологии; Технологии очистки сточных вод; Хроматографические методы анализа; Альтернативные источники энергии.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-2. Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования		Знать: основные законы физической химии, основные методы теоретического и экспериментального исследования
		Уметь: использовать основные законы физической химии, основные методы теоретического и экспериментального исследования
		Владеть: методами использования основных законов физической химии, основных методов теоретического и экспериментального исследования
ОПК-3. Способность использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы		Знать: основные законы и количественные закономерности физической химии для понимания окружающего мира и явлений природы.
		Уметь: использовать основные законы и количественные закономерности физической химии для понимания окружающего мира и явлений природы.
		Владеть: методами использования основных законов и количественных закономерностей физической химии для понимания

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		окружающего мира и явлений природы.
ПК-15. Способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты		Знать: основные методы экспериментальных исследований, получения, обработки и анализа полученных результаты
		Уметь: использовать основные методы экспериментальных исследований, получения, обработки и анализа полученных результаты
		Владеть: методами использования основных методов экспериментальных исследований, получения, обработки и анализа полученных результаты

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)
5 семестр. Химическая термодинамика							
Модуль 1. Термодинамика	Лекция (Лек1)	<i>Основные положения химической термодинамики.</i> Химическая термодинамика и ее отличия от общей и технической термодинамики. Термодинамическая система и ее параметры.	5	2	–	–	
	Лекция (Лек2)	Термодинамические процессы. Работа в изотермическом процессе, равновесные (обратимые) и неравновесные (необратимые) процессы. Теплота и работа. Внутренняя энергия и энтальпия.					
	Лабораторное занятие (Лаб1)	Вводное занятие: техника безопасности и правила работы в химической лаборатории;	5	2	–	–	
	Лабораторное занятие (Лаб2)	Вводное занятие: Методы обработки экспериментальных результатов.	5	2	–	–	
	Практическое занятие (Пр1)	Собеседование и блиц-опрос по теме лекции.	5	4	1	–	
	Лабораторное занятие (Лаб3)	Практическое обучение обработке экспериментальных результатов.	5	4	4	–	Отчет по лабораторной работе
	Лекция (Лек3)	<i>Первое начало термодинамики.</i> Основные понятия и формулировки, первое начало термодинамики для процессов в идеальном газе. Теплоемкость.	5	2	–	–	
	Лекция (Лек4)	<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	–	–	

	Лекция (Лек5)	<i>Второе начало термодинамики. Критерии самопроизвольности процессов в изолированных системах, энтропия как основной из них.</i>	5	2	—	—	
	Лекция (Лек6)	<i>Второе начало термодинамики для обратимых и необратимых процессов.</i>					
	Лекция (Лек7)	<i>Статистический смысл понятия энтропии, термодинамическая вероятность и формула Больцмана. Третье начало термодинамики, постулат Планка. Расчет энтропии.</i>	5	2	—	—	
	Лекция (Лек8)	<i>Процессы в неизолированных системах. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Критерии равновесных и самопроизвольных процессов. Максимальная работа в изохорно-изотермическом и изобарно-изотермическом процессах.</i>	5	2	—	—	
	Лекция (Лек9)	<i>Характеристические функции и термодинамические потенциалы. Зависимость энергий Гиббса и Гельмгольца от температуры, уравнения Гиббса – Гельмгольца.</i>	5	2	—	—	
	Лекция (Лек10)	<i>Химическое равновесие</i> Химический потенциал идеального газа. Химический потенциал реального газа, фугитивность. Активность и коэффициент активности.	5	2	—	—	
	Лекция (Лек11)	<i>Константа равновесия химической реакции. Изотерма химической реакции. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Смещение химического равновесия и принцип Ле Шателье – Брауна.</i>					
	Лекция (Лек12)	<i>Основы статистической термодинамики. Элементы статистической термодинамики. Сумма по состояниям. Зависимость термодинамических функций от суммы по состояниям.</i>	5	2	—	—	

	Лекция (Лек13)	<i>Фазовое равновесие.</i> Основные понятия и определения, условия равновесия компонента в двух фазах гетерогенной системы. Основной закон фазового равновесия, правило фаз Гиббса.	5	2	—	—	
	Лекция (Лек14)	Тепловые эффекты фазовых переходов, уравнение Клаузиуса – Клапейрона. Диаграмма состояния гетерогенной однокомпонентной системы, диаграмма состояния воды.					
	Лабораторное занятие (Лаб3)	Выполнение лабораторной работы: Распределение вещества между двумя несмешивающимися растворителями	5	4	—	—	
	Лабораторное занятие (Лаб4)	Обработка результатов лабораторной работы: Распределение вещества между двумя несмешивающимися растворителями	5	6	—	—	
	Лабораторное занятие (Лаб5)	Защита лабораторной работы: Распределение вещества между двумя несмешивающимися растворителями	5	4	4	—	Отчет по лабораторной работе
	Лекция (Лек15)	<i>Диаграммы состояния двухкомпонентных систем.</i> Физико – химический и термический анализы. Системы с эвтектикой. Системы с конгруэнтно и incongruently плавающими химическими соединениями, правило рычага.	5	2	—	—	
	Лекция (Лек16)	Системы с твердыми растворами с неограниченной растворимостью. Системы с ограниченной растворимостью в жидкой фазе.					
	Лекция (Лек17)	<i>Диаграммы состояния трехкомпонентных систем.</i> Графическое изображение состава трехкомпонентной системы. Трехкомпонентные жидкие системы. Системы с тройной эвтектикой.	5	2	—	—	

	Лабораторное занятие (Лаб6)	Выполнение лабораторной работы: Изучение растворимости в трехкомпонентной системе	6	4	—	—	
	Лабораторное занятие (Лаб7)	Обработка результатов лабораторной работы: Изучение растворимости в трехкомпонентной системе	6	4	—	—	
	Лабораторное занятие (Лаб8)	Защита лабораторной работы: Изучение растворимости в трехкомпонентной системе	6	6	4	—	Отчет по лабораторной работе
Модуль 2. Растворы	Лекция (Лек18)	<i>Общие закономерности.</i> Основные понятия и определения. Выражения концентрации растворов. Идеальные, предельно разбавленные и неидеальные растворы.	5	2	—	—	
	Лекция (Лек19)	Парциальные молярные величины. Нахождение парциальных молярных величин.	5	2	—	—	
	Лекция (Лек20)	Описание свойств неидеальных растворов. Уравнение Гиббса – Дюгема.	5	2	—	—	
	Лабораторное занятие (Лаб9)	Выполнение лабораторной работы: Определение парциальных молярных объемов	5	4	—	—	
	Лабораторное занятие (Лаб10)	Обработка результатов лабораторной работы: Определение парциальных молярных объемов	5	4	—	—	
	Лабораторное занятие (Лаб11)	Защита результатов лабораторной работы: Определение парциальных молярных объемов	5	6	4	—	Отчет по лабораторной работе
	Лекция (Лек21)	<i>Давление паров компонентов над раствором.</i> Давление паров над идеальным раствором, закон Рауля. Давление паров над предельно разбавленным раствором, закон Генри. Давление паров над неидеальным раствором.	5	2	—	—	
	Лабораторное занятие (Лаб12)	Выполнение лабораторной работы: Определение давления насыщенного пара жидкости	1	4	—	—	

Лабораторное занятие (Лаб13)	Обработка результатов лабораторной работы: Определение давления насыщенного пара жидкости	1	6	—	—	
Лабораторное занятие (Лаб14)	Защита результатов лабораторной работы: Определение давления насыщенного пара жидкости	1	4	4	—	Отчет по лабораторной работе
Лекция (Лек22)	<i>Химическое равновесие в растворах.</i> Растворимость твердых веществ. Равновесие расплава с твердым веществом. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов.	5	2	—	—	
Лекция (Лек23)	Осмоз и осмотическое давление. Закон распределения Нернста. Экстракция. Перегонка с водяным паром.	5	2	—	—	
Лабораторное занятие (Лаб15)	Выполнение лабораторной работы: Определение теплоты растворения солей	6	4	—	—	
Лабораторное занятие (Лаб16)	Обработка результатов лабораторной работы: Определение теплоты растворения солей	6	6	—	—	
Лабораторное занятие (Лаб17)	Защита результатов лабораторной работы: Определение теплоты растворения солей	6	6	4	—	Отчет по лабораторной работе
Лекция (Лек24)	<i>Термодинамика жидких летучих смесей.</i> Общее давление пара над летучей смесью. Законы Гиббса – Коновалова. Общее давление пара над идеальной и неидеальной летучей смесью.	5	2	—	—	
Лабораторное занятие (Лаб18)	Выполнение лабораторной работы: Исследование равновесия двухкомпонентный жидкий раствор – пар.	6	6	—	—	
Лабораторное занятие (Лаб19)	Обработка результатов лабораторной работы: Исследование равновесия двухкомпонентный жидкий раствор – пар.	2	6	—	—	
Лабораторное занятие (Лаб20)	Защита лабораторной работы: Исследование равновесия двухкомпонентный жидкий раствор – пар.	2	6	4	—	Отчет по лабораторной работе

	Лекция (Лек25)	Разделение жидких летучих смесей. Диаграммы состояния летучих смесей. Испарение жидких летучих смесей. Дробная перегонка смеси без азеотропа и с азеотропом. Ректификация.	5	2	—	—	
			Итог:	216	200		
Семестр 6. Химическая кинетика. Электрохимия							
Модуль 3. Химическая кинетика	Лекция (Лек26)	Основные понятия химической кинетики. Предмет изучения химической кинетики. Скорость химических реакций. Молекулярность химических реакций. Закон действующих масс. Порядок химической реакции.	6	2	—	—	
	Лабораторное занятие (Лаб21)	Выполнение лабораторной работы: Определение порядка реакции окисления иодид-ионов ионами трехвалентного железа	6	4	—	—	
	Лабораторное занятие (Лаб22)	Обработка результатов лабораторной работы: Определение порядка реакции окисления иодид-ионов ионами трехвалентного железа	6	6	—	—	
	Лабораторное занятие (Лаб23)	Защита лабораторной работы: Определение порядка реакции окисления иодид-ионов ионами трехвалентного железа	6	6	—	—	Отчет по лабораторной работе
	Лекция (Лек27)	Формальная кинетика. Кинетические уравнения реакций первого, второго и третьего порядка.	6	2	—	—	
	Лекция (Лек28)	Экспериментальное определение порядка реакций: графический метод, по времени полупревращения и по методу избытка реагента.	6	2	—	—	
	Лекция (Лек29)	Теоретические представления химической кинетики. Элементарный акт реакции и энергия активации. Активированный комплекс.	6	2	—	—	
	Лекция (Лек30)	Основы теории активированного комплекса. Стерический или пространственный фактор.	6	2	—	—	

Лекция (Лек31)	<i>Кинетика сложных химических реакций.</i> Обратимые, последовательные, параллельные и сопряженные реакции. Цепные реакции. Кинетика цепных реакций.	6	2	—	—	
Лекция (Лек32)	Нетермические химические реакции. Фотохимические реакции. Кинетика гетерогенных процессов. Кинетика топохимических реакций.	6	2	—	—	
Лабораторное занятие (Лаб24)	Выполнение лабораторной работы: Исследование кинетики термического разложения перманганата калия.	6	6	—	—	
Лабораторное занятие (Лаб25)	Обработка результатов лабораторной работы: Исследование кинетики термического разложения перманганата калия.	6	6	—	—	
Лабораторное занятие (Лаб26)	Защита лабораторной работы: Исследование кинетики термического разложения перманганата калия.	6	6	4	—	Отчет по лабораторной работе
Лекция (Лек33)	<i>Катализ.</i> Катализаторы и каталитические реакции, общие понятия. Виды катализа: _кисотно-основный, окислительно-восстановительный и ферментативный катализ.	6	2	—	—	
Лекция (Лек34)	Механизм каталитических реакций: степень компенсации, слитный и стадийный механизм.	6	2	—	—	
Лекция (Лек35)	Скорость каталитических реакций, активность катализатора, скорость ферментативных каталитических реакций. Кислотно-основный катализ и его скорость.	6	2	—	—	
Лекция (Лек36)	<i>Гетерогенный катализ.</i> Гетерогенные катализаторы, стадии гетерогенного катализа. Физическая и химическая адсорбция. Изотермы адсорбции, изотерма Генри и Ленгмюра.	6	2	—	—	

	Лекция (Лек37)	Основы теории гетерогенного катализа, теории геометрического и энергетического соответствия, активных ансамблей и электронная теория/	6	2	—	—	
Модуль 4. Электрохимия	Лекция (Лек38)	<i>Термодинамика растворов электролитов.</i> Электролитическая диссоциация, сольватация и гидратация ионов.	6	2	—	—	
	Лекция (Лек39)	Сильные и слабые электролиты, свойства растворов слабых электролитов, константа и степень диссоциации.	6	2	—	—	
	Лекция (Лек40)	Изотонический коэффициент и коллективные свойства растворов. Средняя активность и ионная сила электролитов. Основы электростатической теории растворов сильных электролитов.	6	2	—	—	
	Лекция (Лек41)	<i>Неравновесные явления в электролитах, электропроводность растворов электролитов.</i> Удельная и молярная электропроводность, подвижность ионов. Зависимость электропроводности от концентрации, основы теории электропроводности Онсагера.	6	2	—	—	
	Лекция (Лек42)	Электропроводность растворов с ионами гидроксония и гидроксида, электропроводность неводных, расплавленных и твердых электролитов. Числа переноса, законы Фарадея. Кондуктометрия.					
	Лабораторное занятие (Лаб27)	Выполнение лабораторной работы: Изучение скорости реакции разложения мочевины в водных растворах методом электропроводности.	6	6	—	—	
	Лабораторное занятие (Лаб28)	Обработка результатов лабораторной работы: Изучение скорости реакции разложения мочевины в водных растворах методом электропроводности.	6	6	—	—	
	Лабораторное занятие (Лаб29)	Защита лабораторной работы: Изучение скорости реакции разложения	6	6	4	—	Отчет по лабораторной работе

		мочевины в водных растворах методом электропроводности.					
Лабораторное занятие (Лаб30)	Выполнение лабораторной работы: Определение электрохимического эквивалента меди	6	4	—	—		
Лабораторное занятие (Лаб31)	Обработка результатов лабораторной работы: Определение электрохимического эквивалента меди	6	6	—	—		
Лабораторное занятие (Лаб32)	Защита лабораторной работы: Определение электрохимического эквивалента меди	6	6	4	—		Отчет по лабораторной работе
Лабораторное занятие (Лаб33)	Выполнение лабораторной работы: Исследование электропроводности растворов электролитов.	6	6	—	—		
Лабораторное занятие (Лаб34)	Обработка результатов лабораторной работы: Исследование электропроводности растворов электролитов.	6	6	—	—		
Лабораторное занятие (Лаб35)	Защита лабораторной работы: Исследование электропроводности растворов электролитов.	6	6	4	—		Отчет по лабораторной работе
Лекция (Лек43)	<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	—	—		
Лекция (Лек44)	Возникновение скачка потенциала на границе раствор – металл и раствор – раствор. Двойной электрический слой на границе металл – раствор.	6	2	—	—		
Лекция (Лек45)	Термодинамика обратимых электрохимических систем, уравнение Нернста.	6	2	—	—		
Лекция (Лек46)	Классификация обратимых электродов, электроды первого и второго рода, газовые электроды. Окислительно – восстановительные и ионообменные электроды. Потенциометрия.	6	2	—	—		

	Лекция (Лек47)	Электрохимические цепи. Устойчивость водных электрохимических цепей, диаграмма Пурбе	6	2	—	—	
	Практическое занятие (Пр31)	Собеседование и блиц-опрос по теме лекции. Решение задач.	6	4	1	—	
	Лекция (Лек48)	Химические источники тока, элементы и аккумуляторы	6	2	—	—	
	Лекция (Лек49)	Химические источники тока с неводными и твердыми электролитами, топливные элементы. Электролиз и его применения	6	2	—	—	
	Лекция (Лек50)	Электродная поляризация. Диффузионное перенапряжение. Электрохимическое и фазовое перенапряжение	6	2	—	—	
	Лабораторное занятие (Лаб36)	Выполнение лабораторной работы: Поляризация при катодном выделении меди из растворов простых солей.	6	4	—	—	
	Лабораторное занятие (Лаб37)	Обработка результатов лабораторной работы: Поляризация при катодном выделении меди из растворов простых солей.	6	6	—	—	
	Лабораторное занятие (Лаб38)	Защита лабораторной работы: Поляризация при катодном выделении меди из растворов простых солей.	6	6	5	—	Отчет по лабораторной работе
Итого:			288	200			

Схема расчета итогового балла $\langle (Сумма + T_{cp})/2 \rangle$ - сумма баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе + среднее арифметическое по всем промежуточным тестам, проводимым через ОТ.

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, практические 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.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Семестр 5. Курс «Физическая химия 1»

Модуль 1. Термодинамика

Темы лекционных занятий:

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

Темы лабораторных занятий:

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

Изучив данный модуль, студент должен:

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

знать:

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

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

уметь:

- определять возможность протекания химических реакций и фазовых переходов;
- проводить количественные расчеты при протекании химических реакций и фазовых переходов.

Методические рекомендации по изучению модуля

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на основных понятиях и законах термодинамики и применении их для количественных расчетов при протекании химических реакций и других физико-химических процессов.
- ответить на контрольные вопросы:
 1. Каковы предмет и общее содержание курса термодинамики?
 2. Какие бывают термодинамические системы?
 3. Что такое обратимые и необратимые 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.

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.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5,6	ОПК-2; ОПК-3; ПК-15	Собеседование по теоретическому материалу; Отчеты по лабораторным работам и вопросы при их защите; БТЗ.

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 [10, 11].

Форма отчета по лабораторной работе.

Отчет должен содержать:

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

Требования к оформлению:

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

Процедура оценивания:

За защиту каждой лабораторной работы студент получает такое количество баллов, чтобы сумма баллов за все лабораторные работы не превышала 70.

Критерии оценки:

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

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

7.2.2. Вопросы БТЗ

БТЗ для 5 семестра содержит 257 вопросов;

БТЗ для 6 семестра содержит 303 вопроса;

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 5

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

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

Семестр 6

№ п/п	Вопросы
1	Предмет изучения химической кинетики.
2	Скорость химических реакций.
3	Молекулярность химических реакций.

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

43	Возникновение скачка потенциала на границе раствор – металл и раствор – раствор.
44	Двойной электрический слой на границе металл – раствор.
45	Термодинамика обратимых электрохимических систем, уравнение Нернста.
46	Классификация обратимых электродов, электроды первого и второго рода, газовые электроды.
47	Окислительно – восстановительные и ионообменные электроды.
48	Потенциометрия.
49	Электрохимические цепи.
50	Устойчивость водных электрохимических цепей, диаграмма Пурбе.
51	Химические источники тока, элементы и аккумуляторы.
52	Химические источники тока с неводными и твердыми электролитами.
53	Топливные элементы.
54	Электролиз и его применения.
55	Электродная поляризация.
56	Диффузионное перенапряжение.
57	Электрохимическое перенапряжение.
58	Фазовое перенапряжение.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
5	Зачет (по накопительному рейтингу)	«зачтено»	текущий рейтинг составляет 40-100 баллов
6	экзамен (по накопительному рейтингу)	«отлично»	текущий рейтинг составляет 80-100 баллов
		«хорошо»	текущий рейтинг составляет 60-79 баллов
		«удовлетворительно»	текущий рейтинг составляет 40-59 баллов
		«неудовлетворительно»	текущий рейтинг составляет 0-39 баллов

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Грызунов, В.И	Физическая химия : учебное пособие / В. И. Грызунов, И. Р. Кузеев, Е. В. Пояркова [и др.]. - 3-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2019. - 251 с. - ISBN 978-5-9765-1963-3.	Учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»
2	Гамеева, О.С.	Физическая и коллоидная химия : учебное пособие / О. С. Гамеева. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 328 с. - ISBN 978-5-8114-4869-2.	Учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
3	Свиридов, В.В., Свиридов, А.В.	Физическая химия : учебное пособие / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 600 с. - ISBN 978-5-8114-2262-3.	Учебное пособие	2016	ЭБС «Лань»
4	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»
5	Попова, А.А.	Физическая химия : учебное пособие / А. А. Попова, Т. Б. Попова. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 496 с. - ISBN 978-5-8114-1796-4.	Учебное пособие	2015	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
6	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»
7	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»
8	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»
9	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»
10	Остапенко, Г.И.	Физическая химия: лабораторный практикум / сост. Г.И. Остапенко, О.Б. Григорьева, Е.В. Горовая. - Тольятти: ТГУ, 2012. - 224 с.	Лабораторный практикум	2012	100 экз. в Лаборатории Физическая и коллоидная химия

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
11	Остапенко, Г.И.	Адсорбция поверхностно-активных веществ: Лабораторный практикум / сост. Г.И. Остапенко, О.Б. Григорьева, К.С. Тихомирова. - Тольятти: ТГУ, 2012. - 112 с.	Лабораторный практикум	2012	100 экз. в Лаборатории Физическая и коллоидная химия

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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

8.4. Перечень программного обеспечения

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

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	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. Г-401	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая).
2	Лаборатория «Физическая и коллоидная химия»	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;

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования
		термостат водяной ; вакуумный насос 8/18х; весы электронные Mettler Tolledo.; выпрямитель В-24 ; лабораторный регулятор напряжения Эксперт001; электроплитка Нева110 ; магнитные мешалки с подогревом ПЭ6110 ; колориметр ; химическая посуда.
3	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-314	Столы ученические, стол преподавательский, стулья ученические, доска аудиторная (маркерная), ПК.
4	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. 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. УЛК-810	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет