

	<p>Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева» Рабочая программа дисциплины Факультет подготовки специалистов высшей квалификации</p>
СК-РП-15.1-04-22	<p>Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»</p>

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе

_____А.А. Куркин

«29» июня 2022 г

Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Область науки:

1. Естественные науки

Группа научных специальностей:

1.4. Химические науки

Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени:

химические науки
технические науки

Научная специальность

1.4.4. Физическая химия

Форма обучения

очная

Нижний Новгород 2022

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия» для аспирантов специальности 1.4.4 «Физическая химия»/авт. Т.Н. Соколова – Нижний Новгород: НГТУ, 2022. - 18 с.

Рабочая программа предназначена для методического сопровождения преподавания дисциплины (модуля) «Физическая химия» аспирантам очной формы обучения по специальности 1.4.4 «Физическая химия».

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре - приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951.
2. Паспорт научной специальности 1.4.4 «Физическая химия», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры научных специальностей, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118.
3. Учебный план НГТУ по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.4.4 «Физическая химия».
4. Программа кандидатского экзамена по специальности 1.4.4 «Физическая химия».

Автор Соколова Т.Н. Соколова
(подпись)

29 марта 2022 г.

© Соколова Т.Н., 2022
© ФГБОУ ВО НГТУ, 2022

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»

СОДЕРЖАНИЕ

		стр
1	Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2	Место дисциплины в структуре программы аспирантуры.....	4
3	Структура и содержание дисциплины (модуля).....	4
3.1	Структура дисциплины (модуля).....	5
3.2	Содержание дисциплины (модуля).....	5
3.2.1	Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий.....	5
3.2.2	Содержание разделов дисциплины (модуля).....	6
3.3	Практические занятия (семинары).....	10
3.4	Лабораторные работы.....	10
3.5	Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины	10
4	Образовательные технологии.....	11
5	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	12
6	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины ...	13
6.1	Основная литература.....	13
6.2	Дополнительная литература.....	14
6.3	Периодические издания.....	14
6.4	Интернет-ресурсы.....	15
6.5	Номативные документы.....	15
6.6	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта	16
7	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	16
	Лист согласования рабочей программы дисциплины.....	17
	Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины	18

 СК-РП-15.1-04-22	НГТУ Рабочая программа дисциплины Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»
----------------------	--

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование и развитие у аспирантов знаний и умений, позволяющих осуществлять планирование и проведение научных исследований в области физической химии на основе углубленного изучения законов и основных положений физической химии, а также физико-химических методов анализа.

Задачи:

- формирование навыков и умений в применении основных законов и теоретических положений физической химии в решении научных и практических вопросов;
- изучение основных физико-химических методов анализа, основанных на положениях и закономерностях физической химии, применяемых в данной области;
- освоение ключевых подходов к исследованию объектов физической химии (химические реакции, фазовые переходы, строение вещества и др.)

2 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина (модуль) «Физическая химия» включена в блок обязательных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче кандидатского экзамена.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных аспирантами в результате освоения образовательной программы высшего образования (магистратура, специалитет).

Наименование блока	Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации	
		Зачетные единицы	Часы				
			Общая	В том числе	Аудиторная	СРО	
Обязательная дисциплина	6	3	108	24	84	Экзамен	

3 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

	НГТУ	
	Рабочая программа дисциплины	
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»	

3.1 Структура дисциплины (модуля)

Дисциплина преподается в 6 семестре.

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)							Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных				Сам. работа		
				Лекц.	Лаб.	Прак.	КСР.			
1	Физическая химия	108	24	24	-	-	-	84	Экзамен	

3.2 Содержание дисциплины (модуля)

3.2.1 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№ раздела	Наименование раздела Дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа (СР)
		Лек.	Лаб.	Пр.	КСР	
1	Экспериментальное определение термодинамических свойств веществ, расчет термодинамических функций простых и сложных систем, в том числе на основе методов статистической термодинамики, изучение термодинамических аспектов фазовых превращений и фазовых переходов.	3	-	-	-	12
2	Определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях	3	-	-	-	12
3	Теория растворов, межмолекулярные и межчастичные взаимодействия. Компьютерное моделирование строения, свойств и спектральных характеристик молекул и их комплексов в простых и непростых жидкостях, а также ранних стадий процессов растворения и зародышеобразования	3	-	-	-	12
4	Изучение физико-химических свойств изолированных молекул и молекулярных соединений при воздействии на них внеш-	3	-	-	-	12

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»

	них электромагнитных полей, потока заряженных частиц, а также экстремально высоких/низких температурах и давлениях.					
5	Химические превращения, потоки массы, энергии и энтропии пространственных и временных структур в неравновесных системах.	4	-	-	-	12
6	Макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, физико-химическая гидродинамика, растворение и кристаллизация	4	-	-	-	12
7	Динамика элементарного акта химических реакций. Механизмы реакции с участием активных частиц. Связь реакционной способности реагентов с их строением и условиями протекания химической реакции	4	-	-	-	12
ИТОГО:		24	-	-	-	35

3.2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)		Форма прове- дения занятий
		2	3	
1	Экспериментальное определение термодинамических свойств веществ, расчет термодинамических функций простых и сложных систем, в том числе на основе методов статистической термодинамики, изучение термодинамических аспектов фазовых превращений и фазовых переходов.	Основные понятия термодинамики: изолированные и открытые системы, равновесные и неравновесные системы, термодинамические переменные, температура, интенсивные и экстенсивные переменные. Уравнения состояния. Теорема о соответственных состояниях. Вириальные уравнения состояния. Термоплота, работа, внутренняя энергия, энталпия, теплоемкость. Закон Гесса. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгоффа. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах. Энтропия и её изменения в обратимых и необратимых процессах. Теорема Карно – Клаузиуса. Различные шкалы температур. Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Уравнения Максвелла. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов. Уравнение Гиббса – Гельмгольца. Работа и теплота химическо-	4	Лекции

Рабочая программа дисциплины

СК-РП-15.1-04-22

Рабочая программа дисциплины
«Физическая химия»

		го процесса. Химические потенциалы. Закон действующих масс. Различные виды констант равновесия и связь между ними. Изотерма Вант-Гоффа. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Расчеты констант равновесия химических реакций с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций. Приведенная энергия Гиббса и её использование для расчетов химических равновесий. Понятия компонента, фазы, степени свободы. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора и углерода. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Двухкомпонентные системы. Различные диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Равновесие жидкость – пар в двухкомпонентных системах. Законы Гиббса – Коновалова. Азеотропные смеси. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста. Трехкомпонентные системы. Треугольник Гиббса. Диаграммы плавкости трехкомпонентных систем.	
2	Определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях	Адсорбент, адсорбат. Виды адсорбции. Структура поверхности и пористость адсорбента. Локализованная и делокализованная адсорбция. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Динамический характер адсорбционного равновесия. Изотермы и изобары адсорбции. Уравнение Генри. Константа адсорбционного равновесия. Уравнение Ленгмюра. Адсорбция из растворов. Уравнение Брунауэра – Эмета – Теллера (БЭТ) для полимолекулярной адсорбции. Определение площади поверхности адсорбента. Хроматография, различные её типы (газовая, жидкостная, противоточная и др.). Свободная поверхностная энергия, поверхностное натяжение, избыточные термодинамические функции поверхностного слоя. Изменение поверхностного натяжения на границе жидкость – пар в зависимости от температуры. Связь свободной поверхностной энергии с теплотой сублимации (правило Стефана), модулем упругости и другими свойствами вещества. Эффект Ребиндера: изменение прочности и пластичности твердых тел вследствие снижения их поверхностной энергии. Капиллярные явления. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Капиллярная конденсация. Зависимость растворимости от кривизны поверхности растворяющихся частиц (закон Гиббса – Оствальда – Фрейндлиха). Особенности строения поверхности кристаллов и жидкостей, структура границы раздела конденсированных фаз. Молекулы и кластеры на поверхности. Структура адсорбционных слоев.	Лекции
3	Теория растворов, межмолекулярные	Способы выражения состава растворов. Идеальные растворы, общее условие идеальности растворов. Давление	Лекции

 СК-РП-15.1-04-22	НГТУ Рабочая программа дисциплины Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»
----------------------	--

	и межчастичные взаимодействия. Компьютерное моделирование строения, свойств и спектральных характеристик молекул и их комплексов в простых и непростых жидкостях, а также ранних стадий процессов растворения и зародышеобразования	насыщенного пара жидких растворов, закон Рауля. Неидеальные растворы и их свойства. Метод активностей. Коэффициенты активности и их определение. Стандартные состояния при определении химических потенциалов компонент растворов. Симметричные и несимметричные системы отсчета. Коллигативные свойства растворов. Изменение температуры замерзания растворов, криоскопия. Зонная плавка. Осмотические явления. Парциальные мольные величины, их определение для бинарных систем. Уравнение Гиббса – Дюгема. Функция смешения для идеальных и неидеальных растворов. Предельно разбавленные растворы, атермальные и регулярные растворы, их свойства. Растворы электролитов. Ион-дипольное взаимодействие, как основной процесс, определяющий устойчивость растворов электролитов. Коэффициенты активности в растворах электролитов. Средняя активность и средний коэффициент активности, их связь с активностью отдельных ионов. Основные положения теории Дебая – Хюккеля. Потенциал ионной атмосферы. Условия электрохимического равновесия на границе раздела фаз и в электрохимической цепи. Термодинамика гальванического элемента. Электродвижущая сила, её выражение через энергию Гиббса реакции в элементе. Уравнения Нернста и Гиббса – Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи. Понятие электродного потенциала. Определение коэффициентов активности на основе измерений ЭДС гальванического элемента. Электропроводность растворов электролитов; удельная и эквивалентная электропроводность. Числа переноса, подвижность ионов и закон Кольрауша. Электрофоретический и релаксационные эффекты.	
4	Изучение физико-химических свойств изолированных молекул и молекулярных соединений при воздействии на них внешних электромагнитных полей, потока заряженных частиц, а также экстремально высоких/низких температурах и давлениях.	Равновесие в поле внешних сил. Полные потенциалы. Микро- и макросостояния химических систем. Фазовые Г- и μ -пространства. Эргодическая гипотеза.	Лекции
5	Химические пре-	Термодинамическая вероятность и её связь с энтропией.	Лекции

 СК-РП-15.1-04-22	НГТУ Рабочая программа дисциплины Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»
----------------------	--

	вращения, потоки массы, энергии и энтропии пространственных и временных структур в неравновесных системах.	Распределение Максвелла – Больцмана. Статистические средние значения макроскопических величин. Ансамбли Гиббса. Микроканоническое и каноническое распределения. Расчет числа состояний в квазиклассическом приближении. Каноническая функция распределения Гиббса. Сумма по состояниям как статистическая характеристическая функция. Статистические выражения для основных термодинамических функций. Молекулярная сумма по состояниям и сумма по состояниям макроскопической системы. Поступательная, вращательная, электронная и колебательная суммы по состояниям. Статистический расчет энтропии. Постулат Планка и абсолютная энтропия. Приближение «жесткий ротор – гармонический осциллятор». Составляющие внутренней энергии, теплоёмкости и энтропии, обусловленные поступательным, вращательным и колебательным движением. Расчет констант равновесия химических реакций в идеальных газах методом статистической термодинамики. Статистическая термодинамика реальных систем. Потенциалы межмолекулярного взаимодействия и конфигурационный интеграл для реального газа. Распределения Бозе – Эйнштейна и Ферми – Дирака. Вырожденный идеальный газ. Электроны в металлах. Уровень Ферми. Статистическая теория Эйнштейна идеально-го кристалла, теория Дебая. Точечные дефекты кристаллических решеток. Равновесные и неравновесные дефекты. Вычисление сумм по состояниям для кристаллов с различными точечными дефектами. Нестехиометрические соединения и их термодинамическое описание. Основные положения термодинамики неравновесных процессов. Локальное равновесие. Флуктуации. Функция диссипации. Потоки и силы. Скорость производства энтропии. Зависимость скорости производства энтропии от обобщенных потоков и сил. Соотношения взаимности Онсагера. Стационарное состояние системы и теорема Пригожина. Термодиффузия и её описание в неравновесной термодинамике. Уравнение Чепмена – Энского.	
6	Макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, физико-химическая гидродинамика, растворение и кристаллизация	Простые и сложные реакции, молекулярность и скорость простой реакции. Основной постулат химической кинетики. Способы определения скорости реакции. Кинетические кривые. Кинетические уравнения. Константа скорости и порядок реакции. Реакции переменного порядка. Кинетика сложных химических реакций. Принцип независимости элементарных стадий. Кинетические уравнения для обратимых, параллельных и последовательных реакций. Квазистационарное приближение. Метод Боденштейна – Тёмкина. Кинетика гомогенных каталитических и ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса – Ментен. Цепные реакции. Кинетика неразветвленных и разветвленных цепных реакций. Кинетические особенности разветвленных	Лекции

 СК-РП-15.1-04-22	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
	Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»

		цепных реакций. Предельные явления в разветвленных цепных реакциях. Полуостров воспламенения, период индукции. Термовой взрыв. Реакции в потоке. Реакции идеального вытеснения и идеального смешения. Колебательные реакции. Роль диффузии в кинетике гетерогенных реакций. Кинетика гетерогенных каталитических реакций. Различные режимы протекания реакций (кинетическая и внешняя кинетическая области, области внешней и внутренней диффузии). Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и способы её определения.	
7	Динамика элементарного акта химических реакций. Механизмы реакции с участием активных частиц. Связь реакционной способности реагентов с их строением и условиями протекания химической реакции.	Элементарные акты химических реакций и физический смысл энергии активации. Термический и нетермические пути активации молекул. Обмен энергией (поступательной, вращательной и колебательной) при столкновениях молекул. Время релаксации в молекулярных системах. Теория активных столкновений. Сечение химических реакций. Формула Траутца – Льюиса. Расчет предэкспоненциального множителя по молекулярным постоянным. Стерический фактор. Теория переходного состояния (активированного комплекса). Поверхность потенциальной энергии. Путь и координата реакции. Статистический расчет константы скорости. Энергия и энтропия активации. Использование молекулярных постоянных при расчете константы скорости. Различные типы химических реакций. Мономолекулярные реакции в газах, схема Линдемана – Христиансена. Теория РРКМ. Бимолекулярные и тримолекулярные реакции, зависимость предэкспоненциального множителя от температуры. Реакции в растворах, влияние растворителя и заряда реагирующих частиц. Клеточный эффект и сольватация. Фотохимические и радиационнохимические реакции. Элементарные фотохимические процессы. Эксимеры и эксиплексы. Изменение физических и химических свойств молекул при электронном возбуждении. Квантовый выход. Закон Эйнштейна – Штарка.	Лекции

3.3 Практические занятия

Учебным планом не предусмотрено.

3.4 Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

3.5 Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины

Самостоятельная работа аспиранта при изучении дисциплины «Физическая химия» составляет 84 часа.

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»

В ходе самостоятельной работы аспирант:

- изучает материалы, не освещенные в лекциях;
- готовится к экзамену.

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во час-сов
1	2	3
1	Экспериментально-теоретическое определение энергетических и структурно-динамических параметров строения молекул и молекулярных соединений, а также их спектральных характеристик	21
2	Создание и разработка методов компьютерного моделирования строения и механизмов превращений химических соединений на основе представлений квантовой механики, различных топологических и статистических методов, включая методы машинного обучения, методов молекулярной механики и молекулярной динамики, а также подходов типа структуро-свойства.	21
3	Получение методами квантовой химии и компьютерного моделирования данных об электронной структуре, поверхностях потенциальной и свободной энергии, реакционной способности и динамике превращений химических соединений, находящихся в различном окружении, в том числе в кластерах, клатратах, твердых и жидкокристаллических матрицах, в полостях конденсированных сред и белковом окружении.	21
4	Физико-химические основы процессов химической технологии и синтеза новых материалов	21
ИТОГО:		84

4 Образовательные технологии

При освоении дисциплины «Физическая химия» используются следующие образовательные технологии:

- активные (лекции);
- информационные (анализ и обзор источников информации);
- компьютерные (виртуальные и сетевые интернет-технологии),
- информационно-коммуникативные (компьютеры, телекоммуникационные сети),
- коммуникативные (обсуждение проблем на аудиторных занятиях, круглые столы, диспуты, участие в аспирантских научных и научно-практических конференциях),
- проблемные задания аспирантам, и их представление, разбор конкретных ситуаций.

	<p style="text-align: center;">НГТУ</p> <p style="text-align: center;">Рабочая программа дисциплины</p>
СК-РП-15.1-04-22	<p style="text-align: center;">Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»</p>

5 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины аспирантом сдается экзамен.

Экзамен оценивается по системе: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Отлично	полный грамотный ответ по всем трем вопросам, содержащий примеры, в том числе соответствующие теме научно-исследовательской деятельности соискателя.
Хорошо	правильный грамотный ответ, но: а) требующий уточнения по одному из заданных вопросов; б) при наличии одного - двух недочетов; в) допущена одна негрубая ошибка.
Удовлетворительно	правильный грамотный ответ, но: а) требующий уточнений по всем вопросам; б) допущена грубая ошибка; в) при наличии более двух недочетов; г) на теоретические вопросы даны исчерпывающие ответы, но отсутствуют примеры, иллюстрирующие соискателем понимание сути вопросов.
Неудовлетворительно	а) неправильные ответы на два и более вопросов билета; б) когда число ошибок превосходит норму, при которой может быть выставлена положительная оценка.

Текущий контроль освоения материала по каждому разделу дисциплины осуществляется тестированием.

Образцы оценочных средств для проведения текущего контроля в виде тестов

Тесты к разделу 1:

Вопрос 1: Различные виды констант равновесия и связь между ними. Изотерма Вант-Гоффа. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Расчеты констант равновесия химических реакций с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций.

Вопрос 2: Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Двухкомпонентные системы. Виды диаграм состояния двухкомпонентных систем.

Тесты к разделу 2:

Вопрос 1: Изотермы и изобары адсорбции. Уравнение Генри. Константа адсорбционного равновесия. Уравнение Ленгмюра. Адсорбция из растворов. Уравнение Брунауэра – Эмета – Теллера (БЭТ) для полимолекулярной адсорбции.

Вопрос 2: Капиллярная конденсация. Зависимость растворимости от кривизны поверхности растворяющихся частиц (закон Гиббса – Оствальда – Фрейндлиха).

Тесты к разделу 3:

Вопрос 1: Коэффициенты активности и их определение.

Вопрос 2: Коллигативные свойства растворов

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»

Тесты к разделу 4:

Вопрос 1: Равновесие в поле внешних сил. Полные потенциалы.

Вопрос 2 :Фазовые Г- и μ -пространства.

Тесты к разделу 5:

Вопрос 1: Каноническая функция распределения Гиббса. Сумма по состояниям как статистическая характеристическая функция. Статистические выражения для основных термодинамических функций.

Вопрос 2: Основные положения термодинамики неравновесных процессов.

Тесты к разделу 6:

Вопрос 1: Способы определения скорости реакции. Кинетические кривые. Кинетические уравнения. Константа скорости и порядок реакции.

Вопрос 2: Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и способы её определения.

Тесты к разделу 7:

Вопрос 1: Элементарные акты химических реакций и физический смысл энергии активации. Термический и нетермические пути активации молекул.

Вопрос 2: Реакции в растворах, влияние растворителя и заряда реагирующих частиц.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библ-ке
1.	2	3	4	5	6
1	Касаткина И.В., Про- хорова Т.М., Федо- ренко Е.В..	Физическая химия	М. : РИОР, 2016. - 250 с.	Уч. пособие, гриф УМО	3
2	Тимакова Е.В., Турло Е.М., Ува- ров Н.Ф.	Физическая химия. Хими- ческая термодинамика	Ново- сиб.гос.техн.у н-т. - Новоси- бирск, 2015. - 165с.	Уч. пособие, гриф УМО	10
3	Кудряшева Н.С., Бон- дарева Л.Г..	Физическая химия	М.: Юрайт, 2014. 341 с.	Учебник для выс- шей школы	15
4	Карташов В.Р.	Физическая химия. Из- бранные главы	НГТУ им.Р.Е. Алексеева. - Н.Новгород,	Уч. пособие, гриф Ученого совета НГТУ	100

 СК-РП-15.1-04-22	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
	Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»

			2018. - 225 с.		
5	Еремин В.В., Кар- гов С.И., Успенская И.А	Основы физической химии	М.: Лаборато- рия знаний, 2021. – 624 с.	Учебник для выс- шей школы	1 На кафедре

6.2 Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библ-ке
1	К. С. Краснов	Физическая химия : Учеб- ник: В 2-х кн. Кн.1 : Строение вещества. Термодинамика	М. : Высш.шк., 2001	Учебник для вузов	65
2	Байрамов В.М.	Химическая кинетика и ка- тализ. Примеры и задачи с решениями	М. : Акаде- мия, 2003	Учебное пособие, Со- вет по химии УМО	25
3	Салем Р.Р.	Физическая химия. Начала теоретической электрохи- мии	М. : УРСС; КомКнига, 2005	Учебное пособие, Совет по химии УМО	30
4	Карташов В.Р., Со- колова Т.Н., Ка- линина А.А.	Физическая химия растворов	НГТУ им.Р.Е.Алексе- ева. - Н. Нов- город, 2016. - 137 с.	Уч. пособие, гриф Ученого совета НГТУ	100

6.3 Периодические издания

- Журнал органической химии
- Химия гетероциклических соединений
- Журнал общей химии
- Журнал структурной химии
- Известия вузов. Химия и химическая технология.
- Журнал прикладной химии
- Известия Академии наук. Серия химическая.
- Неорганический материалы

	<p style="text-align: center;">НГТУ</p> <p style="text-align: center;">Рабочая программа дисциплины</p>
СК-РП-15.1-04-22	<p style="text-align: center;">Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»</p>

- Journal Organic Chemistry
- Journal American Chemical Society
- International Journal of Quantum Chemistry
- Applied catalysis B. Environmental
- Journal of American chemical society
- RSC Advances
- RSC Catalysis Science & Technologies
- Journal of membrane science
- Plasma chemistry & plasma processing

6.4 Интернет-ресурсы

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elib.tolgas.ru/) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znaniум.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. *Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД)* [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
7. *Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам* Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
8. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

6.5 Нормативные документы

- Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре - приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951.
- Паспорт научной специальности 1.4.4 «Физическая химия», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры научных специальностей, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118.

 СК-РП-15.1-04-22	НГТУ Рабочая программа дисциплины Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»
----------------------	--

6.6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

Используются следующие виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах, компьютерных классах с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях.

Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе лекционных занятий.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные монографии, учебники и учебно-методические пособия, периодическую литературу, а также конспекты лекций.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Лекционные занятия – мультимедийный класс, а1334, лекционная аудитория а. 1247, 1331	Мультимедийные средства: проекторы, настенные экраны, ноутбуки. Доступ в Internet через локальную сеть 30 Мбит/с.	<ul style="list-style-type: none"> - Операционная система Windows XP, Prof, S/P3 (ПодпискаDreamSparkPremium действительна до 31.12.2017) - MSOffice 2007 лиц №43847744 (бессрочная)
Самостоятельная работа – залы электронных информационных ресурсов (Электронные классы) НТБ а.2210, 6119, 6162. Читальные залы а. 2202, 2203 - компьютерный класс ИВЦ а.1215	30 персональных компьютеров. Доступ к библиотечному фонду НГТУ. Доступ в Internet через локальную сеть 30 Мбит/с.	<ul style="list-style-type: none"> - MS Access 2010 (ПодпискаDreamSparkPremium действительна до 31.12.2017). - MathCAD 14 (PKG-TL7517-FN, MMT-TL7517PN-T2 бессрочно) - Matlab R2008a Лиц №527840 - AutoCAD 2015 Серийный номер / ключ продукта 545-19358656 / 651G1 - Visual Studio 2008 (ПодпискаDreamSparkPremium действительна до 31.12.2017) - Dr.Web (срок лиц.2016-02-29 – 2017-04-27) - Реферативные научометрические базы (eLIBRARY.RU, Web of Science, Scopus), электронные библиотечные системы (издательства «Инженерные науки», «Лань», «Машиностроение», «Информатика», «НЭИКОН»). - Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС) «MAPK-SQL 1.14», ЗАО «НПО «ИНФОРМ-СИСТЕМА» с 20 октября 2014 (Договор № 069/2014-А/О).

	<p style="text-align: center;">НГТУ Рабочая программа дисциплины</p>
СК-РП-15.1-04-22	<p style="text-align: center;">Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»</p>

**ЛИСТ
согласования рабочей программы**

Группа научных специальностей: 1.4 Химические науки

Научная специальность 1.4.4. Физическая химия

Дисциплина: Физическая химия

Форма обучения: очная

Учебный год 2022 - 2023

РЕКОМЕНДОВАНА кафедрой «Нанотехнологии и биотехнологии»
протокол № 5 от "29" марта 2022 г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой «Нанотехнологии и биотехнологии»

к.х.н., доцент

А.А. Калинина

29.03.2022

дата

подпись

расшифровка подписи

Автор:

д.х.н., профессор

Т.Н. Соколова

29.03.2022

дата

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана факультета подготовки специалистов высшей квалификации

к.т.н., доцент

Р.Ш. Бедретдинов

08.06.2022

дата

подпись

расшифровка подписи

	<p style="text-align: center;">НГТУ</p> <p style="text-align: center;">Рабочая программа дисциплины</p>
СК-РП-15.1-04-22	<p style="text-align: center;">Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»</p>

**Дополнения и изменения в рабочей программе
дисциплины на 20__/20__ уч.г.**

Внесенные изменения на 20__/20__ учеб-
ный год

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе

(подпись, расшифровка подписи)

“ ____ ” 20... г

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1);
- 2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

СОГЛАСОВАНО:

Декан ФСВК

наименование факультета (института, где реализуется данное направление) личная подпись расшифровка подписи дата