

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Димитровградский инженерно-технологический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ДИТИ НИЯУ МИФИ)**

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Заместитель руководителя

\_\_\_\_\_ Г.И. Романовская  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Б1.О.02.06 Физическая химия»**

**Специальность** \_\_\_\_\_ *18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики*

**Квалификация выпускника** \_\_\_\_\_ *инженер*

**Специализация** \_\_\_\_\_ *Химическая технология материалов ядерного топливного цикла*

**Форма обучения** \_\_\_\_\_ *очная*

**Выпускающая кафедра** \_\_\_\_\_ *Кафедра радиохимии*

**Кафедра-разработчик рабочей программы** \_\_\_\_\_ *Кафедра радиохимии*

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет/кр)
3	5	34	17	17	85	экз., 27
4	5	36	18	18	108	зачет
5	5	34	17	17	76	экз., 36
<b>Итого</b>	<b>15</b>	<b>104</b>	<b>52</b>	<b>52</b>	<b>269</b>	<b>63</b>

Димитровград  
2019 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	3
3 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	14
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ) .....	14
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	15
9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	16

## 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины: формирование базы теоретических знаний в области учения о направленности и закономерностях протекания химических процессов и фазовых превращений.

**Задачи** освоения дисциплины:

- изучение теоретических основ физической химии;
- изучение экспериментальных и теоретических методов исследования, базируясь на которых становится возможным дать количественное описание процессов, сопровождающихся изменением физического состояния и химического состава в системах различной сложности
- формирование навыков проведения экспериментальной работы, самостоятельной познавательной деятельности для успешного использования в дальнейшей производственной деятельности.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ООП ВО по специальности.

**Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	З-ОПК-1 Знать: математический аппарат, физические и химические законы необходимые для решения профессиональных задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла, основные теоретические положения смежных естественнонаучных дисциплин. У-ОПК-1 Уметь: определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач, применять полученные теоретические знания и математический аппарат для самостоятельного освоения специальных разделов математики и естественнонаучных дисциплин, необходимых в профессиональной деятельности, применять знания математики и естественнонаучных дисциплин для анализа и обработки результатов химических экспериментов. В-ОПК-1 Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла
ОПК-5 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	З-ОПК-5 Знать: основные принципы работы информационных баз данных и программных продуктов для поиска литературных и технических данных с применением современных информационных технологий (поисковых систем, специализированных библиотек и баз данных), У-ОПК-5 Уметь: работать с электронными и интернет-версиями баз данных ФИПС, РИНЦ, Scopus; Web of Science, других научных и технических информационных систем В-ОПК-5 Владеть: навыками сбора информации и анализа научно-технической и патентной литературы в информационной среде

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные законы физической химии в их математической, графической и словесной формулировках, какими теоретическими и экспериментальными методами эти законы получены;
- основы химической термодинамики и кинетики, теории фазовых равновесий и молекулярной спектроскопии;
- основные закономерности протекания химических и физико-химических процессов в системах различной компонентности;
- природу химических взаимодействий и реакционной способности соединений.

Уметь:

- проводить эксперименты по изучению физико-химических свойств индивидуальных веществ, многокомпонентных систем;
- измерять тепловые эффекты химических и физико-химических процессов, молекулярные константы по электрическим и оптическим свойствам веществ, кинетические параметры (порядок реакции, константу скорости реакции, время полупревращения) химических процессов, ЭДС гальванических элементов, pH растворов, электрическую проводимость растворов электролитов;
- проводить расчеты термодинамических характеристик веществ методами классической термодинамики, констант равновесия и равновесного состава химических реакций, характеристик фазовых равновесий (включая построение и анализ фазовых диаграмм);
- анализировать процессы, происходящие при фазовых превращениях в системах с различным числом компонентов;
- анализировать механизм протекания химических реакций.

Владеть:

- навыками применения основных экспериментальных методов исследования физико-химических свойств веществ ;
- навыками применения теоретических законов физической химии к решению практических вопросов химической технологии.

### 3 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
<b>Профессиональное и трудовое воспитание</b>	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду <b>(B14)</b>	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественно-научного и общепрофессионального модулей для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач; - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией

		<p>результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости;</p> <p>- формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин «Организация и планирование производства», «Экономика организации», «Тайм-менеджмент в условиях цифровой экономики» и других для формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение</p>
	- формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для:</p> <p>- формирования устойчивого интереса и мотивации к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.</p>
	- формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (B16)	<p>Использование воспитательного потенциала по дисциплинам, предусматривающим курсовые работы (проекты), для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений в условиях неопределенности через специальные задания с использованием программных пакетов.</p>

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина Физическая химия относится к *базовой* части *естественнонаучного* модуля учебного плана по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики.

##### 4.1 Объем дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины Физическая химия составляет 15 зачетных

единиц (ЗЕТ), 540 академических часов.

Таблица 4.1 Объём дисциплины по видам учебных занятий (в соответствии с учебным планом)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.)	Семестр		
		3	4	5
<b>Контактная работа с преподавателем</b> в том числе: – аудиторная по видам учебных занятий	<b>15(540)</b>	<b>5(180)</b>	<b>5(180)</b>	<b>5(180)</b>
– лекции	104	34	36	34
– практические занятия	52	17	18	17
– лабораторные работы	52	17	18	17
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> в том числе:	<b>269</b>	<b>85</b>	<b>108</b>	<b>76</b>
– изучение теоретического курса	135	39	63	33
– расчетно-графические задания, задачи	134	46	45	43
– реферат, эссе	-	-	-	-
– подготовка курсового проекта	-	-	-	-
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)</b>		экз., 27	зачет	экз., 36
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>540</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки (при наличии)</b>	-	-	-	-

Таблица 4.2 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, включая самостоятельную работу студентов, акад. часы							Формируемые индикаторы освоения компетенций	
		Лекции	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	Лабораторные работы	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа	в том числе в форме практической подготовки		Всего часов
1	Введение	2	-	-	1	-	-	-	3	3-ОПК-1, У-ОПК-1 В-ОПК-1 В-ОПК-5 У-ОПК-5 3-ОПК-5
2	Химическая термодинамика	16	8	-	8	-	39	-	71	3-ОПК-1, У-ОПК-1 В-ОПК-1 В-ОПК-5 У-ОПК-5 3-ОПК-5
3	Химическое равновесие	16	9	-	8	-	46	-	79	3-ОПК-1, У-ОПК-1 В-ОПК-1 В-ОПК-5 У-ОПК-5 3-ОПК-5

4	Фазовые равновесия	18	10	-	6	-	54	-	88	3-ОПК-1, У-ОПК-1 В-ОПК-1 В-ОПК-5 У-ОПК-5 3-ОПК-5
5	Термодинамика растворов неэлектролитов	18	8	-	12	-	54	-	92	3-ОПК-1, У-ОПК-1 В-ОПК-1 В-ОПК-5 У-ОПК-5 3-ОПК-5
6	Химическая кинетика и катализ	34	17	-	17	-	76	-	144	3-ОПК-1, У-ОПК-1 В-ОПК-1 В-ОПК-5 У-ОПК-5 3-ОПК-5

#### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 4.3 - Лекционный курс

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
1	1	<u>Введение</u> Предмет и содержание физической химии. Ее основные разделы. Значение физической химии для технологии. Методы физической химии: термодинамический, статистический и квантово-механический. Философские основы физической химии. Роль российских ученых в развитии физической химии.	2	1
2-9	2	<u>Химическая термодинамика</u> Первое начало термодинамики и его применение к химическим процессам. Основные понятия: термодинамическая система (изолированная, открытая, закрытая); внутренняя энергия, теплота и работа, функции состояния и функции процесса. Первое начало термодинамики. Работа расширения (сжатия) идеального газа в изотермическом, изобарном и изобарно-изотермическом процессах. Теплота процессов при постоянном объеме и при постоянном давлении. Энтальпия. Закон Гесса. Тепловые эффекты: теплоты образования, сгорания, агрегатных превращений, растворения, разведения и т.п. Таблицы стандартных теплот образования соединений и ионов из простых веществ. Способы вычисления тепловых эффектов с использованием теплот образования, теплот сгорания, теплот растворения и энергий связи. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры (уравнение Кирхгофа). Теплоемкость истинная и средняя. Интерполяционные уравнения теплоемкости. Составление уравнения $\Delta H = f(T)$ . Второе начало термодинамики и его применение к химическим процессам. Необратимость самопроизвольных процессов.	16	5

		<p>Термодинамически обратимые (квазистатические) процессы. Термодинамическое и химическое понятие обратимости процесса. Работа обратимого процесса. Превращение теплоты в работу. Энтропия. Аналитическое выражение 2-го начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Изменение энтропии в изолированной системе как критерий направления процесса. Энтропия идеального газа как функция объема (давления) и температуры. Изменение энтропии при нагревании, расширении и смешении идеальных газов и при фазовых переходах. Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка. Расчет абсолютной энтропии. Изменение энтропии в химическом процессе.</p> <p>Термодинамические потенциалы как мера работоспособности системы и как критерий направления процесса. Энергия Гельмгольца и энергия Гиббса. Свободная и связанная энергия. Характеристические функции. Зависимости <math>A = f(V, T)</math> и <math>G = f(P, T)</math>. Уравнение Гельмгольца-Гиббса. Зависимость энергии Гиббса системы от ее состава. Химический потенциал идеального и реального газов. Уравнения состояния реальных газов. Фугитивность (летучесть), активность и коэффициент активности реального газа. Методы нахождения коэффициентов активности.</p>		
10-17	3	<p><u>Химическое равновесие</u></p> <p>Глубина превращения (химическая переменная). Вывод уравнения изотермы химической реакции. Расчет стандартного химического сродства. Термодинамические константы равновесия <math>K_a, K_f</math>. Практические константы равновесия <math>K_p, K_n, K_x, K_c</math>. Закон действующих масс. Выражение константы равновесия через мольные доли и число молей. Вычисление степени превращения исходных реагентов, состава равновесной смеси, равновесного выхода продукта, степени диссоциации продукта реакции. Влияние давления и добавки инертных газов на равновесие. Химическое равновесие при повышенных давлениях. Константы равновесия гетерогенных реакций.</p> <p>Зависимость константы равновесия от температуры. Вывод уравнения изобары (изохоры) химической реакции. Уравнение изобары как количественное выражение правила Ле Шателье. Интегрирование уравнения изобары без учета и с учетом температурной зависимости теплового эффекта</p>	16	5
18-26	4	<p><u>Фазовые равновесия</u></p> <p>Термодинамика образования новой фазы. Понятия «фаза», «составляющие вещества», «компоненты» «термодинамические степени свободы». Условия термодинамического равновесия между фазами. Правило фаз Гиббса.</p> <p>Математическое описание и графическое изображение фазовых равновесий в однокомпонентных системах. Принципы непрерывности и соответствия Н.С.Курнакова.</p> <p>Вывод, анализ и интегрирование уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Применение правила фаз к разбору диаграмм состояния однокомпонентных систем. Диаграммы состояния воды, серы и углерода. Диаграммы состояния воды при высоких давлениях. Стабильные и метастабильные состояния.</p> <p>Метод физико-химического анализа. Диаграммы состав-свойство. Равновесия кристаллы – жидкость в двухкомпонентных системах. Идеальная растворимость твердых веществ в жидкости (уравнение Шредера). Термический анализ, кривые охлаждения. Диаграммы растворимости (плавкости) двухкомпонентных систем. Системы с полной взаимной нерастворимостью в твердом и жидком состояниях, с полной растворимостью в жидком и полной нерастворимостью в твердом</p>	18	5

		<p>состояниях (с простой эвтектикой), с ограниченной и неограниченной растворимостью в твердом состоянии. Системы с химическими соединениями, плавящимися конгруэнтно и инконгруэнтно.</p> <p>Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах Графическое изображение состава трехкомпонентных систем в треугольниках Гиббса и Розебома и в прямоугольных координатах. Диаграммы состояния тройных жидких систем с ограниченной взаимной растворимостью. Диаграммы плавкости трехкомпонентных систем. Изотермы растворимости двух солей с одинаковым ионом.</p>		
27-35	5	<p><u>Термодинамика растворов неэлектролитов</u></p> <p>Термодинамические свойства растворов неэлектролитов. Общая характеристика растворов. Закон Рауля. Идеальные и неидеальные растворы. Предельно разбавленные, атермальные, регулярные растворы. Парциальные молярные величины, методы их определения. Уравнения Гиббса-Дюгема. Химический потенциал компонента в идеальном и неидеальном растворах. Активность и коэффициент активности. Выбор стандартного состояния для растворителя и растворенного вещества. Симметричная и несимметричная системы. Вычисление активностей растворителя и растворенного вещества по давлению пара, понижению температуры замерзания, повышению температуры кипения и из осмотического давления. Коллигативные свойства, их практическое использование.</p> <p>Равновесия жидкость – пар в двухкомпонентных системах. Растворимость газов в жидкостях. Применение закона Генри к растворам газов в жидкостях. Влияние давления и температуры на растворимость газов в жидкостях. Влияние электролитов на растворимость газов.</p> <p>Неограниченно растворимые друг в друге жидкости. Вычисление давления и состава пара над идеальными растворами. Первый закон Гиббса-Коновалова. Диаграммы общее давление – состав, температура кипения – состав, состав раствора – состав пара для идеальных растворов. Правило рычага. Перегонка (ректификация). Диаграммы общее давление – состав, температура кипения – состав, состав раствора – состав пара для неидеальных растворов. Азеотропные растворы. Второй закон Гиббса-Коновалова. Перегонка растворов с минимумом и максимумом температуры кипения.</p> <p>Ограниченная взаимная растворимость жидкостей. Влияние температуры на растворимость. Давление насыщенного пара в системах с ограниченной растворимостью жидкостей. Состав пара. Диаграммы общее давление – состав, температура кипения – состав, состав раствора – состав пара для систем с ограниченной взаимной растворимостью жидкостей. Давление и состав пара над смесью взаимно нерастворимых жидкостей. Перегонка с водяным паром. Изменение характера диаграммы состояния в зависимости от внешних условий (давления, температуры).</p>	18	6
36-52	6	<p><u>Химическая кинетика и катализ</u></p> <p>Феноменологическая (формальная) кинетика .</p> <p>Скорость реакции. Закон действующих масс и кинетические уравнения реакций. Молекулярность и порядок реакции. Константы скорости реакций нулевого, первого, второго, n-го порядков, кинетические уравнения для них. Период полупревращения. Способы определения порядка реакции. Сложные реакции: двухсторонние (обратимые), параллельные, последовательные, сопряженные (работы Н.А.Шилова). Стадийное</p>	34	10

		<p>протекание реакций. Метод квазистационарных концентраций. Механизм мономолекулярных реакций, протекание их по 1-му и 2-му порядкам. Зависимость скорости реакции от температуры, уравнение Аррениуса. Энергия активации. Теории элементарного акта химической реакции . Теория активных соударений. Истолкование энергии активации и предэкспоненциального множителя в уравнении Аррениуса в рамках этой теории. Стерический фактор. Теория переходного состояния (активированного комплекса). Поверхность потенциальной энергии. Выражение константы скорости по методу переходного состояния (через термодинамические и статистические величины). Энергия Гиббса, энтальпия и энтропия активации. Сопоставление уравнений теории активных соударений и теории переходного состояния. Кинетика реакций в растворах.</p> <p>Быстрые реакции. Диффузионный предел. Влияние растворителя на скорость реакций в растворах. Роль сольватации. Работы Н. А. Меншуткина. Гомо- и гетеролитические реакции. Влияние ионной силы раствора на скорость процесса, электролитические (солевые) эффекты. Уравнение Бренстеда. Кинетика гетерогенных процессов .</p> <p>Стадии гетерогенного процесса. Диффузия в газах, жидкостях и твердых телах. Законы Фика. Соотношение диффузионных и кинетических факторов в кинетике. Скорость процессов при смешанном режиме и в предельных случаях. Влияние температуры и перемешивания на режим гетерогенного процесса. Катализ</p> <p>Общие свойства катализаторов. Специфичность катализаторов. Катализаторы и ингибиторы. Влияние катализаторов на энергию активации. Гомогенный катализ, механизм. Каталитические реакции в растворах, влияние растворителя. Кислотно-основной катализ. Ферментативный катализ. Адсорбция и гетерогенный катализ. Структура поверхности катализатора. Физическая и химическая адсорбция. Изотерма и изобара адсорбции. Стадии гетерогенного катализа. Промоторы и катализаторов. Некоторые примеры каталитических реакций. ингибиторы. Усталость, отравление, регенерация</p>		
Итого:			104	32

Таблица 4.4 - Практические занятия

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе в форме практической подготовки
1	2	Применение первого начала термодинамики для расчета тепловых эффектов химических реакций. Закон Гесса и следствия из него. Закон Кирхгоффа.	4	1
2	2	Применение второго начала термодинамики к химическим процессам. Энтропия. Термодинамические потенциалы	4	1
3	3	Термодинамические и практические константы равновесия и их применение для расчета глубины и степени превращения, равновесного выхода и равновесного состава химической реакции	9	3
4	4	Диаграммы состояния однокомпонентных систем, их практическое применение. Использование уравнения Клаузиуса-	2	0,5

		Клапейрона для расчета температуры кипения и теплоты испарения вещества		
5	4	Анализ диаграмм равновесия кристаллы ↔ жидкость двухкомпонентных систем с различной растворимостью в жидком и твердом состоянии	4	1
6	4	Анализ диаграмм равновесия кристаллы ↔ жидкость двухкомпонентных систем, образующих устойчивые и неустойчивые химические соединения.	4	1
7	5	Применение уравнений Гиббса-Дюгема для расчета парциальных молярных величин компонентов раствора и интегральных свойств раствора.	4	1
8	5	Закон Рауля, уравнение Вант-Гоффа и их применение для определения коллигативных свойств растворов.	4	1
9	6	Формальная кинетика: решение прямой и обратной задачи химической кинетики	5	1
10	6	Методы определения порядка химической реакции	4	1
11	6	Кинетика сложных реакций. Применение квазистационарного и квазиравновесного приближений для анализа механизма химических реакций.	4	1
12	6	Определение энергии активации и температурного коэффициента химической реакции.	4	1,5
<b>Итого:</b>			<b>52</b>	<b>14</b>

Таблица 4.5 - Лабораторные работы

№ занятия	Номер раздела	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе в форме практической подготовки
1	1	Вступительная беседа. Техника безопасности в лаборатории физической химии.	2	-
2	2	Определение тепловых эффектов (теплоты нейтрализации)	3	-
3	2	Определение тепловых эффектов (теплоты растворения соли)	3	-
4	2	Определение парциальной молярной теплоты растворения соли	3	-
5	2	Криоскопия	3	-
6	3	Химическое равновесие	3	-
7	4	Построение диаграммы равновесия кристаллы ↔ жидкость двухкомпонентной системы по экспериментальным данным	6	-
8	5	Определение состава вещества или раствора методом рефракции.	3	-
9	5	Определение молярной рефракции растворенного вещества	3	-
10	5	Качественный анализ неорганических соединений с помощью метода ИК-спектроскопии.	2	-
11	5	Определение константы диссоциации слабой кислоты спектрофотометрическим методом	2	-
12	5	Определение концентрации растворенного вещества спектрофотометрическим методом	2	-
10	6	Определение константы скорости реакции первого порядка на примере реакции разложения перекиси водорода .	7	-

11	6	Определение константы скорости реакции второго порядка на примере реакции иодирования ацетона	7	-
12	6	Определение константы скорости реакции первого порядка на примере реакции окисления иодоводородной кислоты пероксидом водорода.	7	-
13	6	Спектрофотометрическое изучение скорости разложения комплексного иона триоксалата марганца	6	-
14	6	Определение порядка реакции окисления йодид-иона ионами трехвалентного железа.	7	-
Итого:			<b>52</b>	-

Таблица 4.6 - Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента	Трудоемкость, часов
2	1	Изучение основных законов термодинамики и их применения к химическим системам. Подготовка к лабораторной работе. Оформление отчетов по лабораторным работам по термохимии и криоскопии. Подготовка к коллоквиуму. Выполнение домашнего индивидуального задания.	48
3	2	Изучение влияния термодинамических параметров на равновесный выход продукта химической реакции и определение оптимальных условий проведения реакции с термодинамической точки зрения. Подготовка к лабораторной работе. Оформление отчета по лабораторной работе по изучению химического равновесия. Подготовка к коллоквиуму. Выполнение домашнего индивидуального задания.	57
4	3	Анализ диаграммы состояния однокомпонентных систем, их практического применения. Расчет степеней свободы по правилу фаз Гиббса. Подготовка к коллоквиуму. Выполнение домашнего индивидуального задания.	31
4	4	Изучение диаграмм равновесия кристаллы ↔ жидкость двухкомпонентных систем с различной растворимостью в жидком и твердом состоянии. Подготовка к лабораторной работе. Оформление отчета по лабораторной работе по построению диаграммы равновесия кристаллы ↔ жидкость двухкомпонентной системы по кривым охлаждения. Подготовка к коллоквиуму. Выполнение домашнего индивидуального задания.	31
5	5	Изучение термодинамических свойств растворов неэлектролитов. Подготовка к лабораторной работе. Оформление отчетов по лабораторным работам по определению молярной рефракции и состава раствора. Подготовка к коллоквиуму. Выполнение домашнего индивидуального задания.	31
5	6	Изучение равновесий жидкость – пар в двухкомпонентных системах. Подготовка к лабораторной работе. Оформление отчетов по лабораторным работам по спектрофотометрии. Выполнение домашнего индивидуального задания.	31
6	7	Изучение кинетических закономерностей и механизмов простых и сложных реакций. Подготовка к лабораторной работе. Оформление отчетов по определению константы скорости реакций разложения перекиси водорода, иодирования ацетона, окисления иодоводородной кислоты пероксидом водорода. Подготовка к коллоквиуму. Выполнение домашнего индивидуального задания.	21

6	8	Изучение основ катализа, основных принципов и механизмов каталитических реакций. Подготовка к лабораторной работе. Оформление отчетов по изучению скорости разложения комплексного иона триоксалата марганца и окисления йодид-иона ионами трехвалентного железа.. Подготовка к коллоквиуму. Выполнение домашнего индивидуального задания.	19
ИТОГО:			<b>269</b>

### Курсовые работы (проекты) по дисциплине

Не предусмотрены учебным планом дисциплины.

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины «Физическая химия» используются различные методы обучения:

**Лекции:** информационная лекция, проблемная лекция, лекция-беседа, лекция-консультация, лекция-визуализация.

Для контроля усвоения студентами разделов данного курса проводятся беседы во время чтения лекции, предлагаются проблемные задания, используются компьютерные и технические средства для улучшения восприятия изучаемого материала, для приобретения студентами новых теоретических и фактических знаний.

**Практические занятия:** семинар, коллоквиум, решение задач.

На практических занятиях проводится обсуждение наиболее важных и трудных разделов дисциплины, проверка и обсуждение индивидуальных домашних заданий, итогов выполнения контрольных работ, заслушивание и обсуждение рефератов, решение расчётных задач.

**Лабораторные занятия.**

На лабораторных занятиях реализуется работа в команде, проблемное обучение и обучение на основе опыта за счёт ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.

**Самостоятельная работа** студентов подразумевает проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы, подготовку индивидуальных домашних заданий, подготовку к контрольным работам, для выполнения которых необходимо использовать не только работу с предлагаемой литературой, но и поиск по базам данных химических соединений, работу в электронных библиотеках.

## 6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

Фонд оценочных средств, включающий типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, приведен в Приложении.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

**Текущий контроль** знаний студентов производится еженедельно на практических и лабораторных занятиях преподавателем, ведущим занятия по дисциплине в следующих формах:

- тестирование;
- письменные индивидуальные домашние задания;
- выполнение лабораторных работ;
- защита лабораторных работ;
- коллоквиумы.

Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача тестов, отчетов по лабораторным работам и индивидуальных заданий.

**Промежуточный контроль** студентов производится в следующих формах:

- зачет;
- экзамен;

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 7.1 - Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

№ п/п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Количество экземпляров
<b>Основная литература</b>						
1	В. Н. Казин, Е. М. Плисс, А. И. Русаков.	Физическая химия : учебное пособие для вузов	Москва	Издательство Юрайт	2022	<a href="https://urait.ru/bcode/495081">https://urait.ru/bcode/495081</a>
	Н. В. Белюсова, М. Н. Васильева, Н. С. Симонина, А. Ф. Шиманский	Физическая химия : учебное пособие	Красноярск	Издательство СФУ	2019	<a href="https://e.lanbook.com/book/157661">https://e.lanbook.com/book/157661</a>
<b>Дополнительная литература</b>						
1	Грызунов В.И.	Физическая химия: Учебное пособие	Москва	Издательство Флинта	2019	: <a href="https://ibooks.ru/bookshelf/341666/reading">https://ibooks.ru/bookshelf/341666/reading</a>

### 7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Таблица 7.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

№	Наименование ресурса	Тематика
	Электронная библиотека «Книгафонд» <a href="http://www.knigafund.ru">www.knigafund.ru</a>	Естественно-научная
	Электронная библиотека учебных материалов по химии ChemNet химического факультета МГУ им М.В. Ломоносова <a href="http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/welcome.html">http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/welcome.html</a>	Химия
	Ресурс «Ядерная физика в интернете» МГУ: <a href="http://nuclphys.sinp.msu.ru">nuclphys.sinp.msu.ru</a>	Физика
	Международная база данных научных статей и публикаций: <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>	
	Центр информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ: <a href="http://www.library.mephi.ru">http://www.library.mephi.ru</a>	
	Научная электронная библиотека: <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Химия
	Электронно-библиотечная система IQiib: <a href="http://www.iqlib.ru">http://www.iqlib.ru</a>	Химия
	<a href="http://www.xumuk.ru">http://www.xumuk.ru</a> Сайт о химии	Химия
	<a href="https://chemnavigator.borda.ru/">https://chemnavigator.borda.ru/</a> Химический портал	Химия
	<a href="http://www/Chem.msu.ru/rus/teaching/welcome.html">http://www/Chem.msu.ru/rus/teaching/welcome.html</a> - Учебные материалы Химического ф-та МГУ	Химия
	<a href="http://www/Htf.ustu.ru/tos/cafedra_6.htm">http://www/Htf.ustu.ru/tos/cafedra_6.htm</a>	Химия
	<a href="http://www/Xim-spravka.org">http://www/Xim-spravka.org</a>	Химия
	<a href="http://www/Chemi.org.ru/html/index171.php">http://www/Chemi.org.ru/html/index171.php</a>	Химия

<a href="http://www/Chemport.ru">http://www/Chemport.ru</a> : <a href="#">радиохимия</a>	Химия
--	-------

### 7.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7.3 – Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Наименование	Краткое описание
1	KINET - Программа для численного моделирования кинетики сложных химических реакций. В свободном доступе: <a href="http://www.chem.msu.su/rus/teaching/KINET2012/welcome.html">http://www.chem.msu.su/rus/teaching/KINET2012/welcome.html</a>	Программа KINET предназначена для решения прямых и обратных кинетических задач.

Таблица 7.4 – Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1	Международная база данных научных статей и публикаций	Научные статьи	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>
2	Научная электронная библиотека России	Научные статьи	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
3	База данных ВИНИТИ РАН	Естественно-научная	<a href="http://www2.viniti.ru.-">http://www2.viniti.ru.-</a>

## 8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	<b>Аудитория № 204</b> 1. Доска 2. Комплект электронных презентаций/слайдов, 3. Компьютер персональный с доступом в Интернет 4. Проектор мультимедийный NEC Portable 5. Экран	433507, Ульяновская область, г. Димитровград, ул. Куйбышева, 294
	<b>Лаборатория физической химии № 210</b> 1. Компьютер персональный (Интернет) 2. Проектор мультимедийный NEC Portable 3. Экран 4. Комплект электронных презентаций 5. Бани электрические 6. Колбонагреватели 7. Термостат	433507, Ульяновская область, г. Димитровград, ул. Куйбышева, 294

8. Весы лабораторные цифровые «Tanita» 9. Весы электронные «CAS MWP-1500» 10. рН-метр HI 9024 Hanna 11. Вытяжные шкафы 12. Набор химической посуды 13. Лабораторные столы химические 14. Спектрофотометр ПЭ-5300В 15. Рефрактометр ИРФ-454Б2М 16. Центрифуга лабораторная СМ-12 17. Калориметр "Эксперт-001К-2 18. Иономер АНИОН 4110 19. Сушильный шкаф СНОЛ-3,5.3,5.3,5/3,5-И1М 20. Аналитические весы ВЛ-210 21. Водяной термостат ELMi TW-2.03 22. Муфельная печь SNOL 8.2/1100 23. Компьютер персональный с доступом в Интернет	
---	--

## **9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением об организации обучения студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья в НИЯУ МИФИ, утвержденным 29.08.2017г.;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

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

Внесенные изменения на 20\_\_/20\_\_ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1) .....

2) .....

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

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
*(дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).*

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_

наименование кафедры      личная подпись      расшифровка подписи      дата

Руководитель ООП,

ученая степень, должность \_\_\_\_\_

личная подпись      расшифровка подписи      дата