

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе  
Д.Ш. Султанова  
«07» июня 2021 г.

Рабочая программа дисциплины в виде электронного документа выгружена из информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу  
Простая электронная подпись, ID подписи: 1060  
Подписал Проректор по учебной работе Д.Ш. Султанова  
Дата 07.06.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
по дисциплине «**ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**»

Специальность:	18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий
Специализация:	Химическая технология органических соединений азота
Квалификация выпускника:	Инженер
Форма обучения:	Очная
Институт:	Инженерный химико-технологический институт
Факультет:	Факультет энергонасыщенных материалов и изделий
Кафедра-разработчик:	Кафедра «Физической и коллоидной химии »
Курс; семестр	2-3; 4, 5

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	54	1,5
Лабораторная работа	72	2
Контроль самостоятельной работы	36	1
Самостоятельная работа	171	4,75
Форма аттестации: Экзамен (4 сем, 5 сем)	63	1,75
Всего	396	11

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 907 от 07.08.2020) по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий для специализации «Химическая технология органических соединений азота» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Профессор

Н.М. Селиванова

---

### **СОГЛАСОВАНО**

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Физической и коллоидной химии», протокол от 01.06.2021 г. № 11.

Заведующий кафедрой *Согласовано* Ю.Г. Галяметдинов

### **УТВЕРЖДЕНО**

Начальник центра УМЦ

*Утверждаю*

Л.А. Китаева

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Физическая химия» являются:

- а) овладение знаниями в области теории химических процессов, объясняющими закономерности, направленность, скорость их протекания, условия получения максимального выхода продукта и новых материалов с необходимыми свойствами для успешного усвоения других общеобразовательных и специальных дисциплин и использования их в профессиональной и познавательной деятельности
- б) овладение навыками применения теоретических законов физической химии и экспериментальных физико-химических методов (термодинамическим, статистическим, кинетическим, физико-химическим анализом) для решения практических вопросов химической технологии.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Физическая химия» относится к обязательной части ООП и формирует у обучающихся по специализации «Химическая технология органических соединений азота» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Физическая химия» обучающийся по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Высшая математика
2. Информационные технологии
3. Общая и неорганическая химия
4. Органическая химия
5. Физика

Дисциплина «Физическая химия» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

1. Математическое моделирование технологических процессов
2. Общая химическая технология
3. Процессы и аппараты химической технологии
4. Системы управления химико-технологическими процессами
5. Теория быстропротекающих процессов
6. Теория химико-технологических процессов

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

**ОПК-2 Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов**

ОПК-2.1. Знает фундаментальные законы и понятия химии и химической технологии, методику проектирования химико-технических систем, источники научно-технологической информации в профессиональной сфере, теоретические основы различных методов анализа

ОПК-2.2. Умеет выбрать оптимальный метод анализа в зависимости от объекта и поставленной задачи, а также обосновать свой выбор, проводить анализ соединения с использованием химических, аналитических и физико-химических методов разработать технологию химической реакции в ходе ее логического проектирования и постановки технологического эксперимента

ОПК-2.3. Владеет методами математической статистики для обработки результатов активного и пассивного эксперимента, навыками проведения химического и физико-химического анализа, интерпретации полученных результатов, представления результатов анализа

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**Знать:**

- а. теоретические методы физической химии (термодинамический, кинетический, квантово-механический);
- б. общие физико-химические закономерности, присущие химическим явлениям и процессам;
- в. начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики;
- г. методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах;
- д. термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем;
- е. уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных и фотохимических реакций;
- ж. основные теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа.

**Уметь:**

- а. определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ,
- б. использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения физической химии для решения профессиональных задач;
- в. прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; рассчитать константу равновесия при разных внешних условиях и определить оптимальные условия проведения процесса;
- г. определять направленность процесса в заданных начальных условиях;
- д. устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных, бинарных и многокомпонентных системах,
- е. определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах;
- ж. составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной форме для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса;
- з. проводить физико-химический эксперимент на базе типовых методов и приемов исследования

**Владеть:**

- а. навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема;
- б. навыками вычисления констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах;
- в. методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента

**4. Структура и содержание дисциплины**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 11 зачетных единиц, 396 часов.

№	Раздел дисциплины	Семе-	Виды учебной работы (в часах)	Оценочные
---	-------------------	-------	-------------------------------	-----------

п/п		стр	Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС	средства для проведения текущей и промежуточной аттестации
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Основы химической термодинамики	4	8		20	6	18	Коллоквиум; Лабораторная работа; Расчетное задание
2.	Термодинамические потенциалы	4	8			2	6	Лабораторная работа
3.	Химическое равновесие	4	12		4	4	12	Лабораторная работа; Тест
4.	Фазовые равновесия	4	8		12	6	18	Коллоквиум; Лабораторная работа; Экзамен
<b>Итого по семестру</b>		<b>4</b>	<b>36</b>		<b>36</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	<b>Экзамен</b>
1.	Растворы	5	4		12	4	24	Коллоквиум; Лабораторная работа
2.	Электрохимические системы	5	4		10	8	43	Коллоквиум; Лабораторная работа; Тест
3.	Химическая кинетика	5	6		8	4	40	Коллоквиум; Лабораторная работа; Собеседование
4.	Катализ	5	4		6	2	10	Лабораторная работа; Расчетное задание; Тест; Экзамен
<b>Итого по семестру</b>		<b>5</b>	<b>18</b>		<b>36</b>	<b>18</b>	<b>117</b>	<b>Экзамен</b>

### 5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
1.	Основы химической термодинамики	8	Основные понятия и законы химической термодинамики.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2.	Термодинамические потенциалы	8	Термодинамические потенциалы – как критерии направленности процесса	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.	Химическое равновесие	12	Химическое равновесие	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4.	Фазовые равновесия	8	Фазовое равновесие. Физико-химический термический анализ	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5.	Растворы	4	Растворы. Многокомпонентные растворы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Электрохимические системы	4	Теория растворов электролитов. Гальванические элементы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.	Химическая кинетика	6	Кинетика сложных реакций. Скорость и порядок химических реакций.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
8.	Катализ	4	Катализ	ОПК-2.1

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
				ОПК-2.2 ОПК-2.3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>54</b>		

## 6. Содержание практических/семинарских занятий

Проведение практических/семинарских занятий не предусмотрено учебным планом

## 7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Основы химической термодинамики	4	Определение теплового эффекта реакции растворения соли методом калориметрии.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2.		4	Определение парциальных молярных теплот растворения солей.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.		4	Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидрате.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4.		4	Определение теплового эффекта реакций диссоциации слабых кислот и оснований.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5.		4	Определение теплового эффекта реакции нейтрализации сильной кислоты сильным основанием.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Химическое равновесие	4	Изучение химического равновесия в гомогенных системах.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.	Фазовые равновесия	4	Термический анализ неизоморфных двухкомпонентных систем.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
8.		4	Изучение фазового равновесия жидкость - пар	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
9.		4	Определение коэффициента распределения вещества.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
10.	Растворы	4	Криометрическое определение молекулярной массы и степени диссоциации электролита.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
11.		4	Определение константы диссоциации слабого электролита методом электропроводности.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
12.		4	Определение коэффициента электропроводности сильного электролита.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
13.	Электрохимические системы	4	Определение ЭДС гальванического элемента.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
14.		2	Изучение процессов гидролиза солей потенциометрическим методом.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
15.		2	Определение константы диссоциации сильной кислоты методом потенциометрии.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
16.		2	Определение чисел переноса.	ОПК-2.1

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
				ОПК-2.2 ОПК-2.3
17.	Химиче-ская кинетика	2	Изучение кинетики реакции инверсии сахарозы.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
18.		2	Изучение кинетики реакции омыления уксусно-этилового эфира.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
19.		4	Изучение кинетики реакции омыления уксусно-этилового эфира щёлочью методом потенциометрии	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
20.	Катализ	4	Изучение кинетики реакции разложения перекиси водорода на твердых катализаторах.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
21.		2	Определение кинетических характеристик химических реакций с использованием программы «Гауссиан».	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>72</b>		

## 8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Применение законов термодинамики для расчета основных термодинамических процессов.	6	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2.	Расчет тепловых эффектов химических реакций	6	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.	Расчет зависимости тепловых эффектов от температуры по закону Кирхгофа	6	оформление отчётов, подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе, подготовка расчетного задания, проработка лекционного материала, проработка теоретического материала	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4.	Расчет термодинамических потенциалов в различных процессах	6	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5.	Расчет константы равновесия и степени диссоциации	6	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Зависимость константы равновесия от температуры	6	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе, подготовка к тестированию, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.	Расчет равновесного состава смеси	6	оформление отчётов, подготовка к	ОПК-2.1

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
			лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.2 ОПК-2.3
8.	Расчет фазового равновесия в однокомпонентных системах	6	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
9.	Анализ фазовых диаграмм состояния двухкомпонентных систем	6	оформление отчётов, подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе, подготовка к экзамену, проработка лекционного материала	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
10.	Расчет состава растворов	8	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
11.	Расчет парциальных молярных величин	8	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
12.	Экстрагирование. Определение коэффициента распределения между двумя несмешивающимися жидкостями	8	оформление отчётов, подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
13.	Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения разбавленных растворов.	8	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
14.	Расчет свойств растворов электролитов	9	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
15.	Особенности электропроводности в неводных растворах. Расчет степени и константы диссоциации, электропроводности и других параметров растворов электролита	8	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
16.	Электродные равновесия. Электрохимические элементы. Механизм возникновения скачка потенциала на границе раздела фаз. Двойной электрический слой и его строение. Типы электродов. Стандартный электродный потенциал. Термодинамика гальванического элемента	8	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
17.	Гальванический элемент и электродвижущая сила элемента. Типы гальванических элементов. Уравнение Нернста. Расчет ЭДС и потенциалов электродов по уравнению Нернста.	10	оформление отчётов, подготовка к коллоквиуму, подготовка к тестированию, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
18.	Основы формальной кинетики. Основные постулаты. Скорость и константа скорости реакции.	10	оформление отчётов, подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
	Молекулярность и порядок реакции. Кинетические уравнения скорости односторонних реакций первого, второго, третьего порядков		тем отведенных для самостоятельной работы	
19.	Кинетика сложных: параллельных, последовательных, обратимых и сопряженных реакции. Расчет констант скорости и определение порядка реакций	10	оформление отчетов, подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
20.	Зависимость скорости реакции от температуры и теории кинетики. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Понятие энергии активации.	10	оформление отчетов, подготовка к лабораторной работе, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
21.	Кинетика гетерогенных процессов. Стадии гетерогенного процесса, понятие лимитирующей стадии. Скорость гетерогенных реакций, зависимость от температуры	10	оформление отчетов, подготовка к коллоквиуму, подготовка расчетного задания, проработка лекционного материала	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
22.	Катализ. Общие закономерности. Активность, специфичность и селективность катализаторов. Влияние катализаторов на энергию активации. Кинетика гомогенных каталитических реакций. Кислотно-основной катализ. Гетерогенный катализ.	10	оформление отчетов, подготовка к лабораторной работе, подготовка к тестированию, подготовка к экзамену, проработка лекционного материала, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>171</b>		

### 8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Применение законов термодинамики для расчета основных термодинамических процессов	2	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2.	Расчет зависимости тепловых эффектов от температуры по закону Кирхгофа	2	прием коллоквиума, прием лабораторной работы, прием отчетов, проверка расчетного задания	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.	Расчет тепловых эффектов химических реакций	2	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4.	Расчет термодинамических потенциалов в различных процессах	2	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5.	Расчет константы равновесия и степени диссоциации	2	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Зависимость константы равновесия от температуры	2	прием лабораторной работы, прием отчетов, проверка тестирования	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.	Расчет равновесного состава смеси	2	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
8.	Расчет фазового равновесия в однокомпонентных системах	2	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
9.	Анализ фазовых диаграмм состояния двухкомпонентных систем	2	консультирование, прием коллоквиума, прием лабораторной работы, прием отчетов, прием экзамена	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
10.	Расчет состава растворов	1	прием лабораторной работы, прием	ОПК-2.1

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
			отчетов	ОПК-2.2 ОПК-2.3
11.	Расчет парциальных молярных величин	1	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
12.	Экстрагирование. Определение коэффициента распределения между двумя несмешивающимися жидкостями	2	прием коллоквиума, прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
13.	Особенности электропроводности в неводных растворах. Расчет степени и константы диссоциации, электропроводности и других параметров растворов электролита	2	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
14.	Электродные равновесия. Электрохимические элементы. Механизм возникновения скачка потенциала на границе раздела фаз. Двойной электрический слой и его строение. Типы электродов. Стандартный электродный потенциал. Термодинамика гальванического элемента	1	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
15.	Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения разбавленных растворов.	1	прием лабораторной работы, прием отчетов, проверка знаний на практическом занятии	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
16.	Особенности электропроводности в неводных растворах. Расчет степени и константы диссоциации, электропроводности и других параметров растворов электролита	1	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
17.	Расчет свойств растворов электролитов	1	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
18.	Гальванический элемент и электродвижущая сила элемента. Типы гальванических элементов. Уравнение Нернста. Расчет ЭДС и потенциалов электродов по уравнению Нернста.	2	прием коллоквиума, прием лабораторной работы, прием отчетов, проверка тестирования	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
19.	Основы формальной кинетики. Основные постулаты. Скорость и константа скорости реакции. Молекулярность и порядок реакции. Кинетические уравнения скорости односторонних реакций первого, второго, третьего порядков	1	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
20.	Зависимость скорости реакции от температуры и теории кинетики. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Понятие энергии активации.	1	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
21.	Кинетика сложных: параллельных, последовательных, обратимых и сопряженных реакции. Расчет констант скорости и определение порядка реакций	1	прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
22.	Кинетика гетерогенных процессов. Стадии гетерогенного процесса, понятие лимитирующей стадии. Скорость гетерогенных реакций, зависимость от температуры	1	прием коллоквиума, прием лабораторной работы, прием отчетов	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
23.	Катализ. Общие закономерности. Активность, специфичность и селективность катализаторов. Влияние катализаторов на энергию активации.	2	прием лабораторной работы, прием отчетов, проверка расчетного задания, проверка тестирования	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
	Кинетика гомогенных каталитических реакций. Кислотно-основной катализ. Гетерогенный катализ.			
	<b>ВСЕГО</b>	<b>36</b>		

## 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Физическая химия» используется рейтинговая система. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Мин.баллов	Макс.баллов
<b>4-й семестр</b>			
Лабораторная работа	12	12	24
Коллоквиум	2	10	14
Расчетное задание	1	9	12
Тест	1	5	10
Экзамен	1	24	40
<b>Итого</b>		<b>60</b>	<b>100</b>
<b>5-й семестр</b>			
Лабораторная работа	9	9	18
Коллоквиум	4	10	14
Расчетное задание	2	9	12
Тест	2	6	12
Собеседование		2	4
Экзамен	1	24	40
<b>Итого</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

## 10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итоговой аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

## 11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Физическая химия» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
А.В. Вишняков, Н.Ф. Кизим, Физическая химия [Учебник] учебник для студ. вузов, обуч. по химико-технол. напр. подготов. и спец.: М. : Химия, 2012, 840 с.	75 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская [и др.], Физическая химия [Учебник] учебник для студ. вузов, обуч. по напр. "Хим. технология", "Энерго- и ресурсосберег. проц. в хим. технологии, нефтехимии и биотехнол.", "Биотехнология" и спец. "Хим. технол. энергонасыщ. материалов	201 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

и изделий": М. : КДУ : Университет. кн., 2016, 516с	
Х.М. Ярошевская, Ю.Г. Булидорова, В.П. Барабанов [и др.], Электрохимия и химическая кинетика [Учебник] учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Хим. технология": Казань : , 2014, 456с.	20 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Ю.Г. Галяметдинов, Г.В. Булидорова, В.П. Барабанов [и др.], Физическая химия [Учебник] учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Химическая технология": Казань : Изд-во КНИТУ, 2012, 392с	69 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
И. А. Кузнецов, В. И. Горшков, Основы физической химии [Электронный ресурс] учебник: Москва : Лаборатория знаний, 2017	<a href="https://e.lanbook.com/book/97412">https://e.lanbook.com/book/97412</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ

## 11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
Эткинс, де Паула, Физическая химия : Ч.1: Равновесная термодинамика [Прочее] : М. : Мир, 2007, 494 с.	3 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
И. . Пригожин, Р. Дефэй, Химическая термодинамика [Прочее] : М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009, 533 с	7 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Н.М. Селиванова, Л.А. Павличенко, Г.В. Булидорова [и др.], Физическая химия [Учебник] учеб. пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2016, 188 с..	66 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
В.В. Осипова, А.И. Галеева, Ю.Г. Галяметдинов [и др.], Определение порядка, константы скорости и энергии активации элементарных реакций [Учебник] учеб. пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2015, 84 с.	70 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Ю.Г. Галяметдинов, Г.В. Булидорова, К.А. Романова, Кинетика сложных реакций [Учебник] учеб. пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2016, 88 с	66 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А.В. Билалов, Г.В. Булидорова, С.В. Крупин, Коллигативные свойства растворов [Учебник] учеб. пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2016, 116 с	66 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Л.А. Павличенко, Ю.Г. Галяметдинов, Г.В. Булидорова, Термический анализ двухкомпонентных систем [Учебник] учеб.-метод. пособие: Казань : , 2013, 104 с	10 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
В.В. Осипова, Ю.Г. Галяметдинов, Г.В. Булидорова, Теоретические представления химической кинетики [Электронный ресурс] индивид. задания для самост. работы студ.: Казань : , 2010, 24 с	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Bulidorova_Osipova_Galyametdinov-ТРНК.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Bulidorova_Osipova_Galyametdinov-ТРНК.pdf</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
С.В. Шилова, Ю.Г. Галяметдинов, Л.А. Павличенко [и др.], Химическая термодинамика [Электронный ресурс] методическое руководство к практическим	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Shilova_himicheskaya-termodinamika.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Shilova_himicheskaya-termodinamika.pdf</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ

занятиям: Казань : КНИТУ, 2009, 128 с	
Л.А. Павличенко, Р.И. Юсупова, Основы термохимии. I закон термодинамики [Электронный ресурс] индивидуал. задания для коллоквиума и практ. занятий: Казань : Изд-во КНИТУ, 2014, 44 с	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/Pavlichenko-osnovy_termokhimii.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Pavlichenko-osnovy_termokhimii.pdf</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
Г.Г. Абдуллазянова, А.Ф. Добрынина, Фазовые равновесия. Равновесие "жидкость-пар" в двухкомпонентных системах [Электронный ресурс] методические указания к практическим занятиям: Казань : КНИТУ, 2012, 40 с	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/abdullazyanova-fazovye-zhitkost.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/abdullazyanova-fazovye-zhitkost.pdf</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
А.Ф. Добрынина, Г.Г. Абдуллазянова, Фазовые равновесия. Равновесие "кристаллы-раствор (расплав)" в двухкомпонентных системах [Электронный ресурс] методические указания к практическим занятиям : Казань : КНИТУ, 2012, 40 с	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/abdullazyanova-fazovye-kristally.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/abdullazyanova-fazovye-kristally.pdf</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
Ю.Г. Галяметдинов, А.А. Князев, Н.М. Селиванова, Калориметрическое измерение тепловых эффектов химических реакций и физико-химических процессов [Электронный ресурс] методические указания к лабораторным работам: Казань : КНИТУ, 2009, 40 с	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Selivanova_kalorimetr-izmerenye.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Selivanova_kalorimetr-izmerenye.pdf</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Ю.М. Выжимов [и др.], Кинетика реакции гидролиза сложных эфиров [Электронный ресурс] методические указания к лабораторной работе: Казань : КНИТУ, 2011	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Bulidorova_Osipova_Vijimov_Galyametdinov-KRGSE.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Bulidorova_Osipova_Vijimov_Galyametdinov-KRGSE.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
А.А. Косарев, В.В. Осипова, Г.В. Булидорова [и др.], Числа переноса и методы их определения [Электронный ресурс] методические указания к лабораторной работе: Казань : Изд-во КНИТУ, 2016, 20 с	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/Vizhimov-chisla_perenosa.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Vizhimov-chisla_perenosa.pdf</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
К.А. Романова, Ю.Г. Галяметдинов, Г.В. Булидорова, Криометрическое определение молекулярной массы и степени диссоциации электролитов [Электронный ресурс] методические указания к лабораторной работе: Казань : Изд-во КНИТУ, 2015, 24 с	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-kriometricheskoe_opredelenie_elektrolitov.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-kriometricheskoe_opredelenie_elektrolitov.pdf</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
Ю.М. Выжимов, Р.Р. Шамилов, А.А. Коноплева, Электродвижущие силы гальванических элементов [Электронный ресурс] методические указания к лабораторной работе: Казань : КНИТУ, 2014, 24 с	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/Vyzhimov-elektrovdizhushchie.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Vyzhimov-elektrovdizhushchie.pdf</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
Р.И. Юсупова, М.А. Хусаинов, Р.Р. Шамилов [и др.], Кинетика гетерогенных каталитических реакций [Электронный ресурс] метод. указания к лаб. работам: Казань : , 2014, 32 с	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/Shamilov-kinetika.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Shamilov-kinetika.pdf</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
В.В. Осипова, Л.А. Павличенко, Е.Ю. Молостова, Потенциометрическое определение констант гидролиза и диссоциации [Электронный ресурс] методические указания к лабораторным работам: Казань : Изд-во КНИТУ, 2016, 56 с	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/Pavlichenko-potentsiometricheskoe_opredelenie_konstant.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Pavlichenko-potentsiometricheskoe_opredelenie_konstant.pdf</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ

### 11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Физическая химия» предусмотрено использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
3. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>
5. ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
6. ЭБС IPRbooks: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
7. ЭБС BOOK.ru : Режим доступа: <https://www.book.ru/>
8. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

УНИЦ  
Согласовано

### 11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Базы данных

Scopus Доступ свободный: [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

Web of Science Доступ свободный: [apps.webofknowledge.com](http://apps.webofknowledge.com)

Информационные справочные системы

Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: [www.garant.ru](http://www.garant.ru)

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)

### 12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Физическая химия»:

Офисные и деловые программы: ABBYY FineReader 9.0 проф;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard

Архиватор 7 Zip

Блокнот Notepad

Яндекс Браузер

ПО для коллективной работы Microsoft Teams

САПР: САПР CAD Assyst System

САПР: КОМПАС-3D LT v12

Программирование: Adobe Dreamweaver CS4;

Дополнительное ПО доступное по бесплатной подписке от Microsoft

ПО для коллективной работы Microsoft Teams

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

компьютерными учебными комплексами «Химия», сахариметрами, термометрами Бекмана, рН-метрами, кондуктометрами, потенциометрами, термометрами, рефрактометрами, поляриметрами, термостатами, калориметрами, приборами Свентославского, водяными банями, установками для титрования, весами электронными, набором электродов, химической посуды и реактивов, шаблонами отчетов по лабораторным работам.

### **13. Образовательные технологии**

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по дисциплине «Физическая химия» составляет 16 ч.

В процессе освоения дисциплины «Физическая химия» используются следующие образовательные технологии:

Информационно-развивающие технологии, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими.

Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации, таких как доступ через глобальную сеть Интернет к электронным библиотечным ресурсам, патентный поиск;

Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения. При этом используются следующие уровни сложности и самостоятельности: проблемное изложение учебного материала преподавателем; создание преподавателем проблемных ситуаций.

Используемые в лекционном курсе инновационные образовательные технологии: лекция – пресс-конференция, проблемная лекция, лекция с заранее запланированными ошибками.

Лекция - пресс-конференция «Коллигативные свойства растворов».

В начале лекции преподаватель называет тему и просит студентов письменно задавать ему вопросы по теме «свойства растворов». Каждый студент в течение 2-3 минут формулирует наиболее интересующие его вопросы, пишет их на листке бумаги и передает преподавателю. Преподаватель в течение 3-5 минут сортирует вопросы по их содержанию и начинает читать лекцию. Изложение материала преподносится в виде связного раскрытия темы, а не как ответ на каждый заданный вопрос, но в процессе лекции формулируются соответствующие ответы. В завершение лекции преподаватель проводит итоговую оценку вопросов, обсуждая интересы студентов и выявляя их знания.

Проблемная лекция. «Химическое равновесие и способы его смещения».

Для создания проблемной ситуации студентам предлагаются ситуация на производстве, требующая вмешательства инженера-технолога. Предлагается предложить различные пути выхода из создавшегося противоречия сделать выбор между ними. В процессе обсуждения выделяется главная цель термодинамики: предсказание направления протекания процессов и описание состояния равновесия.

Лекция с заранее запланированными ошибками «Современные химические источники тока». В лекционный материал сознательно заложено восемь ошибок содержательного характера.

Подбираются наиболее часто допускаемые ошибки, которые делают как студенты, так и преподаватели в ходе чтения лекции. Список ошибок преподаватель приносит на лекцию и знакомит с ними студентов только в конце лекции. Задача студентов заключается в том, чтобы по ходу отмечать в конспекте замеченные ошибки и назвать их в конце лекции. На разбор ошибок отводится 10-15 минут, в ходе которого преподавателем, студентами или совместно даются правильные ответы на вопросы.

Используемые в ходе практических занятий интерактивные формы обучения и инновационные образовательные технологии: разбор конкретных проблемных ситуаций; семинар-дискуссия, включающий доклады студентов и их обсуждение, мозговой штурм.

Используемые в ходе лабораторных занятий интерактивные формы обучения и инновационные образовательные технологии: разбор конкретных ситуаций; метод проблемного обучения, работа в команде, мозговой штурм, учебно-деловая игра.

