

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физической химии**

Авторы-составители: **Медведева Наталья Александровна**

Рабочая программа дисциплины

**ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА**

Код УМК 96176

Утверждено  
Протокол №5  
от «13» мая 2021 г.

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Физическая химия. Химическая кинетика

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

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **04.03.01** Химия

направленность Прикладная химия

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Физическая химия. Химическая кинетика** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**04.03.01** Химия (направленность : Прикладная химия)

**ОПК.1** Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук

**Индикаторы**

**ОПК.1.1** Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук

**ОПК.4** Способен обрабатывать, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в профессиональной деятельности с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач

**Индикаторы**

**ОПК.4.1** Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности

**ПК.3** Владеет основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом методов безопасного обращения с химическими материалами

**Индикаторы**

**ПК.3.1** Владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	04.03.01 Химия (направленность: Прикладная химия)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	8
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	56
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	88
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (8 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### I. ВВЕДЕНИЕ

Введение и основные понятия химической кинетики. Химическая кинетика как раздел физической химии. Связь кинетики с термодинамикой.

### II. ФОРМАЛЬНАЯ КИНЕТИКА

Основные понятия химической кинетики. Кинетическая классификация реакций. Кинетическая классификация реакций. Простые реакции. Сложные реакции. Влияние температуры на скорость химических реакций. Реакции в открытых системах. Определение кинетических параметров из экспериментальных данных.

#### 1. Основные понятия химической кинетики. Кинетическая классификация реакций.

Основные понятия химической кинетики. Кинетическая классификация реакций. Элементарные, простые и сложные реакции. Механизм химической реакции. Скорость химической реакции. Кинетическое уравнение. Закон действующих масс. Полный порядок реакции и порядок реакции по реагенту. Константа скорости химической реакции.

#### 2. Простые реакции

Необратимые реакции первого, второго, n-го и нулевого порядков. Кинетические уравнения и кривые для реакций различного порядка.

#### 3. Сложные реакции

Сложные реакции: обратимые, параллельные, последовательные. Принцип независимости (сосуществования) реакций. Обратимые реакции первого, второго порядка. Параллельные реакции. Последовательные реакции, период индукции, переходное и вековое равновесие.

#### 4. Влияние температуры на скорость химических реакций

Энергия активации. Температурный коэффициент. Правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, уравнение Вант-Гоффа. Аномальное влияние температуры на скорость реакций.

#### 5. Реакции в открытых системах

Реакторы идеального смешения (РИС). Реакторы идеального вытеснения (РИВ). Уравнение материального баланса.

#### 6. Определение кинетических параметров из экспериментальных данных

Определение энергии активации: по температурной зависимости начальной скорости или константы скорости реакции, по времени протекания реакции.

Методы определения порядка реакции: метод начальных скоростей, графический метод, по фиксированной глубине превращения.

Вычисление констант скорости.

### III. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ

Теория активных столкновений. Теория активированного комплекса. Расчет констант скоростей реакции.

#### 1. Теория активных столкновений

Молекулярно-кинетическая теория (МКТ). Основные законы МКТ: закон распределения Больцмана, закон Максвелла-Больцмана. Теория активных столкновений. Стерический множитель (фактор).

Туннельный эффект. Применение теории активных столкновений к бимолекулярным реакциям. Расчет константы скорости. Типы бимолекулярных реакций.

## **2. Теория активированного комплекса**

Теория активированного комплекса (переходного состояния). Статистический и термодинамический аспекты теории.

## **3. Расчет констант скоростей реакции**

Вычисление кинетических, стерических и термодинамических параметров на основании теоретических представлений химической кинетики.

## **IV. ЦЕПНЫЕ РЕАКЦИИ. РЕАКЦИИ С ИНИЦИИРОВАНИЕМ**

Цепные реакции. Реакции с иницированием. Фотохимические реакции. Определение кинетических параметров сложных специфических реакций.

### **1. Цепные реакции**

Цепные реакции: зарождение цепи, развитие и обрыв цепи. Теория простых и разветвленных цепей. Длина цепи и ветви. обрыв цепи: диффузионный, кинетический, линейный, квадратичный. Кинетика неразветвленных цепных реакций. Разветвленные цепные реакции. тепловой взрыв.

### **2. Реакции с иницированием. Фотохимические реакции**

Иницирование как способ проведения термодинамически запрещенных реакций. Химическое иницирование. Фотохимические реакции. Основные законы фотохимии: закон Гротгуса-Дрейпера, Ламбрта-Бера, Штарка-Эйнштейна. основные типы фотохимических процессов. Зависимость скорости фотохимических реакций от температуры. Мономолекулярные и тримолекулярные реакции в газовой фазе. Реакции в растворах. Методы изучения кинетики сложных реакций: метод квазистационарных концентраций (метод Боденштейна) и квазиравновесное приближение.

### **3. Определение кинетических параметров сложных специфических реакций**

Методы изучения кинетики сложных реакций: метод квазистационарных концентраций (метод Боденштейна) и квазиравновесное приближение.

## **V. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КАТАЛИЗЕ**

Основные понятия катализа. Гетерогенный и ферментативный катализ. Теории гетерогенного катализа. Определение кинетических параметров каталитических реакций.

### **1. Основные понятия катализа. Гетерогенный и ферментативный катализ**

Общие сведения о катализе. Гомогенные каталитические реакции. Основная схема расчета кинетики гомогенных каталитических реакций. промежуточное вещество Аррениуса и промежуточное вещество Вант-Гоффа. Катализ кислотами и основаниями. Специфический катализ. Общий кислотный и общий основной катализ, общий кислотно-основной катализ, электрофильный и нуклеофильный катализ. Катализ комплексными соединениями переходных металлов.

### **2. Теории гетерогенного катализа**

Теория активных центров в гетерогенном катализе. Отравление катализатора. Роль поверхности и пористость катализатора: активная поверхность катализатора, неоднородность поверхности, пористость катализатора. Связь между энергией активации и предэкспоненциальным множителем. Недостаточность модели однородной поверхности в катализе и адсорбции. Мультиплетная теория катализа. Теория активированных ансамблей. Электронные представления в гетерогенном катализе.

### **3. Определение кинетических параметров каталитических реакций**

Определение энергии активации каталитических реакций. Вычисление констант скорости. Сравнение кинетических и термодинамических параметров для каталитических и некаталитических реакций.



## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.



## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Шейн А. Б. Физическая химия. курс лекций : учебное пособие для студентов химического факультета, обучающихся по специальности и направлению "Химия" Ч. 2. Химическая кинетика, электрохимия/А. Б. Шейн, М. А. Виноградова ; Федеральное агентство по образованию, Пермский государственный университет.-Пермь, 2010, ISBN 978-5-7944-1424-0.-4041.-Библиогр.: с. 400
2. Байрамов В. М. Основы химической кинетики и катализа: учебное пособие для студентов химических факультетов университетов/В. М. Байрамов ; ред. В. В. Лунин.-Москва: Академия, 2003, ISBN 5-7695-1297-0.-256.-Библиогр.: с. 242-243
3. Химическая кинетика. Теория и практика : учебное пособие / Г. Е. Заиков, О. В. Стоянов, А. М. Кочнев, С. С. Ахтямова. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 80 с. — ISBN 978-5-7882-1518-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/62017.html>
4. Стромберг А. Г., Семченко Д. П. Физическая химия: учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим специальностям/А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко ; ред. А. Г. Стромберг.-Москва: Высшая школа, 2006, ISBN 5-06-003627-8.-527.-Библиогр.: с. 511-515

### Дополнительная:

1. Панченков Г. М., Лебедев В. П. Химическая кинетика и катализ: учебное пособие для хим.-технол. спец. вузов/Г. М. Панченков, В. П. Лебедев.-М.: Химия, 1985.-590.-Библиогр.: с. 578-581

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

<https://www.chemport.ru/> Химический портал

<https://new-science.ru/> New-Science

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Физическая химия. Химическая кинетика** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС); доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; тестирование

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционные занятия: Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия): Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
3. Лабораторные занятия: «Лаборатория физической химии», оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.
4. Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
5. Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.
6. Самостоятельная работа: «Лаборатория физической химии», оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории. Аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Физическая химия. Химическая кинетика**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.1**

**Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Знает базовую терминологию, относящуюся к химической кинетике, основные понятия, законы химической кинетики и их математическое выражение. Умеет анализировать тенденции развития современной физической химии, делать концептуальные обобщения, основываясь на известных теориях и экспериментальных фактах. Владеет способами обобщения, анализа и критической оценки различных теорий в области естествознания, применения физико-химических теорий для развития естественнонаучных концепций.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает базовую терминологию, относящуюся к химической кинетике, основные понятия, законы химической кинетики и их математическое выражение. Не умеет анализировать тенденций развития современной физической химии, делать концептуальные обобщения, основываясь на известных теориях и экспериментальных фактах. Демонстрирует отсутствие навыков владения способами обобщения, анализа и критической оценки различных теорий в области естествознания, применения физико-химических теорий для развития естественнонаучных концепций.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания базовой терминологии, относящейся к химической кинетике, основных понятий, законов химической кинетики и их математических выражение. Демонстрирует частично сформированное умение применять полученные знания при анализировании тенденций развития современной физической химии, а также делать концептуальные обобщения, основываясь на известных теориях и экспериментальных фактах. Демонстрирует фрагментарное применение навыков владения способами обобщения, анализа и критической оценки различных теорий в области естествознания, применения физико-химических теорий для развития естественнонаучных концепций.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания базовой терминологии,</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>относящейся к химической кинетике, основных понятий, законов химической кинетики и их математических выражение. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы в умении применять полученные знания при анализировании тенденций развития современной физической химии, а также правильно делать концептуальные обобщения, основываясь на известных теориях и экспериментальных фактах. В целом, успешно владеет способами обобщения, анализа и критической оценки различных теорий в области естествознания, применения физико-химических теорий для развития естественнонаучных концепций.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированные знания базовой терминологии, относящейся к химической кинетике, основных понятий, законов химической кинетики и их математических выражение. Успешно применяет полученные знания при анализировании тенденций развития современной физической химии, а также правильно делать концептуальные обобщения, основываясь на известных теориях и экспериментальных фактах. Успешно владеет способами обобщения, анализа и критической оценки различных теорий в области естествознания, применения физико-химических теорий для развития естественнонаучных концепций.</p>

#### **ОПК.4**

**Способен обрабатывать, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в профессиональной деятельности с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<b>ОПК.4.1</b> Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований,	Знает основные законы химической кинетики, а также способы их применения для решения теоретических и прикладных задач. Умеет	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> Не знает основные законы химической кинетики, а также способы их применения для решения теоретических и прикладных задач. Не умеет проводить эксперименты по

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
наблюдений, измерений в профессиональной деятельности	<p>проводить эксперименты по измерению кинетических параметров с использованием общепринятых методов. Осуществляет физико-химические расчеты и графически отображает полученные зависимости. Владеет основными методами кинетического исследования.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> измерению кинетических параметров с использованием общепринятых методов. Не способен осуществлять физико-химические расчеты и графически отображает полученные зависимости. Не владеет основными методами кинетического исследования.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Общие, но не структурированные знания основных законов химической кинетики, а также способов их применения для решения теоретических и прикладных задач. Демонстрирует частично сформированное умение проводить эксперименты по измерению кинетических параметров с использованием общепринятых методов. Способен частично осуществлять физико-химические расчеты и графически отображает полученные зависимости. Демонстрирует фрагментарное применение навыков владения основными методами кинетического исследования.</p> <p><b>Хорошо</b> Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных законов химической кинетики, а также способов их применения для решения теоретических и прикладных задач. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы в умении проводить эксперименты по измерению кинетических параметров с использованием общепринятых методов. Умеет осуществлять физико-химические расчеты и графически отображает полученные зависимости. В целом, успешно владеет основными методами кинетического исследования.</p> <p><b>Отлично</b> Сформированные знания основных законов химической кинетики, а также способов их применения для решения теоретических и прикладных задач. Умеет проводить эксперименты по измерению кинетических параметров с использованием общепринятых методов. Способен осуществлять физико-</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>химические расчеты и графически отображает полученные зависимости. Успешно владеет основными методами кинетического исследования.</p>

### ПК.3

**Владеет основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом методов безопасного обращения с химическими материалами**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.3.1</b> Владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p>	<p>Знает основные правила работы с химическими реактивами с учетом их физических и химических свойств. Знает основные правила работы в химической лаборатории, в том числе о первичных средствах пожаротушения и способах оказания первой помощи пострадавшему при проведении химического эксперимента. Умеет правильно выбрать средство защиты для работы с агрессивными веществами. Владеет приемами техники безопасности при проведении химического эксперимента (химического анализа).</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основных правил работы с химическими реактивами с учетом их физических и химических свойств. Не знает основные правила работы в химической лаборатории, в том числе о первичных средствах пожаротушения и способах оказания первой помощи пострадавшему при проведении химического эксперимента. Не умеет правильно выбрать средство защиты для работы с агрессивными веществами. Не владеет приемами техники безопасности при проведении химического эксперимента (химического анализа).</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания основных правил работы с химическими реактивами с учетом их физических и химических свойств, в том числе основных правил работы в химической лаборатории. Имеет слабые представления о первичных средствах пожаротушения и способах оказания первой помощи пострадавшему при проведении химического эксперимента. С трудом способен правильно выбрать средство защиты для работы с агрессивными веществами. Демонстрирует фрагментарное применение навыков техники безопасности при проведении химического эксперимента (химического анализа).</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных правил работы с</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>химическими реактивами с учетом их физических и химических свойств, в том числе основных правил работы в химической лаборатории. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в представлении о первичных средствах пожаротушения и способах оказания первой помощи пострадавшему при проведении химического эксперимента. Способен правильно выбрать средство защиты для работы с агрессивными веществами. В целом, успешно владеет навыками техники безопасности при проведении химического эксперимента (химического анализа).</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированные знания основных правил работы с химическими реактивами с учетом их физических и химических свойств, в том числе основных правил работы в химической лаборатории. Знает о первичных средствах пожаротушения и способах оказания первой помощи пострадавшему при проведении химического эксперимента. Способен выбрать средство защиты для работы с агрессивными веществами. Успешно владеет навыками техники безопасности при проведении химического эксперимента (химического анализа).</p>



## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук <b>ПК.3.1</b> Владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств <b>ОПК.4.1</b> Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности	6. Определение кинетических параметров из экспериментальных данных <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать основные понятия химической кинетики. Знать классификацию химических реакций и владеть способностью привести примеры для каждой группы реакций. Владеть основными кинетическими уравнениями по теме для решения содержательных задач. Знать основные интегральные и дифференциальные методы определения кинетических параметров химических реакций. Уметь рассчитывать кинетические параметры необратимых реакций различного порядка и сложных реакций. Уметь осуществлять прогнозирование химического процесса с точки зрения термодинамического аспекта. Уметь применить основной постулат химической кинетики для решения практических задач. Владеть способностью интерпретировать экспериментальные кинетические кривые.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p> <p><b>ПК.3.1</b> Владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p> <p><b>ОПК.4.1</b> Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности</p>	<p>3. Расчет констант скоростей реакции</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Владеет основными законами молекулярно-кинетической теории (МКТ). Способен применить основные законы МКТ для вычисления скорости процесса исходя из молекулярных параметров реагирующих компонентов и внешних условий. Знает основные положения Теории активных столкновений и теории активированного комплекса (переходного состояния). Способен применить теорию столкновений к бимолекулярным реакциям. Умеет производить расчет константы скорости бимолекулярных реакций. Знает основные уравнения для расчета активных столкновений между реагирующими частицами одного или разного сорта. Знает основные типы бимолекулярных реакций. Способен выразить константу равновесия согласно статистическому и/или термодинамическому подходу.</p>
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p> <p><b>ПК.3.1</b> Владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p> <p><b>ОПК.4.1</b> Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности</p>	<p>3. Определение кинетических параметров сложных специфических реакций</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Владеть информацией об особенностях протекания сложных химических реакций (цепные, фотохимические, сопряженные). Способен предложить схему протекания цепной, фотохимической и сопряженной реакций. Знать основные законы фотохимии. Знать основные типы фотохимических процессов. Способен установить зависимость скорости фотохимической реакции от температуры. Уметь производить расчет кинетических параметров сложных специфических реакций. Владеть информацией об основных понятиях, стадиях и примерах цепных реакций. Знать кинетические уравнения неразветвленных и разветвленных цепных реакций.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p> <p><b>ПК.3.1</b> Владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p> <p><b>ОПК.4.1</b> Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности</p>	<p>1. Лабораторные отчеты</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Способность выполнить экспериментальное задание (опыт) по предоставленной методике. Уметь оформить отчет по проделанному эксперименту. Уметь вычислять кинетические и термодинамические параметры химического процесса. Способность правильно построить графики и сделать корректный вывод по лабораторной работе. Знать ответы на теоретические вопросы по экспериментальной работе.</p>
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p> <p><b>ПК.3.1</b> Владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p> <p><b>ОПК.4.1</b> Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности</p>	<p>2. Экзамен</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать основные законы и понятия химической кинетики и катализа. Знать формальную кинетику элементарных гомогенных односторонних реакций разных порядков и сложных многостадийных реакций. Знать кинетические особенности сопряженных, цепных, фотохимических, гетерогенных, каталитических и других процессов. Знать теории элементарного акта химического взаимодействия. Уметь применять основные законы химической кинетики для обсуждения полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных. Уметь проводить физико-химический анализ процессов. Уметь использовать методы регистрации и обработки результатов физико-химических экспериментов применительно к системам, изменяющимся во времени. Владеть навыками оценки основных кинетических параметров процессов с использованием известных физико-химических моделей.</p>

## Спецификация мероприятий текущего контроля

### 6. Определение кинетических параметров из экспериментальных данных

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **3 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **8.5**

Показатели оценивания	Баллы
Знает классификацию химических реакций. Способен привести примеры химических процессов согласно классификации.	3
Знает кинетические уравнения для необратимых и сложных химических реакций. Способен применить уравнения для решения содержательных задач по теме. Контролирует правильность проведенных расчетов.	3
Способен рассчитать термодинамические параметры, используя уравнения Аррениуса и правила Вант-Гоффа. Контролирует правильность проведенных расчетов.	2
Умеет рассчитывать кинетические параметры необратимых реакций различного порядка и сложных реакций. Контролирует правильность проведенных расчетов.	2
Умеет применять основной постулат химической кинетики для решения практических задач. Контролирует правильность проведенных расчетов.	2
Владеет способностью интерпретировать экспериментальные кинетические кривые.	2
Знает основные методы определения кинетических параметров химических реакций (интегральные и дифференциальные).	2
Умеет осуществлять прогнозирование химического процесса с точки зрения термодинамического аспекта.	2
Знает основные понятия химической кинетики.	2

### 3. Расчет констант скоростей реакции

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **4.5**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные положения статистического и термодинамического подходов для вычисления константы равновесия. Знает основные математические уравнения для вычисления константы равновесия. Контролирует правильность проведенных расчетов с учетом статистического и/или термодинамического подхода.	2
Знает основные законы молекулярно-кинетической теории (Закон распределения Больцмана, закон Максвелла-Больцмана). Умеет записать основные законы МКТ в математическом виде.	2
Умеет применить основные положения теории активных столкновений к бимолекулярным реакциям. Знает основное математическое и теоретическое выражение теории столкновений для бимолекулярных реакций. Контролирует правильность проведенных расчетов с учетом фактора столкновений.	2

Знает основные положения теории активных столкновений. Может дать характеристику активным молекулам. Умеет вычислять число двойных столкновений между молекулами одного сорта и разного. Умеет вычислять полное число столкновений.	2
Знает основные предположения, лежащие в основе теории переходного состояния. Знает основное уравнение теории активированного комплекса.	1
Умеет изобразить схематично (в виде графика) изменение потенциальной энергии системы в ходе реакции и его связь с энергией активации.	1

### 3. Определение кинетических параметров сложных специфических реакций

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **8.5**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет устанавливать зависимость скорости фотохимической реакции от температуры. Контролирует правильность проведенных расчетов кинетических и термодинамических параметров.	4
Умеет производить расчет кинетических параметров сложных специфических реакций. Контролирует правильность проведенных расчетов.	3
Знает основные особенности реакций сопряженных реакций. Знает основное кинетическое уравнение сопряженных реакций. Способен осуществить расчет кинетических параметров.	3
Владеет информацией об основных понятиях, стадиях и примерах цепных реакций. Знает кинетические уравнения неразветвленных и разветвленных цепных реакций и умеет вычислять кинетические параметры.	3
Знает основные законы фотохимии. Знает основные типы фотохимических процессов. Умеет производить расчет квантового выхода фотохимических реакций.	3
Владеет информацией об особенностях протекания сложных химических реакций (цепные, фотохимические и гетерогенные). Может привести примеры химических реакций.	2
Может предложить схему протекания цепной, фотохимической и сопряженной реакций.	2

### 1. Лабораторные отчеты

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **8.5**

Показатели оценивания	Баллы
Способен выполнить экспериментальное задание (опыт) по предоставленной методике. Контролирует правильность проведенных измерений	7
Владеет теоретическим материалом, необходимым для успешного прохождения лабораторного практикума	6
Умеет обобщать и обрабатывать экспериментальную информацию в виде лабораторных отчетов, контролирует правильность полученных результатов	3.5
Преобразует исходные данные, строит соответствующие графические зависимости,	

рассчитывает необходимые параметры	3.5
------------------------------------	-----

## 2. Экзамен

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **12.5**

Показатели оценивания	Баллы
Предлагается 30 заданий тестового характера. Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл	30