

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Избранные главы кинетики

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

04.03.01 - Химия

Направленность образовательной программы

Химия и материаловедение

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.02.04 Избранные главы кинетики относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1-н: Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1-н-1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР. ПК-1-н-2: Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР. ПК-1-н-3: Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР.	ПК-1-н-1: Знать теоретические основы кинетического научного эксперимента и кинетических методов исследования химических веществ и реакций. Уметь планировать последовательность действий в ходе выполнения научного эксперимента; проводить кинетический анализ и математическую обработку полученных данных. Владеть навыками проведения научного эксперимента с целью получения важнейших кинетических характеристик химических процессов. ПК-1-н-2: Знать основные нормативные документы и ключевые требования к представлению результатов проведенных исследований. Уметь самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость отдельных этапов НИР. Владеть навыками самостоятельной работы,	Допуск к лабораторной работе	Экзамен: Контрольные вопросы

		<p>способностью решать поставленные задачи при реализации отдельных этапов НИР.</p> <p>ПК-1-н-3: Знать экспериментальные методы химической кинетики, необходимую приборную базу и ее возможности для исследования процессов, выбранных в качестве приоритетных задач НИР. Уметь определять кинетические характеристики химических процессов с помощью современной аппаратуры и осуществлять физико-химический анализ и обработку полученных результатов. Владеть методологией и методикой проведения экспериментов на специализированном оборудовании для решения поставленной экспериментальной задачи.</p>		
<p>ПК-1-т: Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>ПК-1-т-1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИОКР. ПК-1-т-2: Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИОКР. ПК-1-т-3: Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР.</p>	<p>ПК-1-т-1: Знать базовые законы физики, математики и смежных с химической кинетикой дисциплин для понимания фундаментальных закономерностей физико-химических процессов. Уметь использовать математический аппарат и фундаментальные законы физики для определения кинетических характеристик и физико-химического описания химических реакций; решать комплексные задачи химической кинетики. Владеть терминологией и понятийным аппаратом химической кинетики; навыками критического анализа знаний важнейших</p>	<p>Реферат</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>

		<p>разделов химической кинетики; математическим аппаратом и основными законами физики при выводе фундаментальных уравнений химической кинетики.</p> <p>ПК-1-т-2: Знать основные нормативные документы и ключевые требования к представлению результатов проведенных исследований. Уметь самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость отдельных этапов НИОКР. Владеть навыками самостоятельной работы, способностью решать поставленные задачи при реализации отдельных этапов НИОКР.</p> <p>ПК-1-т-3: Знать экспериментальные методы химической кинетики, необходимую приборную базу и ее возможности для исследования процессов, выбранных в качестве приоритетных задач НИОКР. Уметь определять кинетические характеристики химических процессов с помощью современной аппаратуры и осуществлять физико-химический анализ и обработку полученных результатов. Владеть методологией и методикой проведения экспериментов на специализированном оборудовании для решения поставленной экспериментальной задачи.</p>		
--	--	---	--	--

<p>ПК-2-н: Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</p>	<p>ПК-2-н-1: Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в том числе с использованием патентных баз данных)</p>	<p>ПК-2-н-1:</p> <p>Знать методы эффективного поиска научной и технической информации в сети Интернет и наиболее распространенных специализированных базах данных, в том числе, в полнотекстовых и реферативных базах научных публикаций.</p> <p>Уметь грамотно составить поисковый запрос в общих и специализированных базах данных, за короткий срок получить информацию о свойствах и параметрах процессов.</p> <p>Владеть навыками самостоятельного использования специализированных баз данных и специального программного обеспечения для поиска необходимой информации, проведения расчетов, обработки экспериментальных данных, подготовки научных публикаций и докладов.</p>	<p>Реферат</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>
<p>ПК-3-н: Способен осуществлять контроль качества веществ и материалов</p>	<p>ПК-3-н-1: Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики веществ и материалов.</p> <p>ПК-3-н-2: Составляет отчеты о выполненной работе по заданной форме.</p>	<p>ПК-3-н-1:</p> <p>Знать теоретические основы кинетических методов исследования химических реакций.</p> <p>Уметь планировать последовательность действий в ходе кинетического эксперимента; проводить кинетический анализ и математическую обработку полученных результатов.</p> <p>Владеть навыками проведения кинетического эксперимента с целью получения важнейших кинетических характеристик химических процессов.</p> <p>ПК-3-н-2:</p> <p>Знать основные характеристики кинетических методов исследования химических</p>	<p>Отчет по лабораторным работам</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>

		<p>веществ и реакций различной категории сложности и их обеспечение, принципы применяемых лабораторных методов.</p> <p>Уметь подготавливать отчет по результатам лабораторных исследований.</p> <p>Владеть необходимым уровнем знаний и представлений об организации научных исследований.</p>		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	9
Часов по учебному плану	324
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	160
- КСР	2
самостоятельная работа	26
Промежуточная аттестация	72
	Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Раздел 1. Ведущие направления кинетических исследований в современной химической науке	60	20	30	50	10
Раздел 2. Теории элементарных химических реакций	72	20	44	64	8
Раздел 3. Экспериментальные методы химической кинетики	118	24	86	110	8

Аттестация	72				
КСР	2			2	
Итого	324	64	160	226	26

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Ведущие направления кинетических исследований в современной химической науке

1. Предмет, содержание, цели и задачи, научное и прикладное значение химической кинетики.
2. Теоретические и экспериментальные методы исследования в химической кинетике.
3. Основные разделы, фундаментальные законы и постулаты химической кинетики.
4. Основные справочники и базы данных по химической кинетике.
5. Ведущие российские научные центры по изучению кинетики химических процессов.

Раздел 2. Теории элементарных химических реакций

1. Теории химической кинетики как метод теоретической оценки констант скоростей элементарных реакций на основании физико-химических свойств молекул реагентов.
2. Теория соударений в химической кинетике. Ее приближенная и более строгая формулировка.
3. Теория соударений в применении к бимолекулярным реакциям.
4. Теория соударений в применении к мономолекулярным реакциям. Схема Линдемана и ее сопоставление с опытными данными. Причины неточности схемы Линдемана.
5. Предпосылки статистической теории элементарных реакций. Адиабатические и неадиабатические реакции. Классическая трактовка движения ядер. Условия сохранения Максвелл-Больцмановского распределения в реагирующей системе.
6. Потенциальная энергия системы атомов. Поверхность потенциальной энергии, ее построение и свойства. Энергия активации. Профили потенциальной энергии. Количественные оценки энергии активации. Соотношение между энергией активации и энтальпией реакции.
7. Превращение энергии в реакции трех атомов. Реакция между двухатомной молекулой и атомом.
8. Теория активированного комплекса. Вывод основного уравнения. Свободная энергия активации. Предэкспоненциальный множитель. Трансмиссионный коэффициент.
9. Теория активированного комплекса в применении к мономолекулярным реакциям. Область применимости полученных соотношений. Объяснение «повышенных» и «заниженных» значений предэкспоненциального множителя.
10. Сравнение основных уравнений теорий активированного комплекса и газокинетической теории элементарной химической реакции.
11. Метод переходного состояния для жидкофазных реакций. Поверхность свободной энергии. Вывод основного уравнения для константы скорости. Сольватация активированного комплекса. Предварительная реорганизация сольватной оболочки. Учет диффузионных пар.

Раздел 3. Экспериментальные методы химической кинетики

1. Методы изучения кинетики сложных химических процессов. Классификация методов исследования реакций в растворах. Методы изучения медленных реакций. Специфика исследования быстрых реакций. Струевые и релаксационные методы исследования. Выделение отдельных реакций в сложных процессах.
2. Электронная спектроскопия. Физические основы метода. Применение молекулярной электронной спектроскопии для определения констант ионизации кислот и оснований, состава комплекса и константы равновесия в реакции комплексообразования, а также при изучении кинетики химических

реакций.

3. Инфракрасная (ИК) спектроскопия. Физические основы метода. Интерпретация ИК-спектров. Применение ИК-спектроскопии для установления молекулярного состояния в рассматриваемых условиях. Исследование механизма жидкофазного окисления углеводородов, деструкции нефтепродуктов в процессе их озонирования и получения целевых продуктов в реакциях с пероксидными соединениями методом ИК-спектроскопии.

4. Газовая хроматография. Качественный и количественный анализы. Применение метода газовой хроматографии для изучения кинетики и механизма химических реакций (окисления производных ферроцена молекулярным кислородом; пиролиза пропан-бутановой смеси в проточной установке).

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 48 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "-" (-).
- открытый онлайн-курс МООС "-" (-).

Иные учебно-методические материалы: 1. Фомин В.М. Избранные главы химической кинетики. Элементарные реакции: Учебное пособие. - Нижний Новгород: Издательство ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2020. - 120 с.

2. Фомин В.М. Химическая кинетика и катализ: учебное пособие для вузов. - Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 348 с.

3. Фомин В.М., Маркин А.В. Кинетические закономерности протекания сложных реакций: Учебное пособие. - Нижний Новгород: Издательство ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2023. - 85 с.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:

1. Сформулируйте основные положения теории активных столкновений и основные допущения при выводе кинетического уравнения.
2. Поясните термин "эффективное сечение столкновений". Поясните, как оно меняется при столкновении молекул, не взаимодействующих между собой и испытывающих притяжение или отталкивание.

3. Как связаны между собой скорость реакции и число активных столкновений?
4. Какой смысл вкладывается в понятие "стерический фактор"?
5. Что такое фактор соударений и какова его размерность?

Критерии оценивания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Допустимый уровень знаний выше минимального. Продемонстрированы основные умения. При решении типовых заданий могут быть негрубые ошибки. Имеется набор навыков выше минимального для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Или невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПК-1-т:

1. Применение теории столкновений к мономолекулярным реакциям. Теория Линдемана. Недостатки.
2. Спектроскопия активированного комплекса.
3. Применение теории активированного комплекса к реакциям в газовой фазе. Мономолекулярные, бимолекулярные реакции.
4. Особенности реакций в растворе. Влияние сольватации реагентов на активационные параметры бимолекулярной реакции.
5. Теория активированного комплекса и учет образования диффузионных пар в растворе.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:

1. Статистические суммы состояний молекулы.
2. Теория мономолекулярных реакций Гиншельвуда, Райса-Раменергера-Касселя (РРК), Слейтера, Райса-Рамспергера-Касселя-Маркуса (РРКМ).
3. Теория активированного комплекса. Основные положения и допущения. Поверхность потенциальной энергии, координата реакции, энергия активации.

4. Кинетический изотопный эффект. Вклад поступательных, вращательных и колебательных степеней свободы.
5. Влияние давления на скорость реакции в жидкой фазе с позиций ТАК. Объем активации и его связь с энтропией активации.
6. Влияние ионной силы раствора на константу скорости реакции. Солевые эффекты.

Критерии оценивания (оценочное средство - Реферат)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Реферат, презентация написаны в соответствии с предъявляемыми требованиями, продемонстрирован творческий подход, тема раскрыта полностью. Защита показала владение информацией по теме реферата в полном объеме. Получены исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы.
отлично	Реферат, презентация написаны в соответствии с предъявляемыми требованиями, основные разделы по теме реферата раскрыты. Защита показала владение информацией по теме реферата. Получены ответы на дополнительные вопросы с несущественным недочетами.
очень хорошо	Реферат, презентация написаны в соответствии с предъявляемыми требованиями, основные разделы по теме реферата раскрыты, но имеется несколько несущественных ошибок. Защита показала владение информацией по теме реферата. Получены ответы на дополнительные вопросы с недочетами.
хорошо	Реферат, презентация написаны в соответствии с основными требованиями, тема реферата раскрыта с некоторыми недочетами. Продemonстрированы базовые навыки при защите реферата с некоторыми недочетами. Даны неполные ответы на дополнительные вопросы.
удовлетворительно	Реферат, презентация написаны с существенными отклонениями от предъявляемых требований, тема реферата раскрыта частично. соответствии с основными требованиями, тема реферата раскрыта с некоторыми недочетами. Допущено много негрубых ошибок при защите реферата и при ответе на дополнительные вопросы.
неудовлетворительно	При написании реферата и презентации не выполнены предъявляемые требования, тема реферата не раскрыта. Защита показала отсутствие понимания материала. Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. Не получены ответы на дополнительные вопросы.
плохо	Содержание реферата, презентации не соответствует теме, предъявляемые требования не соблюдены. Отсутствие знаний теоретического материала.

Оценка	Критерии оценивания
	Отсутствие владения материалом при защите реферата. Отказ обучающегося от ответа на дополнительные вопросы. Или реферат не предоставлен.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:

1. Обзор литературных источников по теме лабораторной работы, обобщение литературных данных.
2. Оформление списка литературы согласно требованиям к отчету; отражение литературных источников по теме работы.
3. Приборы и реактивы, необходимые для проведения лабораторной работы.
4. Протоколирование результатов опытов.
5. Представление результатов эксперимента в виде таблиц и (или) графических зависимостей в отчете.
6. Обработка результатов анализа.
7. Анализ полученных данных. Выводы.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Отчет должен удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к оформлению отчета. Содержание отчета соответствует названию лабораторной работы. Результаты эксперимента отражены в отчете, соответствуют данным в подписанном протоколе, обработаны, сделаны соответствующие выводы.
не зачтено	Содержание отчета не соответствует теме лабораторной работы, предъявляемые требования к оформлению лабораторной работы не соблюдены. Результаты эксперимента не отражены в отчете, либо не соответствуют протоколу, не обработаны, выводы по работе не сделаны. Или отчет не предоставлен.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компет	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно

енций (индик атора достиж ения компет енций)	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».

	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

1. Методы электронной спектроскопии в изучении кинетики и механизма окисления ферроцена и его производных пероксидом водорода.
2. Применение метода газовой хроматографии для изучения кинетики и механизма химических реакций (на примере окисления ферроцена и его производных молекулярным кислородом).
3. Метод газовой хроматографии в исследовании пиролиза пропан-бутановой смеси в проточной установке. Получение целевых продуктов.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-т

1. Газокинетическая теория столкновений. Стерический фактор. Сечение реакции.
2. Фактор соударений. Физический смысл. Медленные и быстрые реакции.
3. Основные положения и допущения теории активных столкновений для бимолекулярных реакций. Вывод уравнения теории активных столкновений для бимолекулярной реакции.
4. Применение теории активных столкновений к мономолекулярным реакциям.
5. Теория элементарных химических реакций. Адиабатические и неадиабатические реакции.
6. Теория элементарных реакций. Описание движения ядер. Равновесное Максвелл-Больцмановское распределение и его нарушение в реагирующей системе. Процессы релаксации.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

1. Потенциальная энергия системы из трех атомов. Формула Лондона.
2. Теория активированного комплекса. Вывод основного уравнения.

3. Понятие активированного комплекса. Сходство и отличие активированного комплекса от молекул реагентов.
4. Истинная, классическая и кажущаяся энергия активации.
5. Основное уравнение теории активированного комплекса. Трансмиссионный коэффициент.
6. Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Свободная энергия активации. Введение экспериментальной энергии активации.

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

1. Сравнение основных уравнений теорий активированного комплекса и активных столкновений. Расчет стерического фактора.
2. Построение полной поверхности потенциальной энергии. Путь реакции. Энергия активации
3. Влияние эффектов сольватации на активационные параметры реакций в рамках теории активированного комплекса.
4. Классификация химических реакций по времени полупревращения.
5. Экспериментальные методы изучения кинетики медленных реакций. Метод отбора проб, волюмометрический метод, метод потока.
6. Экспериментальные методы исследования кинетики быстрых реакций. Струевые методы.
7. Релаксационные методы исследования кинетики быстрых реакций.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Умение свободно ориентироваться в материале, отвечать на вопросы, предусмотренные программой. Установлена взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значения для приобретаемой профессии. Продемонстрированы все основные умения. Продемонстрированы творческие способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
отлично	Высокий уровень владения материалом. Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Установлена взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значения для приобретаемой профессии. Продемонстрированы все основные умения с несущественными недочетами. Продемонстрированы творческие способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.

Оценка	Критерии оценивания
	Систематический характер знаний по предмету, возможно их самостоятельное пополнение и обновление в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Даны ответы на большинство вопросов, допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы высокие способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Систематический характер знаний по предмету, возможно их самостоятельное пополнение и обновление в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Даны ответы на большинство вопросов, допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы высокие способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены негрубые ошибки при ответе, но продемонстрированы необходимые знания для их устранения под руководством преподавателя. Продемонстрированы основные умения, выполнены все задания, но не в полном объеме. Продемонстрированы базовые способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. Проявлены недостаточные способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить полноту знаний и наличие навыков и умений вследствие отказа обучающегося от ответа.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Еремин Вадим Владимирович. Основы общей и физической химии : учеб. пособие для студентов вузов, изучающих дисциплину "Химия", по направлению подготовки ВПО 011200. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 848 с. - ISBN 978-5-91559-092-1 : 1472.90., 30 экз.
2. Эмануэль Николай Маркович. Курс химической кинетики : [учеб. для хим. фак. ун-тов]. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1984. - 463 с. : ил. - 1.30., 31 экз.
3. Еремин Евгений Николаевич. Основы химической кинетики : учеб. пособие. - 2-е изд., доп. - М. : Высшая школа, 1976. - 375 с. : с рис. - 0.96., 56 экз.
4. Основы физической химии : в 2 ч. : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 - Химия. Ч. 1 : Теория. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 320 с. : ил. - (Учебник для высшей школы : сер. осн. в 2009 г.). - Авт. указ. на

обороте тит. л. - ISBN 978-5-9963-0535-3 (ч. 1) : 282.09., 18 экз.

5. Экспериментальные методы химической кинетики : [учеб. пособие] / принимали участие: Г. А. Бакаринова [и др.] ; под ред. [и с предисл.] Н. М. Эмануэля, М. Г. Кузьмина. - М. : Изд-во МГУ, 1985. - 384 с. : ил. - 0.95., 16 экз.

Дополнительная литература:

1. Пахомов Лев Георгиевич. Физические методы в химических исследованиях : (теория, задачи, ответы) : учебное пособие / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2007. - 286 с. - В надзаг.: Приоритетный нац. проект "Образование". Инноват. образоват. программа Нижегород. ун-та: Образоват.-науч. центр "Информационно-телекоммуникационные системы: физические основы и математическое обеспечение". - ISBN 978-5-91326-030-7 : 37.00., 3 экз.
2. Денисов Евгений Тимофеевич. Химическая кинетика : учебник для вузов. - М. : Химия, 2000. - 568 с. : ил. - 182.00., 2 экз.
3. Эйринг Г. Основы химической кинетики / пер. с англ. Е. Л. Розенберга, А. М. Бродского. - М. : Мир, 1983. - 528 с. : ил. - 4.90., 3 экз.
4. Эткинс П. Физическая химия : [в 2 т.]. [Т.] 1 / пер. с англ. К. П. Бутина. - М. : Мир, 1980. - 580 с. : ил. - 2.90., 3 экз.
5. Эткинс П. Физическая химия : [в 2 т.]. [Т.] 2 / пер. с англ. К. П. Бутина. - М. : Мир, 1980. - 584 с. : ил. - 2.90., 3 экз.
6. Кондратьев Виктор Николаевич. Кинетика и механизм газофазных реакций / АН СССР, Ин-т хим. физики. - М. : Наука, 1974. - 558 с. : ил. - 3.28., 3 экз.
7. Энтелис Сергей Генрихович. Кинетика реакций в жидкой фазе. Количественный учет влияния среды. - М. : Химия, 1973. - 416 с. : черт. - 2.85., 3 экз.
8. Юнгс Ж. Кинетические методы исследования химических процессов : труды / при участии И. де Агирре и Д. Декрок ; сокр. пер. с фр. А. С. Елинера ; Фр. ин-т нефти. - Л. : Химия, Ленингр. отделение, 1972. - 422 с. : черт. - (Научно-технические проблемы нефти). - 2.93., 1 экз.
9. Колдин Е. Ф. Быстрые реакции в растворе / пер. с англ. В. М. Андреева [и др.] ; под ред. Н. М. Эмануэля. - М. : Мир, 1966. - 309 с. : черт. - 1.49., 3 экз.
10. Глестон С. Теория абсолютных скоростей реакций : Кинетика химических реакций, вязкость, диффузия и электрохимические явления / пер. с англ. А. А. Баландина, Н. Д. Соколова. - М. : Иностран. лит., 1948. - 583 с. : ил. - 3.90., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<http://elibrary.ru>.

<http://www.sciencedirect.com>.

<http://pubs.acs.org>.

<http://pubs.rsc.org>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Для проведения лабораторных работ по специальной дисциплине «Избранные главы кинетики» кафедра физической химии располагает лабораторией, оснащенной посудой, реактивами и оборудованием, необходимыми

для проведения кинетических экспериментов. Лаборатория оснащена спектрофотометрами UV-1700 и UV-1800, ИК-Фурье-спектрометром IRPrestige-21, газовый хроматограф GC-2014 (SHIMADZU), персональными компьютерами для обработки экспериментальных результатов, аналитическими весами AUX320 (SHIMADZU), химической посудой, магнитными мешалками, современными термостатами, плитками и другим лабораторным оборудованием, необходимым для проведения экспериментальных исследовательских работ.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 04.03.01 - Химия.

Автор(ы): Фомин Владимир Михайлович, доктор химических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Маркин Алексей Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.