

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

Кинетика цепных процессов

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

04.04.01 - Химия

Направленность образовательной программы

Физическая химия макромолекулярных систем

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.03 Кинетика цепных процессов 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 планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-1-н-1: Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий. ПК-1-н-2: Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	ПК-1-н-1: Знать общие и специфические особенности неразветвленных и разветвленных цепных реакций, основные стадии протекания процесса. Уметь находить и использовать литературные источники по тематике исследования, анализировать экспериментальные результаты. Владеть навыками кинетического анализа сложных радикально-цепных процессов с целью выведения основных кинетических уравнений для скорости их протекания и их сопоставления с результатами исследований. ПК-1-н-2: Знать экспериментальные методы химической кинетики; необходимую приборную базу и ее возможности для исследования радикально-цепных процессов. Уметь интерпретировать данные кинетических исследований, используя методы иницирования и ингибирования радикально-цепных процессов. Владеть навыками	Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы

		применения современной аппаратурной базы для анализа сложных радикально-цепных процессов с целью выведения основных кинетических уравнений для скорости их протекания.		
ПК-1-фхм: Способен использовать современные методы исследования для изучения свойств новых макромолекулярных систем и процессов с их участием	ПК-1-фхм-1: Использует известные методы для определения основных физико-химических характеристик макромолекулярных систем ПК-1-фхм-2: Разрабатывает новые модели расчёта физическо-химических величин новых полимерных материалов и процессов с их участием	ПК-1-фхм-1: Знать методы описания кинетики радикальных и цепных реакций, а также причины обрыва цепи. Уметь устанавливать механизмы реакций и прогнозировать влияние различных факторов на их протекание; определять направленность процесса в заданных условиях. Владеть навыками определения скорости процесса, констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента. ПК-1-фхм-2: Знать уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных, фотохимических реакций для характеристики процессов с участием новых полимерных материалов. Уметь планировать и проводить исследования в области кинетики цепных процессов; применять математические методы при решении типовых профессиональных задач; решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам с участием новых полимерных материалов. Владеть основами физико-химических методов анализа цепных процессов.	Реферат	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-2-н: Способен	ПК-2-н-1: Проводит поиск	ПК-2-н-1:	Реферат	

<p>проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках</p>	<p>специализированной информации в информационных базах данных.</p> <p>ПК-2-н-2: Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии и/или смежных с химией науках.</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 интересующего вещества и параметрах процесса.</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>ПК-2-н-2:</p> <p>Знать основные положения теорий радикально-цепных процессов, их сходство и отличие с тем, чтобы использовать это знание для решения практически важных задач.</p> <p>Уметь планировать кинетические исследования с целью получения кинетических характеристик цепных процессов.</p> <p>Владеть способами распознавания цепных процессов в ряду широкого круга химических реакций.</p>		<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>
<p>ПК-3-н: Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать</p>	<p>ПК-3-н-1: Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с</p>	<p>ПК-3-н-1:</p> <p>Знать теоретические основы кинетических методов исследования химических реакций.</p>	<p>Реферат</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>

перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	литературными данными. ПК-3-н-2: Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов.	<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 радикально-цепных процессов.</p> <p>ПК-3-н-2: Знать об использовании кинетических методов исследования, принципах планирования прикладных работ на основе результатов исследований.</p> <p>Уметь использовать результаты исследований для получения важнейших кинетических характеристик химических радикально-цепных процессов.</p> <p>Владеть приемами деятельности по поиску прикладных решений на основе результатов кинетических методов исследования.</p>		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	5
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	78
Промежуточная аттестация	36
	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/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0
Раздел 1. Реакции моно- и бирадикалов	27	6	6	12	15
Раздел 2. Неразветвленные цепные реакции	31	8	8	16	15
Раздел 3. Разветвленные цепные реакции	36	10	10	20	16
Раздел 4. Цепные реакции с вырожденным разветвлением цепей	24	4	4	8	16
Раздел 5. Цепные реакции с энергетическим разветвлением цепей	24	4	4	8	16
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	180	32	32	66	78

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Реакции моно- и бирадикалов

Реакционная способность монаорадикалов. Сравнение молекулярных и радикально-цепных реакций. Энтальпия образования радикалов. Основные типы радикальных реакций. Активность радикалов и молекул. Реакции присоединения по кратной связи. Реакции распада радикалов и определение энергии связи. Реакции изомеризации радикалов. Конкуренция реакций монаорадикалов. Влияние температуры и давления на конкуренцию радикальных реакций. Конечные и промежуточные продукты цепных реакций. Реакции бирадикалов. Переход атомов в валентно-активное состояние. Устойчивые бирадикалы. Карбеновые частицы. Синглетный и триплетный карбен, их различие и реакции. Об участии бирадикалов в цепных процессах. Диссоциация молекул и рекомбинация радикалов. Особенности реакций инициирования и обрыва цепи. Способы гомогенного инициирования цепных реакций. Рекомбинация радикалов в объеме.

Раздел 2. Неразветвленные цепные реакции

Элементарные стадии цепного процесса. Реакции зарождения, продолжения, разветвления и обрыва цепи и их особенности. Длина цепи. Особенности процессов зарождения радикалов и их рекомбинации в жидкостях. Влияние примесей на скорость цепных реакций. Иницирование цепных реакций ионами переменной валентности. Образование радикалов и ион-радикалов в результате передачи электронов. Иницирование и торможение цепных реакций стенками сосуда. Гибель и зарождение свободных радикалов на стенке. Свободные валентности на стенках. Гетерогенное инициирование в реакциях молекул с образованием свободных радикалов. Конкуренция цепных реакций с реакциями между насыщенными молекулами. Развитие цепной разветвленной реакции.

Количественная теория цепных неразветвленных процессов. Длина цепи. Обрыв цепи на стенках и в объеме. Развитие цепей во времени. Циклический характер реакции продолжения цепей. Принцип неуничтожимости свободной валентности как основы развития радикального процесса. Лимитирующая стадия неразветвленной цепной реакции. Скорость реакции для случаев линейного и квадратичного обрыва цепей. Зависимость кинетики брутто-реакции от характера обрыва цепи. Эффективная энергия активации неразветвленно-цепной реакции.

Раздел 3. Разветвленные цепные реакции

Количественная теория разветвленных цепных реакций. Вывод основного уравнения для разветвленных цепных реакций на примере реакции водорода с кислородом. Стационарный и нестационарные режимы протекания реакций. Цепной взрыв. Пределы воспламенения и причины их появления. Зависимость скорости реакции от температуры. Временное течение процессов с разветвляющимися цепями. Взаимодействие цепей. Тепловой взрыв и его связь со скоростью тепловыделения и отвода тепла из зоны реакции.

Раздел 4. Цепные реакции с вырожденным разветвлением цепей

Реакции с вырожденным разветвлением цепей на примере реакции окисления углеводородов кислородом. Роль промежуточных продуктов. Стационарный режим. Кинетическое уравнение для реакции с вырожденным разветвлением цепей.

Раздел 5. Цепные реакции с энергетическим разветвлением цепей

Реакции с энергетическим разветвлением цепей на примере фторирования углеводородов и реакции водорода с фтором. Использование реакций с энергетическим разветвлением цепей для создания лазеров.

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 - 16 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. Радикально-цепные процессы реакции моно- и бирадикалов. Учебное пособие - Нижний Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2021. - 94 с.

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

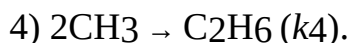
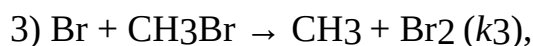
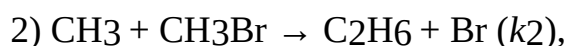
3. Фомин В.М., Маркин А.В. Кинетические закономерности протекания сложных реакций: Учебное пособие. - Нижний Новгород: Издательство ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2023. - 85 с.

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:

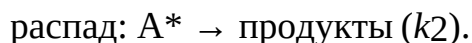
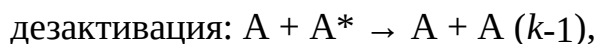
5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:

1. Какой фундаментальный принцип реализуется в реакциях свободных радикалов? Приведите примеры.
2. Приведите энергетические профили реакций радикального замещения, протекающих в одну и две последовательные стадии. Обоснуйте их.
3. В чем заключается принцип неуничтожимости свободной валентности? Приведите примеры реакций радикалов, в которых этот принцип выполняется.
4. Реакция разложения бромметана $2\text{CH}_3\text{Br} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 + \text{Br}_2$ может протекать по следующему механизму:



Используя метод стационарных концентраций, найдите выражение для скорости образования этана.

5. В одной из теорий мономолекулярных реакций предложен следующий механизм активации молекул (схема Линдемана):



Используя метод квазистационарных концентраций, выведите уравнение для скорости мономолекулярной реакции и определите порядок реакции при больших и малых концентрациях $[\text{A}]$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продemonстрирован

Оценка	Критерии оценивания
	творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Высокий уровень владения материалом. Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Правильно выполнены все задания. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами. Проявлены отличные способности применять знания и умения к выполнению конкретных задач. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Правильно выполнена большая часть заданий, допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения при решении стандартных задач.
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.

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

1. Металлокомплексный катализ, ключевые реакции.
2. Полимеризация и гидрирование алкенов. Метатезис алкенов и полимеризация циклических алкенов.
3. Гидроформилирование алкенов. Карбонилирование метанола в уксусную кислоту

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

1. Реакции свободных радикалов.
2. Конкуренция цепной и молекулярной реакций. Химическая активность свободных атомов и радикалов.
3. Основные стадии радикально-цепных процессов. Принцип цикличности стадий продолжения цепи. Принцип неуничтожимости свободной валентности как необходимое условие осуществления цепных реакций.
4. Скорость неразветвленной цепной реакции. Влияние характера обрыва цепи на ее длину и энергию активации цепного процесса.
5. Фундаментальные положения катализа. Основные принципы катализа.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:

1. Применение принципа стационарности Боденштейна и квазиравновесного приближения для кинетического анализа механизмов кинетических реакций.
2. Предельные явления в разветвленных цепных процессах.
3. Цепные реакции с энергетическим разветвлением.

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. Продемонстрированы базовые навыки при защите реферата с некоторыми недочетами. Даны неполные ответы на дополнительные вопросы.

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

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	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	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без

			задания, но не в полном объеме	все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	объеме, но некоторые с недочетами	несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован 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. Реакции монорадикалов. Распад, рекомбинация и диспропорционирование, изомеризация.

2. Реакции монадирадикалов. Присоединение к молекулам, реакции отрыва и радикального замещения.
3. Реакции бирадикалов и анион-радикалов.
4. Конкуренция цепных и молекулярных реакций.

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

1. Третий предел воспламенения в разветвленных цепных реакциях. Тепловой взрыв
2. Предельные явления при разветвленных цепных реакциях. Нижний и верхний пределы воспламенения
3. Особенности реакций инициирования и обрыва цепи в газовой и жидкой фазах. Клеточный эффект

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

1. Лимитирующая стадия цепной реакции. Зависимость кинетики брутто-процесса от характера обрыва цепи
2. Обрыв цепей на стенках. Диффузионный и кинетический режимы реакции
3. Общая характеристика цепных процессов. Элементарные стадии, длина цепи

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

1. Ингибирование цепных реакций
2. Цепные реакции с энергетическим разветвлением
3. Разветвленные цепные реакции. Количественная теория
4. Цепные вырожденно-разветвленные реакции. Окисление углеводородов
5. Кинетические особенности неразветвленных цепных реакций в присутствии ингибиторов

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.

Оценка	Критерии оценивания
	Продemonстрированы все основные умения. Продemonстрированы 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. Продemonстрированы все основные умения с несущественными недочетами. Продemonстрированы творческие способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
очень 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 несущественных ошибок. Продemonстрированы 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. Продemonстрированы высокие способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены негрубые ошибки при ответе, но продemonстрированы необходимые знания для их устранения под руководством преподавателя. Продemonстрированы основные умения, выполнены все задания, но не в полном объеме. Продemonстрированы 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. Семенов Н. Н. Избранные труды : в 4 т. Т. 1 : Цепные реакции, кн. 1 / [отв. ред.: А. Е. Шилов, Г. Б. Сергеев] ; РАН, Ин-т хим. физики им. Н. Н. Семенова, Комиссия по разработке науч. наследия акад. Н. Н. Семенова. - М. : Наука, 2004. - 392 с., 1 л. портр. : ил. - (Избранные труды). - ISBN 5-02-032961-4. - ISBN 5-02-033059-0 (кн. 1) : 49.00., 2 экз.
2. Семенов Николай Николаевич. Цепные реакции / АН СССР, Ин-т хим. физики. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Наука, 1986. - 533, [2] с. : [1] л. портр. : граф. - 4.00., 20 экз.
3. Кондратьев Виктор Николаевич. Кинетика и механизм газофазных реакций / АН СССР, Ин-т хим. физики. - М. : Наука, 1974. - 558 с. : ил. - 3.28., 3 экз.
4. 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.
5. Денисов Евгений Тимофеевич. Химическая кинетика : учебник для вузов. - М. : Химия, 2000. - 568 с. : ил. - 182.00., 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Эмануэль Николай Маркович. Цепные реакции окисления углеводородов в жидкой фазе. - М. : Наука, 1965. - 675 с., 1 л. табл. : черт. - 2.29., 2 экз.
2. 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. отд-ние, 1972. - 422 с. : черт. - (Научно-технические проблемы нефти). - 2.93., 1 экз.
3. Семенов Н. Н. О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности : (Свободные радикалы и цепные реакции) / АН СССР, Отд-ние хим. наук. - 2-е перераб. и доп. изд. - М. : Изд-во АН СССР, 1958. - 686 с. : черт. - 24.25., 1 экз.

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

<http://elibrary.ru>.
<http://link.springer.com>.
<http://www.sciencedirect.com>.
<http://pubs.acs.org>.
<http://pubs.rsc.org>.
<http://www.uspkhim.ru>.
<http://webbook.nist.gov>.
<http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

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 04.04.01 - 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.