

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 Ученого совета ННГУ
протокол № 6 от 31.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Кинетика цепных процессов

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
04.04.01 - Химия

Направленность образовательной программы
Физическая химия

Форма обучения
очная, очно-заочная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.04 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-2-н: Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	<p>ПК-2-н-1: Проводит поиск 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>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 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</p>	Реферат	Экзамен: Контрольные вопросы

		распознавания цепных процессов в ряду широкого круга химических реакций.		
ПК-3-н: Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-3-н-1: Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными. ПК-3-н-2: Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов.	ПК-3-н-1: Знать теоретические основы кинетических методов исследования химических реакций. Уметь планировать последовательность действий в ходе кинетического эксперимента; проводить кинетический анализ и математическую обработку полученных результатов. Владеть навыками проведения кинетического эксперимента с целью получения важнейших кинетических характеристик радикально-цепных процессов. ПК-3-н-2: Знать об использовании кинетических методов исследования, принципах планирования прикладных работ на основе результатов исследований. Уметь использовать результаты исследований для получения важнейших кинетических характеристик химических радикально-цепных процессов. Владеть приемами деятельности по поиску прикладных решений на основе результатов кинетических методов исследования.	Реферат	Экзамен: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	5	5

Часов по учебному плану	180	180
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	32	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32	32
- КСР	2	2
самостоятельная работа	60	78
Промежуточная аттестация	54 экзамен	36 экзамен

3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование и краткое содержание 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 з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о		
Раздел 1. Реакции моно- и бирадикалов	24	27	6	6	6	6	12	12	12	15		
Раздел 2. Неразветвленные цепные реакции	28	31	8	8	8	8	16	16	12	15		
Раздел 3. Разветвленные цепные реакции	32	38	10	10	10	10	20	20	12	18		
Раздел 4. Цепные реакции с вырожденным разветвлением цепей	20	23	4	4	4	4	8	8	12	15		
Раздел 5. Цепные реакции с энергетическим разветвлением цепей	20	23	4	4	4	4	8	8	12	15		
Аттестация	54	36										
КСР	2	2							2	2		
Итого	180	180	32	32	32	32	66	66	60	78		

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., очно-заочная форма обучения - 16 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

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

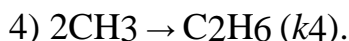
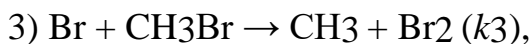
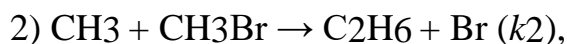
Иные учебно-методические материалы: Фомин В.М. Радиально-цепные процессы реакции моно- и бирадикалов. Учебное пособие - Нижний Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2021. - 94 с.

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:

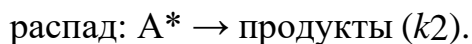
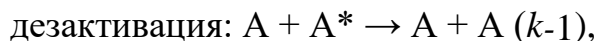
5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

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. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован 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-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.

5.1.3 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.

4. Металлокомплексный катализ, ключевые реакции.

5. Полимеризация и гидрирование алкенов. Метатезис алкенов и полимеризация циклических алкенов.

6. Гидроформилирование алкенов. Карбонилирование метанола в уксусную кислоту.

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. Соответствие 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.

Оценка	Критерии оценивания
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 незначительных 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 задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы 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	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	обучающегося от ответа		некоторым и недочетами	и недочетами	ошибок и недочетов	ошибок и недочетов	
--	---------------------------	--	------------------------------	-----------------	-----------------------	-----------------------	--

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

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Экзамен

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

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. 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

Оценка	Критерии оценивания
	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.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции 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)

1. Реакции монорадикалов. Распад, рекомбинация и диспропорционирование, изомеризация.
2. Реакции монорадикалов. Присоединение к молекулам, реакции отрыва и радикального замещения.
3. Реакции бирадикалов и анион-радикалов.
4. Конкуренция цепных и молекулярных реакций.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н (Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках)

1. Общая характеристика цепных процессов. Элементарные стадии, длина цепи.
2. Особенности реакций инициирования и обрыва цепи в газовой и жидкой фазах.

Клеточный эффект.

3. Обрыв цепей на стенках. Диффузионный и кинетический режимы реакции.
4. Лимитирующая стадия цепной реакции. Зависимость кинетики брутто-процесса от характера обрыва цепи.
5. Ингибирование цепных реакций.
6. Кинетические особенности неразветвленных цепных реакций в присутствии ингибиторов.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н (Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках)

1. Разветвленные цепные реакции. Количественная теория.
2. Предельные явления при разветвленных цепных реакциях. Нижний и верхний пределы воспламенения.
3. Третий предел воспламенения в разветвленных цепных реакциях. Тепловой взрыв.
4. Цепные вырожденно-разветвленные реакции. Окисление углеводов.
5. Цепные реакции с энергетическим разветвлением.

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

Основная литература:

1. Семенов Николай Николаевич. Избранные труды : в 4 т. Т. 1 : Цепные реакции, кн. 2 / [ред.-сост.: С. М. Алдошин и др. ; отв. ред.: А. Е. Шилов, Г. Б. Сергеев] ; РАН, Ин-т хим. физики им. Н. Н. Семенова, Комиссия по разработке науч. нас. - М. : Наука, 2004. - 603 с., 1 л. портр. : ил. - (Избранные труды). - ISBN 5-02-032961-4. - ISBN 5-02-033040-4 (кн. 2) : 70.00., 2 экз.
2. 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.
3. 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.
4. Кондратьев Виктор Николаевич. Кинетика и механизм газофазных реакций / АН СССР, Ин-т хим. физики. - М. : Наука, 1974. - 558 с. : ил. - 3.28., 3 экз.
5. 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.
6. 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 углеводов 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. отделение, 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):

-

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 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 25.05.2023 г., протокол № 7.