



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДЕНО:

на заседании кафедры физической химии
и химической экологии,
протокол от «24» января 2022 г. № 5
Зав. кафедрой  / А.Г. Мустафин

СОГЛАСОВАНО:

Декан химического факультета
 / Р.М. Ахметханов
«09» марта 2022 г.

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ
В АСПИРАНТУРЕ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Кинетика радикальных реакций
Вариативная часть

Направление подготовки
04.06.01 Химические науки
Направленность подготовки
Физическая химия

Квалификация


Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
очная, заочная

Уфа – 2022 г.

Разработчики:

 /д.х.н., проф., проф. кафедры физической химии и химической экологии Ю.С. Зимин

 /к.х.н., доц., доц. кафедры физической химии и химической экологии И.В. Сафарова

Рабочая программа дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры физической химии и химической экологии, протокол № 5 от «24» января 2022 г.

Зав. кафедрой  / А.Г. Мустафин

Список документов и материалов

1.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры	4
2.	Цели и место дисциплины в структуре программы аспирантуры	5
3.	Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4.	Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1.	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2.	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	11
5.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	15
5.1.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	15
5.2.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы	16
6.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	17
	Приложение № 1. Содержание рабочей программы (очная форма)	19
	Приложение № 2. Содержание рабочей программы (заочная форма)	22

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	важнейшие проблемы и задачи современной физической химии; понятийно-категориальный и терминологический аппарат современной физической химии	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований основ современной физической химии	
	основные направления, проблемы, теории современной физической химии	ПК-2 способностью к углублённому изучению, критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными учеными в области физической химии	
	фундаментальный характер законов физической химии; новейшие методы физико-химических исследований	ПК-3 способностью к самостоятельной практической работе в области физической химии с использованием новейших методов физико-химических исследований	
Умения	применять теоретические знания при обсуждении теоретического и экспериментального материала	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований основ современной физической химии	
	применять на практике достижения отечественных и зарубежных ученых в области физической химии	ПК-2 способностью к углублённому изучению, критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными учеными в области физической химии	
	генерировать новые идеи в ходе самостоятельного изучения литературных данных в области физической химии	ПК-3 способностью к самостоятельной практической работе в области физической химии с использованием новейших методов физико-химических исследований	
Владения (навыки / опыт деятельности)	навыками анализа основных проблем современной физической химии, её направлений и методов; основными методологическими принципами современной физической химии	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований основ современной физической химии	

<p>навыками квалифицированного, системного анализа концепций физической химии; навыками критического анализа и обобщения предшествующего научного опыта</p>	<p>ПК-2 способностью к углублённому изучению, критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными учеными в области физической химии</p>	
<p>навыками использования теоретических знаний в объяснении практических методов решения физико-химических задач; навыками самостоятельного исследования в выбранной области физической химии</p>	<p>ПК-3 способностью к самостоятельной практической работе в области физической химии с использованием новейших методов физико-химических исследований</p>	

2. Цели и место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Кинетика радикальных реакций» относится вариативной части образовательной программы.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре – очная форма обучения, на 3 курсе в 5, 6 семестрах – заочная форма обучения.

Цели изучения дисциплины: формирование у аспирантов ясных представлений о месте данного класса реакций среди фундаментальных знаний в области современной химии и о роли этих реакций в промышленности, технике и технологии; приобретение комплекса знаний, навыков и умений, необходимых для решения фундаментальных и прикладных задач в области химии радикальных реакций.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения дисциплины физическая химия. Для успешного освоения дисциплины «Кинетика радикальных реакций» аспирантам необходимо также знать основы математики, физики и технологии.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы по очной форме представлено в Приложении № 1.

Содержание рабочей программы по заочной форме представлено в Приложении № 2.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований основ современной физической химии

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать важнейшие проблемы и задачи современной физической химии	Фрагментарные представления об важнейших проблемах и задачах современной физической химии	Неполные представления об важнейших проблемах и задачах современной физической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об важнейших проблемах и задачах современной физической химии	Сформированные систематические представления об важнейших проблемах и задачах современной физической химии
	Знать понятийно-категориальный и терминологический аппарат современной физической химии	Фрагментарные представления о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате современной физической химии	Неполные представления о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате современной физической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате современной физической химии	Сформированные систематические представления о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате современной физической химии
Второй этап (уровень)	Уметь применять теоретические знания при обсуждении теоретического и	Фрагментарное применение теоретического знания при обсуждении теоретического	В целом успешное, но не систематическое применение теоретического знания при	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение теоретического знания	Сформированное умение применять теоретические знания при обсуждении теоретического

	экспериментального материала	ского и экспериментального материала.	обсуждении теоретического и экспериментального материала.	при обсуждении теоретического и экспериментального материала.	го и экспериментального материала.
Третий этап (уровень)	Владеть навыками анализа основных проблем современной физической химии, её направлений и методов	Фрагментарное применение навыков анализа основных проблем современной физической химии, её направлений и методов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа основных проблем современной физической химии, её направлений и методов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа основных проблем современной физической химии, её направлений и методов	Успешное и систематическое применение навыков анализа основных проблем современной физической химии, её направлений и методов
	Владеть основными методологическими принципами современной физической химии	Фрагментарное владение основными методологическими принципами современной физической химии	В целом успешное, но непоследовательное владение основными методологическими принципами современной физической химии	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основными методологическими принципами современной физической химии	Успешное и последовательное владение основными методологическими принципами современной физической химии

ПК-2 способностью к углублённому изучению, критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными учеными в области физической химии

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать основные направления, проблемы, теории современной физической химии	Фрагментарные представления об основных направлениях, проблемах, теориях современной физической химии	Неполные представления об основных направлениях, проблемах, теориях современной физической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных направлениях, проблемах, теориях современной физической химии	Сформированные систематические представления об основных направлениях, проблемах, теориях современной физической химии
	Знать систему методологических принципов и методических приёмов физико-химического исследования	Фрагментарные представления о системе методологических принципов и методических приёмов физико-химического исследования	Неполные представления о системе методологических принципов и методических приёмов физико-химического исследования	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о системе методологических принципов и методических приёмов физико-химического исследования	Сформированные систематические представления о системе методологических принципов и методических приёмов физико-химического исследования
Второй этап (уровень)	Уметь применять на практике достижения отечественных и зарубежных ученых в области физической химии	Фрагментарное применение на практике достижений отечественных и зарубежных ученых в области физической химии	В целом успешное, но не систематическое применение на практике достижений отечественных и зарубежных ученых в области физической химии	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение на практике достижений отечественных и зарубежных ученых в области физической химии	Сформированное умение применять на практике достижений отечественных и зарубежных ученых в области физической химии

Третий этап (уровень)	Владеть навыками квалифицированно-го, системного анализа концепций физической химии	Фрагментарное применение навыков квалифицированного, системного анализа концепций современной физической химии	В целом успешное, но не систематическое применение навыков квалифицированного, системного анализа концепций современной физической химии	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков квалифицированного, системного анализа концепций современной физической химии	Успешное и систематическое применение навыков квалифицированного, системного анализа концепций современной физической химии
	Владеть навыками критического анализа и обобщения предшествующего научного опыта	Фрагментарное владение навыками критического обобщения предшествующего научного опыта	В целом успешное, но непоследовательное владение навыками критического обобщения предшествующего научного опыта	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками критического обобщения предшествующего научного опыта	Успешное и последовательное владение навыками критического обобщения предшествующего научного опыта

ПК-3 способностью к самостоятельной практической работе в области физической химии с использованием новейших методов физико-химических исследований

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать фундаментальный характер законов физической химии	Фрагментарные представления о фундаментальном характере законов физической химии	Неполные представления о фундаментальном характере законов физической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о фундаментальном характере законов физической химии	Сформированные систематические о фундаментальном характере законов физической химии

	Знать новейшие методы физико-химических исследований	Фрагментарные представления о новейших методах физико-химических исследований	Неполные представления о новейших методах физико-химических исследований	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о новейших методах физико-химических исследований	Сформированные систематические представления о новейших методах физико-химических исследований
Второй этап (уровень)	Уметь генерировать новые идеи в ходе самостоятельного изучения литературных данных в области физической химии	Фрагментарное умение генерировать новые идеи в ходе самостоятельного изучения литературных данных в области физической химии	В целом успешное, но не систематическое умение генерировать новые идеи в ходе самостоятельного изучения литературных данных в области физической химии	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение генерировать новые идеи в ходе самостоятельного изучения литературных данных в области физической химии	Сформированное умение генерировать новые идеи в ходе самостоятельного изучения литературных данных в области физической химии
Третий этап (уровень)	Владеть навыками использования теоретических знаний в объяснении практических методов решения физико-химических задач	Фрагментарное применение навыков использования теоретических знаний в объяснении практических методов решения физико-химических задач	В целом успешное, но не систематическое применение навыков использования теоретических знаний в объяснении практических методов решения физико-химических задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков использования теоретических знаний в объяснении практических методов решения физико-химических задач	Успешное и систематическое применение навыков использования теоретических знаний в объяснении практических методов решения физико-химических задач
	Владеть навыками самостоятельного исследования в выбранной области физической химии	Фрагментарное владение навыками самостоятельного исследования в выбранной области физической химии	В целом успешное, но не последовательное владение навыками самостоятельного исследования в выбранной области физической химии	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками самостоятельного исследования в выбранной области физической химии	Успешное и последовательное владение навыками самостоятельного исследования в выбранной области физической химии

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
Знания	важнейшие проблемы и задачи современной физической химии; понятийно-категориальный и терминологический аппарат современной физической химии	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований основ современной физической химии	групповой опрос, контрольная работа
	основные направления, проблемы, теории современной физической химии	ПК-2 способностью к углублённому изучению, критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными учеными в области физической химии	групповой опрос, контрольная работа
	фундаментальный характер законов физической химии; новейшие методы физико-химических исследований	ПК-3 способностью к самостоятельной практической работе в области физической химии с использованием новейших методов физико-химических исследований	групповой опрос, контрольная работа
Умения	применять теоретические знания при обсуждении теоретического и экспериментального материала	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований основ современной физической химии	групповой опрос, контрольная работа
	применять на практике достижения отечественных и зарубежных ученых в области физической химии	ПК-2 способностью к углублённому изучению, критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными учеными в области физической химии	групповой опрос, контрольная работа
	генерировать новые идеи в ходе самостоятельного изучения литературных данных в области физической	ПК-3 способностью к самостоятельной практической работе в области физической химии с использованием новейших методов физико-	групповой опрос, контрольная работа

	химии	химических исследований	
Владения (навыки / опыт деятельности)	навыками анализа основных проблем современной физической химии, её направлений и методов; основными методологическими принципами современной физической химии	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований основ современной физической химии	групповой опрос, контрольная работа
	навыками квалифицированного, системного анализа концепций физической химии; навыками критического анализа и обобщения предшествующего научного опыта	ПК-2 способностью к углублённому изучению, критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными учеными в области физической химии	групповой опрос, контрольная работа
	навыками использования теоретических знаний в объяснении практических методов решения физико-химических задач; навыками самостоятельного исследования в выбранной области физической химии	ПК-3 способностью к самостоятельной практической работе в области физической химии с использованием новейших методов физико-химических исследований	групповой опрос, контрольная работа

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета.

Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса.

1. Теоретический вопрос.
2. Теоретический вопрос.

Примерные вопросы для экзамена:

1. Радикально-цепные реакции. Определение.
2. Основные понятия: активный центр, зарождение, продолжение и обрыв цепей, длина цепи, разветвление цепей.
3. Зарождение цепей, физическое и химическое (вещественное) инициирование.
4. Продолжение цепей, звено цепи, принцип неуничтожимости свободной валентности.
5. Квадратичный и линейный обрыв цепей.
6. Разветвление и вырожденное разветвление цепей.
7. Неразветвленные цепные процессы. Цепные реакции с вырожденным разветвлением цепей. Цепные разветвленные реакции.
8. Цепные неразветвленные реакции. Примеры одно-, двух- и трехцентровых цепных реакций.
9. Кинетический анализ радикально-цепных реакций (применение условия длинных цепей и метода квазистационарных концентраций при выводе уравнения для скорости цепного процесса).

10. Квазистационарный режим, время его установления (на примере реакций с линейным обрывом цепей). Условие длинных цепей и его применение. Длина цепей и ее зависимость от скорости инициирования.
11. Брутто-энергия активации неразветвленного цепного процесса. Обрыв цепей и лимитирующая стадия звена цепи.
12. Цепные реакции с вырожденным разветвлением цепей.
13. Анализ механизма автоокисления углеводородов, кинетика накопления гидропероксида.
14. Цепные разветвленные реакции. Механизм горения водорода, реакции зарождения, продолжения и разветвления цепей, обрыв цепей на стенке и в объеме реактора.
15. Анализ механизма горения водорода на базе метода полустационарных концентраций, критическое условие, разделяющее стационарный и нестационарный режимы протекания процесса, полуостров воспламенения.
16. Газофазное фторирование водорода как пример разветвленной цепной реакции с энергетическим разветвлением цепей.

Образец экзаменационного билета

Минобрнауки России
Башкирский государственный университет
Факультет химический
Кафедра физической химии и химической экологии

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине **Кинетика радикальных реакций**
Направление/Специальность 04.06.01 Химические науки
Профиль/Программа/Специализация Физическая химия

1. Цепные неразветвленные реакции. Примеры одно-, двух- и трехцентровых цепных реакций.
2. Анализ механизма автоокисления углеводородов, кинетика накопления гидропероксида.

Заведующий кафедрой

А.Г. Мустафин

Критерии и методика оценивания:

отлично выставляется аспиранту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

хорошо выставляется, если аспиранту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

удовлетворительно выставляется аспиранту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

неудовлетворительно выставляется аспиранту, если ответы на теоретические вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Вопросы для собеседования

1. Цепные неразветвленные реакции. Метод стационарных концентраций, его суть и область применения.
2. Основные уравнения радикальной полимеризации. Энергия активации процесса радикальной полимеризации.
3. Реакции превращения радикалов. Изомеризация и присоединение радикалов по кратной связи; «прилипание» радикалов к ароматическому кольцу.
4. Окислительно-восстановительные иницирующие системы (ОВИС). ОВИС на основе соединений переходных металлов. Преимущества и недостатки ОВИС.
5. Реакции превращения радикалов. Распад радикалов; метод конкурирующих реакций, его применение для определения констант скорости распада радикалов.
6. Реакции иницирования. Эффективность иницирования и методы ее определения. Вещественное иницирование.
7. Реакции превращения радикалов. Взаимодействие радикала с молекулой. Принцип Поляни-Семенова.
8. Иницирование с помощью энергетического воздействия на мономер. Фотосенсибилизаторы.
9. Элементарные стадии цепной неразветвленной реакции (ЦНР); зарождение, продолжение и обрыв цепей; скорость и длина цепи ЦНР.
10. Методы оценки констант скорости реакции передачи цепи на вещество, участвующее в реакции передачи цепи.
11. Конкуренция между цепной и молекулярной реакцией.
12. Реакционная способность свободных радикалов. Влияние сопряжения, индуктивного эффекта и электроноакцепторных заместителей.
13. Реакции превращения радикалов. Реакции гибели радикалов; линейный и квадратичный механизм.
14. Реакции роста цепи. Факторы, определяющие возможность протекания реакции роста. Реакционная способность мономера и образующегося на его основе свободного радикала.
15. Цепная разветвленная реакция (ЦПР). Кинетика ЦПР.
16. Уравнение, связывающее скорость реакции передачи цепи с концентрациями реагентов-переносчиков.
17. ЦПР. Теория пределов ЦПР. Полуостров воспламенения.
18. Методы оценки констант скорости реакции передачи цепи на вещество, участвующее в реакции передачи цепи.
19. Цепные неразветвленные реакции (ЦНР). Влияние механизма обрыва цепи на скорость и длину цепи ЦНР.
20. Ингибиторы, замедлители и регуляторы цепи в радикальной полимеризации. Стоп-перы и стабилизаторы. Практическое значение реакции передачи цепи.
21. Кинетика и механизм термического крекинга алканов.
22. Реакция обрыва цепи. Гель-эффект (эффект Тромсдорфа). Метод борьбы с гель-эффектом при получении крупноблочных изделий.
23. ЦПР. Механизм и кинетика реакции горения водорода. Метод квазистационарных концентраций.
24. Иницирование с помощью энергетического воздействия на мономер. Фотосенсибилизаторы.
25. Конкуренция между цепной и молекулярной реакцией.
26. Реакционная способность свободных радикалов. Влияние сопряжения, индуктивного эффекта и электроноакцепторных заместителей.

Критерии и методика оценивания:

- «зачтено» выставляется аспиранту, если точно используется специализированная терминология, показано уверенное владение нормативной базой;
- «не зачтено» выставляется аспиранту, если нет общего понимания вопроса, имеются затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии.

Задания для контрольной работы

Структура контрольной работы.

Контрольная работа включает в себя один теоретический вопрос и одну задачу.

1. Теоретический вопрос.
2. Задача.

Образец контрольной работы

Задание 1. Термический распад ковалентных связей.

Задание 2. Решить задачу.

Подтвердить, что механизм



приводит к уравнению:

$$\frac{d[\text{C}_2\text{H}_4]}{dt} = \left(\frac{k_1 k_2 k_3 k_5}{k_4 k_6} \right)^{1/2} [\text{C}_2\text{H}_6]$$

Критерии и методика оценивания:

- «зачтено» выставляется аспиранту, если работа выполнена в полном объеме и изложена грамотным языком, задача решена верно;
- «не зачтено» выставляется аспиранту, если работа выполнена неполно, не показано общее понимание вопроса, допущены ошибки в решении задачи.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Афанасьев Б.Н. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. Н. Афанасьев, Ю. П. Акулова .— 1-е изд. — СПб.: Лань, 2012 .— 416с. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" .— ISBN 978-5-8114-1402-4 .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4312>.
2. Буданов В. В. Химическая кинетика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Буданов, Т. Н. Ломова, В. В. Рыбкин.— СПб. : Лань, 2014 .— 288 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература).— Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" .— ISBN 978-5-8114-1542-7 .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42196>.

Дополнительная литература:

3. Зимин Ю.С., Сафарова И.В., Хурсан С.Л. Физическая химия. Ч. 2: учебное пособие. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2018. – 195 с.

4. Чоркендорф И., Наймонтсведрайт Дж. Современный катализ и химическая кинетика, пер. с англ. – Изд. Дом «Интеллект», 2010 г. – 504 с.
5. Физическая химия. В 2 кн. / К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев и др.; Под ред. К.С. Краснова. М.: Высшая школа, 2001.
6. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия / Под ред. А.Г. Стромберга. М.: Высшая школа, 2003.
7. Кудряшов И.В., Каретников Г.С. Сборник примеров и задач по физической химии. Изд. 6-е. М.: Высшая школа, 1991. 526 с.
8. Фок Н.В., Мельников М.Я. Сборник задач по химической кинетике. М.: Высшая школа, 1982. 126 с.
9. Практическая химическая кинетика. Химическая кинетика в задачах с решениями [Электронный ресурс] : учеб. пособие / под общ. ред. М. Я. Мельникова .— М. ; СПб. : Изд-во МГУ : Изд-во СПбГУ, 2006 .— Доступ возможен через Электронный читальный зал (ЭЧЗ) .— <URL:<https://bashedu.bibliotech.ru>>.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «Электронная библиотека БашГУ»: <https://elib.bashedu.ru/>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://www.biblioclub.ru/>
3. ЭБС издательства «Лань»: <http://e.lanbook.com/>

Базы данных (БД):

1. БД периодических изданий РУНЭБ <http://elibrary.ru/>
2. БД периодических изданий «ИВИС» <https://dlib.eastview.com/>
3. БД Springer Nature <https://www.springer.com/gp/>, <http://www.nature.com/>

Информационные справочные системы:

1. «Консультант плюс»

Программное обеспечение:

1. Windows 8 Russian.Windows Professional 8 Russian Upgrade.Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.
2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.
3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор № 31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019.

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 008 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32)</p> <p>2. учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 311 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32).</p> <p>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций аудитория № 311 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32).</p> <p>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 311 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32).</p> <p>5. помещения для самостоятельной работы обучающихся: читальный зал № 1 (главный корпус, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32), читальный зал № 2 (физмат корпус – учебное, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32), лаборатория № 418 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32).</p> <p>6. помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: лаборатория № 416 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32), лаборатория № 217 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32).</p>	<p align="center">Аудитория № 008 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук Samsung, проектор Acer р 520б.</p> <p align="center">Аудитория № 311 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Mattewhite.</p> <p align="center">Читальный зал № 1 Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p align="center">Читальный зал №2 Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок), подключенных к сети Интернет, – 8 шт., неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p> <p align="center">Лаборатория № 418 Учебная мебель, факсимильный аппарат Panasonic KX-FL423RUB – 2 шт., эН-метр рН-150МИ (с гос. поверкой), автотрансформатор TDGC2-0.5K(0,5kBT; 2A,220/0-250В),3604, 99р Т.207/2-15, весы "Ohaus" PA64C (65г, 0,1мг) с поверкой, весы VIC-1500d1 (1500г. 100МГ, внешн.калибровка) ACCULAB, иономер И-160МИ с поверкой, комплекс вольтамперометрический СТА, компьютер в комплекте DEPO Neos 4601\Ю/монитор 20" Samsung BX2035/кпав./мышь, компьютер персональный №1 т.210-14/3, магнитная мешалка без нагрева Tolorino – 2шт, магнитная мешалка с нагревом и нанокерамич.поверх hG-MAG HS, метр-рН рН-150МИ (с гос.поверкой), монитор 19" LG L1919S BF Black (LCD<TFT,8ms, 1280*1024,250КД/М.1 400:1,4:3 D-Sub), персональный компьютер в составе с/блок/Соге J7-4770 (3.4)/H87/SYGA/HDD 500Gb, монитор ЖК"20"Vepcl.клавиат ура+мышь, принтер Canon i-SENSYS MF3010, рН-метр рН-150МИ с гос.поверкой, системный блок ПК (775), шкаф сушильный LOIP LF-25/350-GS1, (310X 310x310 мм б/вентилятора.нерж.сталь цифровой контролер), количество посадочных мест – 10.</p> <p align="center">Лаборатория № 416 Атомно-абсорбционный спектрофотометр модель AA-7000, фирмы "Шимад-</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор № 31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019.</p>

зу", Япония, баллон с гелием марки А – 2 шт, вентилятор ВЕНТС 100 ВКМц/*1/, газовый хромато-масс-спектрометр модель GCMS-QP 2010PIUS, компьютер в составе: системный блок, монитор, клавиатура, мышь, кондиционер QUATTROCUMA QV/QN-F12WA, ноутбук Fujitsu Lifeboок F530 Intel Core i3-330M/4Gb/500Gb/ DVD-RW/ВТ/15.6"/Wi n7НВ+Office, персональный компьютер в комплекте HP AiO 20"CQ 100 eu (моноблок), электроплитка Irit IR-8200, 1500Вт диаметр конфорки 185мм.

Лаборатория № 217

Учебная мебель, генератор водорода, насос вакуумный, весы лабораторные ONAUSPA-214 С, аналого-цифровой преобразователь АЦП-2, деионизатор воды ДВ-10UV, комплекс хроматографический газовый «ХРОМОС» ГХ-1000, компрессор, магнитная мешалка 3-х секционная с подогревом ULABUS-3110, магнитная мешалка MS-H280-Pro, автоматический поляриметр AtagoAP-300, ноутбук ASUS.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ХИМИЧЕСКИЙ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Кинетика радикальных реакций»
на 6 семестр
Очная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3 ЗЕТ / 108 часов
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	8
лекций	2
практических / семинарских	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	64
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ дифференцированному зачету (контроль)	36

Форма контроля: экзамен 6 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические или семинарские занятия, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая аспирантам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе аспирантов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Радикально-цепные реакции. Основные понятия. Радикально-цепные реакции. Основные понятия: активный центр, зарождение, продолжение и обрыв цепей, длина цепи, разветвление цепей. Неразветвленные цепные процессы. Цепные реакции с вырожденным разветвлением цепей. Цепные разветвленные реакции.	1	2	18	[1-9]	Изучение рекомендуемой литературы	Опрос по предложенному перечню вопросов
2.	Неразветвленные цепные процессы. Неразветвленные цепные процессы. Примеры одно-, двух- и трехцентровых цепных реакций. Кинетический анализ радикально-цепных реакций (применение условия длинных цепей и метода квазистационарных концентраций при выводе уравнения для скорости цепного процесса). Энергия активации цепного процесса. Обрыв цепей и лимитирующая стадия звена цепи. Время установления стационарного режима.	1	2	18	[1-9]	Изучение рекомендуемой литературы	Опрос по предложенному перечню вопросов
3.	Цепные реакции с вырожденным разветвлением цепей. Анализ механизма автоокисления углеводородов, кинетика накопления гидропероксида.			8	[1-9]	Изучение рекомендуемой литературы	Собеседование
4.	Цепные разветвленные реакции. Механизм горения водорода, реакции зарождения, продолжения и разветвления цепей, обрыв цепей на			20	[1-9]	Изучение рекомендуемой литературы	Собеседование

	<p>стенке и в объеме реактора. Анализ механизма горения водорода на базе метода полустационарных концентраций, критическое условие, разделяющее стационарный и нестационарный режимы протекания процесса, полуостров воспламенения. Газофазное фторирование водорода как пример разветвленной цепной реакции с энергетическим разветвлением цепей.</p>						
Всего часов:		2	4	64			

МИНОБНАУКИ РОССИИ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ХИМИЧЕСКИЙ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Кинетика радикальных реакций»
на 5, 6 семестры
Заочная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3 ЗЕТ / 108 часов
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	10
лекций	2
практических / семинарских	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	89
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ дифференцированному зачету (контроль)	9

Форма контроля: экзамен 6 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические или семинарские занятия, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая аспирантам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе аспирантов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8
5 семестр							
1.	Радикально-цепные реакции. Основные понятия. Радикально-цепные реакции. Основные понятия: активный центр, зарождение, продолжение и обрыв цепей, длина цепи, разветвление цепей. Неразветвленные цепные процессы. Цепные реакции с вырожденным разветвлением цепей. Цепные разветвленные реакции.	1	2	15	[1-9]	Изучение рекомендуемой литературы	Опрос по предложенному перечню вопросов
2.	Неразветвленные цепные процессы. Неразветвленные цепные процессы. Примеры одно-, двух- и трехцентровых цепных реакций. Кинетический анализ радикально-цепных реакций (применение условия длинных цепей и метода квазистационарных концентраций при выводе уравнения для скорости цепного процесса). Энергия активации цепного процесса. Обрыв цепей и лимитирующая стадия звена цепи. Время установления стационарного режима.	1		15	[1-9]	Изучение рекомендуемой литературы	Опрос по предложенному перечню вопросов
6 семестр							
3.	Цепные реакции с вырожденным разветвлением цепей. Анализ механизма автоокисления углеводородов, кинетика накопления гидропероксида.		2	30	[1-9]	Изучение рекомендуемой литературы	Собеседование
4.	Цепные разветвленные реакции. Механизм горения водорода			29	[1-9]	Изучение рекомендуемой литературы	Собеседование

	<p>да, реакции зарождения, продолжения и разветвления цепей, обрыв цепей на стенке и в объеме реактора. Анализ механизма горения водорода на базе метода полустационарных концентраций, критическое условие, разделяющее стационарный и нестационарный режимы протекания процесса, полуостров воспламенения. Газофазное фторирование водорода как пример разветвленной цепной реакции с энергетическим разветвлением цепей.</p>						
	Всего часов:	2	4	89			