



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра физической и коллоидной химии

УТВЕРЖДАЮ
Декан химического факультета, доц.
А.И. Вильмс
« 26 » мая факультет ФГОУ ВО «ИГУ» 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины **Б1.В.ДВ.04.02 КИНЕТИКА РЕАКЦИЙ СЛОЖНЫХ ТИПОВ**

Направление подготовки **04.03.01 - Химия**
Направленность подготовки (профиль): **Химия**

Квалификация выпускника – **БАКАЛАВР**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК химического факультета

Протокол № 6 от «26» мая 2022 г.

Председатель

А.И. Вильмс
А.И. Вильмс.

Рекомендовано кафедрой физической и коллоидной химии:

Протокол № 7 от «26» мая 2022 г.

И.о. зав. кафедрой

Л.Б. Белых
Белых Л.Б.

Иркутск 2022 г..

Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины	5
4. Содержание и структура дисциплины	6
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	6
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
4.3 Содержание учебного материала:	10
4.3.1 Перечень практических занятий и лабораторных работ	11
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов	13
4.4 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	15
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) <i>(при наличии)</i>	15
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	15
а) основная литература;	15
б) дополнительная литература;	15
в) периодические издания;	15
г) список авторских методических разработок	15
д) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы	15
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины	16
7. Образовательные технологии	16
8. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	17

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель: овладение студентами-химиками теоретическими основами кинетики сложных химических процессов. Особое внимание в курсе уделяется применению формально-кинетического исследования реакций сложных типов в изучении их механизмов.

Задачи:

- усвоение углубленных знаний теории химической кинетики, основных типов сопряжения сложных реакций, кинетических методов исследования механизмов сложных химических процессов;
- изучение современных представлений, обобщающих полученные студентами ранее сведения о термодинамике и кинетике химических процессов;
- сформировать умение поиска примеров химических реакций сложного типа в научной литературе
- сформировать навыки использования средств обработки информации в практике научной деятельности

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО:

2.1 Дисциплина «Кинетика реакций сложных типов» относится к дисциплинам по выбору части программы, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.04.02).

В последнее время в значительной мере расширились возможности экспериментального исследования кинетики химических процессов в связи с развитием ряда физических методов, в первую очередь спектроскопических и радиоспектроскопических, позволяющих непосредственно, без проведения сложных химических анализов, наблюдать и регистрировать ход химического превращения, в том числе накопление и расходование промежуточных частиц. Стали доступны количественному исследованию быстро протекающие химические процессы, заканчивающиеся за малые доли секунд, вплоть до пикосекундных реакций. Уникальные возможности для исследования сложных химических превращений в многокомпонентных системах открыли новые высокоэффективные методы разделения сложных смесей, в первую очередь газо-жидкостная хроматография, а также жидкостная хроматография под высоким давлением.

Огромное значение для современной химической кинетики имеет интенсивное развитие вычислительной техники, появление быстродействующих электронно-вычислительных машин. Благодаря им стало возможно вести статистическую обработку больших массивов экспериментальных данных по кинетике химических превращений, использовать для нахождения кинетических параметров, характеризующих отдельные стадии превращений, сложные, требующие большого объема вычислительной работы процедуры минимизации функций отклонения, рассчитывать протекание процессов, описываемых системами большого числа дифференциальных и алгебраических уравнений.

Освоение дисциплины «Кинетика реакций сложных типов» является необходимой основой для успешного выполнения квалификационной работы в области физической химии, формирования профессиональных компетенций и дальнейшей профессиональной деятельности.

2.2 Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами, а именно:

- «Математика» (Б1.О.10),
- «Дополнительные главы математики» (Б1.О.12),
- «Информатика» (Б1.О.22),
- «Информатика и вычислительная техника» (Б1.О.23),
- «Математическая теория эксперимента» (Б1.В.02),
- «Общая химия. Химия неметаллов» (Б1.О.16),
- «Металлическая связь. Химия металлов» (Б1.О.17),
- «Органическая химия» (Б1.О.20),
- «Физическая химия. Химическая термодинамика» (Б1.О.24)
- «Физическая химия. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ» (Б1.О.25),
- «Высокомолекулярные соединения» (Б1.О.26),
- «Строение вещества» (Б1.О.29),
- «Хеометрика» (Б1.В.05).

2.3 Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- выполнения квалификационных работ и формирования профессиональных компетенций.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 04.03.01 «Химия», профиль: теоретическая и прикладная химия.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<p><i>ПК-1</i></p> <p>Способен проводить сбор, анализ и обработку информации, необходимой для решения задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p><i>ИДК_{ПК1.1}</i></p> <p>Собирает информацию, необходимую для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>Знать: основные российские и зарубежные научные и образовательные порталы по химии, имеет представление об их содержании</p> <p>Уметь: пользоваться справочниками, в том числе и в электронном виде</p>
	<p><i>ИДК_{ПК1.2}</i></p> <p>Проводит первичный поиск, анализ и обработку литературных данных по заданной тематике</p>	<p>Уметь: сопоставлять химическую информацию из разных источников, обобщать литературные данные и результаты собственных работ</p>
	<p><i>ИДК_{ПК1.3}</i></p> <p>Составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме.</p>	<p>Владеть: навыками критического анализа химической литературы и оформления отчетов о выполненной работе по заданной форме</p> <p>Уметь: грамотно формулировать выводы</p>
<p><i>ПК-6</i></p> <p>Способен применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов</p>	<p><i>ИДК_{ПК6.1}</i></p> <p>Знает теоретические основы базовых химических дисциплин (неорганической, органической, аналитической, физической химии, химии высокомолекулярных соединений, химических основ биологических процессов.) и способы их использования при решении конкретных химических задач</p>	<p>Знать: основные законы и закономерности, определяющие направление, скорость и результат протекания процессов в гомогенных и гетерогенных системах</p> <p>Уметь: проводить простые операции (классификация веществ, составление формул, схем процессов, первичный анализ результатов и т.п.) с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин</p>
	<p><i>ИДК_{ПК6.2}</i></p> <p>Использует компьютерные технологии для систематизации результатов эксперимента.</p>	<p>Владеть: навыками использования средств обработки информации в практике научной деятельности</p>

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа. Из них реализуется с использованием дистанционных образовательных технологий 18 часов (лекционный курс).

Форма промежуточной аттестации: *зачет* (дистанционно).

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Контактная работа преподавателя с обучающимися							
			Лекции	Практические занятия		КСР + консультации				
				Всего часов	Из них практическая подготовка					
1	Введение. Феноменологическая кинетика	8	2	3	3	-	1	Устный опрос, самостоятельные задания		
2	Обратимые реакции	8	2	4	4	-	1	Устный опрос, самостоятельные задания		
3	Параллельные реакции	8	2	4	4	-	1	Устный опрос, самостоятельные задания		
4	Последовательные реакции	8	2	6	6	-	2	Устный опрос, самостоятельные задания, коллоквиум		

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа преподавателя с обучающимися						
5	Сопряженные реакции	8	2	2	2	-	2	Устный опрос, самостоятельные задания	
6	Цепные реакции	8	2	4	4	-	2	Устный опрос, самостоятельные задания	
7	Фотохимические реакции	8	2	4	4	-	2	Устный опрос, самостоятельные задания	
8	Основные положения катализа	8	2	5	5	-	2	Устный опрос, самостоятельные задания, коллоквиум	
9	Автокаталитические реакции	8	2	4	4	3	2	Устный опрос, самостоятельные задания, контрольная работа	
Итого часов		8	18	36		3	15	Зачет	

В рабочей программе по дисциплине при выполнении лабораторных работ предусмотрена **практическая подготовка в виде выполнения отдельных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью*

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
8	Введение. Феноменологическая кинетика	Решение задач по теме. Повторение теоретического материала.		1	Самостоятельные задания.	1. См. № 1 и № 2 в списке рекомендуемой литературы
8	Обратимые реакции	Решение задач по теме. Повторение теоретического материала.		1	Самостоятельные задания.	1. См. № 1 и № 2 в списке рекомендуемой литературы
8	Параллельные реакции	Решение задач по теме. Повторение теоретического материала.		1	Самостоятельные задания.	1. См. № 1 и № 2 в списке рекомендуемой литературы
8	Последовательные реакции	Решение задач по теме. Подготовка к коллоквиуму № 1 по теме «Формальная кинетика. Обратимые, параллельные и последовательные реакции»		2	Собеседование в форме коллоквиума	1. См. список основной литературы 2. См. № 1 и № 2 в списке рекомендуемой литературы
8	Сопряженные реакции	Решение задач по теме. Повторение теоретического материала.		2	Самостоятельные задания.	1. См. № 1 и № 2 в списке рекомендуемой литературы
8	Цепные реакции	Решение задач по теме. Повторение теоретического материала.		2	Самостоятельные задания.	1. См. № 1 и № 2 в списке рекомендуемой литературы
8	Фотохимические реакции	Решение задач по теме. Повторение теоретического материала.		2	Самостоятельные задания.	1. См. № 1 и № 2 в списке рекомендуемой литературы

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
8	Основные положения катализа	Решение задач по теме. Подготовка к коллоквиуму № 2 по теме «Реакции сложных типов. Сопряженные, цепные, фотохимические и автокаталитические реакции»		2	Собеседование в форме коллоквиума	1. См. список основной литературы 2. См. № 1 и № 2 в списке рекомендуемой литературы
8	Автокаталитические реакции	Решение задач по теме. Повторение теоретического материала. Подготовка к итоговой контрольной работе		2	Самостоятельные задания. Контрольная работа.	1. См. № 1 и № 2 в списке рекомендуемой литературы
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)				15		
Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины (час)				15		

4.3 Содержание учебного материала

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Введение. Феноменологическая кинетика

Цель и задачи курса. Основные понятия химической кинетики. Прямая и обратная кинетические задачи. Кинетика односторонних реакций разного порядка. Зависимость скорости реакции от температуры. Виды сопряжений в сложных химических реакциях.

2. Обратимые реакции

Особенности обратимых реакций. Кинетические уравнения и решение прямой и обратной кинетических задач для обратимых реакций.

3. Параллельные реакции

Кинетические уравнения параллельных реакций одинакового порядка. Параллельные реакции разных порядков. Параллельные реакции с одним продуктом.

4. Последовательные реакции

Особенности последовательных реакций. Уравнения для решения прямой и обратной кинетических задач. Стационарное и квазистационарное протекание реакции. Метод квазистационарных концентраций Боденштейна. Квазистационарное приближение для последовательных реакций.

5. Сопряженные реакции

Понятие, примеры и условия протекания сопряженных реакций. Понятия актор, индуктор, акцептор.

6. Цепные реакции

Основные понятия и стадии цепных реакций. Неразветвленные цепные реакции. Разветвленные цепные реакции.

7. Фотохимические реакции

Основные законы и квантовый выход. Физические и химические фотопроцессы. Кинетическая схема Штерна-Фольмера. Зависимость квантовых выходов от различных условий.

8. Основные положения катализа

Понятия и определения. Теория промежуточных соединений в катализе. Термодинамические и кинетические аспекты в катализе.

9. Автокаталитические реакции

Понятие и примеры автокаталитических реакций. Характерные случаи автокатализа и соответствующие кинетические уравнения. Определение периодов индукции и полупревращения для автокаталитических процессов.

4.3.1 Перечень практических занятий и лабораторных работ

№ № п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическ ая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Феноменологическая кинетика	Кинетика односторонних реакций разного порядка. Решение задач	2	2	Устный опрос. Самостоятель ные задания.	ПК-6.1 ПК-1.1 ПК-1.2
2		Зависимость скорости реакции от температуры. Решение задач.	1	1	Устный опрос. Самостоятель ные задания	ПК-6.1
3	Обратимые реакции	Особенности обратимых реакций. Решение задач	2	2	Устный опрос. Самостоятель ные задания	ПК-6.1 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
4		Решение прямой и обратной кинетических задач для обратимых реакций.	2	2	Устный опрос. Самостоятель ные задания	ПК-6.1
5	Параллельные реакции	Параллельных реакций одинакового порядка. Решение задач	1	1	Устный опрос. Самостоятель ные задания	ПК-6.1
6		Параллельные реакции разных порядков. Решение задач	2	2	Устный опрос. Самостоятель ные задания	ПК-6.1 ПК-6.2
7		Параллельные реакции с одним продуктом	1	1	Устный опрос. Самостоятель ные задания	ПК-6.1 ПК-1.1
8	Последовательные реакции	Коллоквиум № 1 по теме «Формальная кинетика. Обратимые, параллельные и последовательные реакции»	2	2	Собеседова ние в форме коллоквиума.	ПК-6.1
9		Особенности последовательных реакций. Решение задач	2	2	Устный опрос. Самостоятель ные задания	ПК-6.1 ПК-6.2
10		Квазистационарное приближение для последовательных реакций. Решение задач	2	2	Устный опрос. Самостоятель ные задания	ПК-6.1 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3

11	Сопряженные реакции	Протекание сопряженных реакций. Решение задач	2	2	Устный опрос. Самостоятельные задания	ПК-6.1 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
12	Цепные реакции	Неразветвленные цепные реакции. Решение задач	2	2	Устный опрос. Самостоятельные задания	ПК-6.1 ПК-1.1
13		Разветвленные цепные реакции. Решение задач	2	2	Устный опрос. Самостоятельные задания	ПК-6.1 ПК-1.1
14	Фотохимические реакции	Основные законы. Решение задач	2	2	Устный опрос. Самостоятельные задания	ПК-6.1 ПК-1.1
15		Квантовый выход. Решение задач	2	2	Устный опрос. Самостоятельные задания	ПК-6.1 ПК-6.2
16	Основные положения катализа	Коллоквиум № 2 по теме «Реакции сложных типов. Сопряженные, цепные, фотохимические и автокаталитические реакции»	2	2	Собеседование в форме коллоквиума.	ПК-6.1
17		Каталитические реакции. Решение задач	3	3	Устный опрос. Самостоятельные задания.	ПК-6.1 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
18	Автокаталитические реакции	Автокаталитические реакции. Решение задач	2	2	Устный опрос. Самостоятельные задания	ПК-6.1 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
19		Итоговая контрольная работа	2	2	Проверка контрольной работы	ПК-6.1

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Кинетика односторонних реакций разного порядка.	Самостоятельные задания. Поиск примеров реакций в научной литературе.	ПК-6 ПК-1	ПК-6.1 ПК-1.1 ПК-1.2
2	Зависимость скорости реакции от температуры.	Самостоятельные задания.	ПК-6	ПК-6.1
3	Обратимые реакции	Самостоятельные задания. Поиск примеров реакций в научной литературе.	ПК-6 ПК-1	ПК-6.1 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
4	Параллельных реакций	Самостоятельные задания	ПК-6	ПК-6.1 ПК-6.2
5	Коллоквиум № 1 по теме «Формальная кинетика. Обратимые, параллельные и последовательные реакции»	Подготовка к коллоквиуму	ПК-6	ПК-6.1
6	Особенности последовательных реакций.	Самостоятельные задания	ПК-6	ПК-6.1 ПК-6.2
7	Квазистационарное приближение для последовательных реакций.	Самостоятельные задания. Поиск примеров использования квазистационарного приближения в научной литературе.	ПК-6 ПК-1	ПК-6.1 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
8	Сопряженные реакции	Самостоятельные задания. Поиск примеров реакций в научной литературе	ПК-6 ПК-1	ПК-6.1 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
9	Цепные реакции	Самостоятельные задания. Поиск примеров реакций в научной литературе	ПК-6 ПК-1	ПК-6.1 ПК-1.1
10	Фотохимические реакции	Самостоятельные задания. Поиск примеров реакций в научной литературе	ПК-6 ПК-1	ПК-6.1 ПК-1.1 ПК-6.2
11	Коллоквиум № 2 по теме «Реакции сложных типов. Сопряженные, цепные, фотохимические и автокаталитические реакции»	Подготовка к коллоквиуму	ПК-6	ПК-6.1
12	Каталитические	Самостоятельные задания.	ПК-6	ПК-6.1

	реакции.	Поиск примеров реакций в научной литературе	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
13	Автокаталитические реакции.	Самостоятельные задания. Поиск примеров реакций в научной литературе	ПК-6 ПК-1	ПК-6.1 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
14	Итоговая контрольная работа	Подготовка к контрольной работе (см. вопросы текущего контроля). Выполнение самостоятельных заданий.	ПК-6	ПК-6.1

4.4 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов, связанная с закреплением теоретического материала в виде решения задач и подготовки к коллоквиумам, а так же поиска примеров реакций сложных типов в научной литературе, проводится во внеаудиторное время.

Примеры решения типовых задач представлены в рекомендуемых учебных пособиях

1. Колпакова, Н. А. Сборник задач по химической кинетике [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. А. Колпакова, С. В. Романенко, В. А. Колпаков. - 3-е изд., стер. - [Б. м.] : Лань, 2018. - 280 с. - Режим доступа ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-2394-1
2. Мельников, М. Я. Практическая химическая кинетика. Химическая кинетика в задачах с решениями [Электронный ресурс] / ред. М. Я. Мельников. - Москва : МГУ, 2006. - 592 с. : ил. - Режим доступа: ЭБС "Айбукс". - Неогранич. доступ. - ISBN 5-211-05233-1

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) *(при наличии)* _____

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература

1. Еремин, В.В. Основы физической химии. Теория : учебное пособие : в 2 ч. [Электронный ресурс] / В. В. Еремин. - Москва : Лаборатория знаний"" (ранее ""БИНОМ. Лаборатория знаний", 2015. - Режим доступа: ЭБС "Издательство Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2918-2
2. Горшков, В.И. Основы физической химии [Электронный ресурс] : учебник / В. И. Горшков, И. А. Кузнецов. - 6-е. - [Б. м.] : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. - 410 с. - Режим доступа ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-00101-539-0

б) дополнительная литература

1. Колпакова, Н. А. Сборник задач по химической кинетике [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. А. Колпакова, С. В. Романенко, В. А. Колпаков. - 3-е изд., стер. - [Б. м.] : Лань, 2018. - 280 с. - Режим доступа ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-2394-1

2. Мельников, М. Я. Практическая химическая кинетика. Химическая кинетика в задачах с решениями [Электронный ресурс] / ред. М. Я. Мельников. - Москва : МГУ, 2006. - 592 с. : ил. - Режим доступа: ЭБС "Айбукс". - Неогранич. доступ. - ISBN 5-211-05233-1
3. Семиохин, И.А. Физическая химия [Электронный ресурс] : учеб. для студ. геол. спец. вузов / И. А. Семиохин. - ЭБК. - М. : Изд-во МГУ, 2001 . - 273 с. - Режим доступа: Электронный читальный зал "Библиотех". - ISBN 5-211-03516-X



в) периодические издания (при необходимости)

г) список авторских методических разработок:

д) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. http://www.ph4s.ru/book_him_kinetika.html - интернет-источник, где представлены материалы по химической кинетике;
2. <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4098.html> - страница электронной химической энциклопедии, посвященная сложным химическим реакциям;
3. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/eremin/5.html> - раздел сайта химического факультета Московского государственного университета, в котором представлены методические материалы по кинетике сложных реакций

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Помещения для проведения лекционных и практических занятий, укомплектованные необходимым оборудованием и приборной базой, а именно:

- аудитории, оснащенные мультимедийными средствами, для проведения аудиторных и практических занятий (ауд. 402, 426, 303); ауд. 5, 402, 426 оборудованы мультимедийными проекторами (InFocus IN 105 (3D Ready), настенными экранами, ноутбуками Samsung NP 300T5A-A0FRU.

6.2. Программное обеспечение:

6.3. Технические и электронные средства:

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе изучения дисциплины «Кинетика реакций сложных типов» читаются лекции, проводятся контрольная работа, коллоквиумы, разбор конкретных ситуаций с использованием пассивных, активных и интерактивных форм обучения.

Активные формы обучения. На практических занятиях, которые составляют более половины от контактной работы, каждый студент помимо совместного решения типовых задач выполняет индивидуальное задание. Такой вид организации обучения способствует

приобретению навыков поиска и анализа научной литературы, а так же применению на практике теоретические основы базовых химических дисциплин

Закрепление теоретических положений «Кинетики реакций сложных типов» проводится в виде интерактивного обучения – коллоквиумов, и выполнения расчетных задач.

Наименование тем занятий с использованием интерактивных форм обучения:

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
1	Последовательные реакции. Коллоквиум №1	практические	Групповая дискуссия / коллоквиум	2
2	Основные положения катализа. Коллоквиум №2	практические	Групповая дискуссия / коллоквиум	2
Итого часов				4

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные средства (ОС):

Оценочные средства текущего контроля формируются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе университета. Назначение оценочных средств текущего контроля - выявить у обучающихся сформированность компетенций:

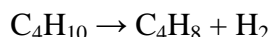
Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Устный опрос, самостоятельные задания	Введение. Феноменологическая кинетика	ПК-6 ПК-1
2	Устный опрос, самостоятельные задания	Обратимые реакции	ПК-6 ПК-1
3	Устный опрос, самостоятельные задания	Параллельные реакции	ПК-6 ПК-1
4	Устный опрос, самостоятельные задания, коллоквиум	Последовательные реакции	ПК-6 ПК-1
5	Устный опрос, самостоятельные задания	Сопряженные реакции	ПК-6 ПК-1
6	Устный опрос, самостоятельные задания	Цепные реакции	ПК-6 ПК-1
7	Устный опрос, самостоятельные задания	Фотохимические реакции	ПК-6

			ПК-1
8	Устный опрос, самостоятельные задания, коллоквиум	Основные положения катализа	ПК-6 ПК-1
9	Устный опрос, самостоятельные задания, контрольная работа	Автокаталитические реакции	ПК-6 ПК-1

Демонстрационный вариант контрольной работы

Пример 1. За реакцией разложения бутана



следили по изменению объема газов, занимаемому ими при давлении $1,01 \cdot 10^5$ Па и 20°C . Вычислите, через какое время после начала реакции изменение объема будет равно 10 см^3 . Скорость реакции постоянна и равна $13,3 \text{ Па/с}$, объем реакционного сосуда — 200 см^3 , температура — 527°C .

Пример 2. Для обратимой реакции $\text{A} \leftrightarrow \text{B}$ начальные концентрации веществ **A** и **B** $[\text{A}]_0 = 1,33 \cdot 10^4$ Па и $[\text{B}]_0 = 0$. Через 10 минут после начала реакции $[\text{A}] = 5,3 \cdot 10^3$ Па и $[\text{B}] = 8,0 \cdot 10^3$ Па. Определите значение $[\text{A}]$ через 20 и 40 минут после начала реакции, если отношение констант скоростей прямой и обратной реакции $k_1/k_{-1} = 3$.

Пример 3. В системе протекают две параллельные реакции второго порядка



Рассчитайте количество (в %) вещества **B**, которое прореагирует в момент времени, когда вещество **A** будет израсходовано на 99,5%, если отношение величин констант скоростей $k_1/k_2 = 10$ и порядок реакции совпадает с их стехиометрией.

Пример 4. Энергия активации мономолекулярной реакции зарождения цепи $334,4 \text{ кДж/моль}$. Рассчитайте длину цепи, которая обеспечила бы превращение 1% исходного вещества в течение 1 ч при 500°C .

Пример 5. Рассчитайте квантовый выход окислительно-восстановительной фотохимической реакции, протекающей между молекулами донора в триплетном состоянии и невозбужденными молекулами акцептора, используя следующие данные: для молекул донора квантовый выход интеркомбинационной конверсии в триплетное состояние ϕ_{isc} равен 0,75; константа скорости тушения триплетного состояния k_q равна $2 \cdot 10^8 \text{ л/(моль} \cdot \text{с)}$; время жизни триплетного состояния τ_T равно 10^{-3} с ; концентрация акцептора $[\text{A}]$ — 10^{-3} моль/л и вероятность рекомбинации образующихся в ходе реакции ион-радикальных пар — 0,4.

ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

Коллоквиум №1. Формальная кинетика. Обратимые, параллельные и последовательные реакции.

1. Основные понятия химической кинетики: элементарная стадия, переходное состояние, скорость химической реакции, механизм реакции.
2. Кинетический закон действующих масс для элементарных и сложных реакций. Константа скорости. Молекулярность и порядок реакции. Принцип независимости химических реакций, принцип лимитирующей стадии.
3. Формальная кинетика реакций целого порядка. Период полупревращения, его зависимость от начальной концентрации. Влияние температуры на скорость реакции. Уравнение Аррениуса, его интегральная и дифференциальная формы. Опытная энергия активации.
4. Обратимые реакции 1-го порядка. Решение кинетических уравнений, кинетические кривые. Связь константы равновесия с константами скорости. Определение кинетических параметров. Зависимость скорости реакции от химического сродства.
5. Параллельные реакции 1-го порядка. Решение кинетических уравнений, кинетические кривые. Периоды полураспада и полубразования. Определение кинетических параметров.
6. Последовательные реакции 1-го порядка. Решение кинетических уравнений, кинетические кривые. Определение кинетических параметров.
7. Принцип лимитирующей стадии для обратимых, последовательных и параллельных реакций. Приближение квазистационарных концентраций. Условия применимости.
8. Квазиравновесное приближение в химической кинетике. Условия применимости.

Коллоквиум №2. Реакции сложных типов. Сопряженные, цепные, фотохимические и автокаталитические реакции.

1. Квазиравновесное приближение в химической кинетике. Условия применимости.
2. Термодинамический и кинетический контроль в параллельных обратимых реакциях.
3. Цепные реакции. Основные элементарные стадии. Разветвленные и неразветвленные цепные реакции. Разветвленные цепные реакции, основные стадии.
4. Фотохимические реакции: основные законы и квантовый выход. Кинетическая схема Штерна-Фольмера. Зависимость квантовых выходов от различных условий. Приведите примеры фотохимических реакций. Напишите элементарные стадии механизма некоторых фотохимических реакций.
5. Основные понятия катализа. Общие свойства катализаторов. Теория промежуточных соединений в катализе. Термодинамические и кинетические аспекты в катализе.
6. Понятие и примеры автокаталитических реакций. Характерные случаи автокатализа и соответствующие кинетические уравнения. Определение периодов индукции и полупревращения для автокаталитических процессов.

Промежуточная аттестация (*зачет*) может проводиться в форме устного собеседования или в виде тестовых заданий с открытыми вопросами.

ПРИМЕРНЫЙ СПИСОК ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ:

1. Основные понятия химической кинетики: элементарная стадия, переходное состояние, скорость химической реакции, механизм реакции.
2. Кинетический закон действующих масс для элементарных и сложных реакций. Константа скорости. Молекулярность и порядок реакции. Принцип независимости химических реакций, принцип лимитирующей стадии.
3. Формальная кинетика реакций целого порядка. Период полупревращения, его зависимость от начальной концентрации. Влияние температуры на скорость реакции. Уравнение Аррениуса, его интегральная и дифференциальная формы. Опытная энергия активации.
4. Обратимые реакции 1-го порядка. Решение кинетических уравнений, кинетические кривые. Связь константы равновесия с константами скорости. Определение кинетических параметров. Зависимость скорости реакции от химического сродства.
5. Параллельные реакции 1-го порядка. Решение кинетических уравнений, кинетические кривые. Периоды полураспада и полуобразования. Определение кинетических параметров.
6. Последовательные реакции 1-го порядка. Решение кинетических уравнений, кинетические кривые. Определение кинетических параметров.
7. Принцип лимитирующей стадии для обратимых, последовательных и параллельных реакций. Приближение квазистационарных концентраций. Условия применимости.
8. Квазиравновесное приближение в химической кинетике. Условия применимости.
9. Термодинамический и кинетический контроль в параллельных обратимых реакциях.
10. Цепные реакции. Основные элементарные стадии. Разветвленные и неразветвленные цепные реакции. Разветвленные цепные реакции, основные стадии.
11. Фотохимические реакции: основные законы и квантовый выход. Кинетическая схема Штерна-Фольмера. Зависимость квантовых выходов от различных условий. Приведите примеры фотохимических реакций. Напишите элементарные стадии механизма некоторых фотохимических реакций.
12. Основные понятия катализа. Общие свойства катализаторов. Теория промежуточных соединений в катализе. Термодинамические и кинетические аспекты в катализе.
13. Понятие и примеры автокаталитических реакций. Характерные случаи автокатализа и соответствующие кинетические уравнения. Определение периодов индукции и полупревращения для автокаталитических процессов.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)	Процедура оценивания
<i>ПК 1.1</i> Собирает информацию, необходимую для решения задач исследования, поставленных специалистом	Знать: основные российские и зарубежные научные и образовательные порталы по химии, имеет представление об их содержании	Выполнение самостоятельных заданий. Собеседование.

более высокой квалификации	Уметь: пользоваться справочниками, в том числе и в электронном виде	Выполнение самостоятельных заданий.
ПК 1.2 Проводит первичный поиск, анализ и обработку литературных данных по заданной тематике	Уметь: сопоставлять химическую информацию из разных источников, обобщать литературные данные и результаты собственных работ	Выполнение самостоятельных заданий.
ПК 1.3 Составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме.	Владеть: навыками критического анализа химической литературы и оформления отчетов о выполненной работе по заданной форме	Выполнение самостоятельных заданий. Собеседование.
	Уметь: грамотно формулировать выводы	Выполнение самостоятельных заданий.
ПК 6.1 Знает теоретические основы базовых химических дисциплин (неорганической, органической, аналитической, физической химии, химии высокомолекулярных соединений, химических основ биологических процессов.) и способы их использования при решении конкретных химических задач	Знать: основные законы и закономерности, определяющие направление, скорость и результат протекания процессов в гомогенных и гетерогенных системах	Собеседование. Выполнение самостоятельных заданий. Выполнение контрольной работы.
	Уметь: проводить простые операции (классификация веществ, составление формул, схем процессов, первичный анализ результатов и т.п.) с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин	Собеседование. Выполнение самостоятельных заданий. Выполнение контрольной работы.
ПК 6.2 Использует компьютерные технологии для систематизации результатов эксперимента.	Владеть: навыками использования средств обработки информации в практике научной деятельности	Выполнение самостоятельных заданий.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ:

1. Предусмотрено 2 собеседования по теоретическому материалу в виде коллоквиумов. Каждая тема оценивается максимум на 15 баллов.
2. Предусмотрена 1 контрольная работа, которая оценивается максимум на 20 баллов.

Зачтено:

в целом, сформированные знания предмета, умение применять методы и подходы изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач с минимальным количеством ошибок принципиального характера, наличие навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач **(50 баллов и более)**.

Не зачтено:

фрагментарное знание предмета, отсутствие умений и навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач (**менее 50 баллов**).

Разработчики:



доцент М.В. Быков

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учетом рекомендаций ПООП по направлению и профилю подготовки 04.03.01 – «Химия».

Программа рассмотрена на заседании кафедры физической и коллоидной химии
«26» мая 2022 г.

Протокол № 7

И.о. зав. кафедрой



/Л.Б. Белых/

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.