

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Химический факультет
Кафедра биохимии и органической химии



УТВЕРЖДАЮ
проректор


«29» марта 2024 г.
МП

П.А. Машаров

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«КИНЕТИКА ПРОСТЫХ И СЛОЖНЫХ РЕАКЦИЙ В
ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ»**

Укрупненная группа направлений подготовки	04.00.00 Химия
Программа высшего образования	Программа специалитета
Специальность	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Квалификация	Химик. Преподаватель химии
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины **«Кинетика простых и сложных реакций в органической химии»** для обучающихся по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

ст. преподаватель кафедры биохимии
и органической химии

М.А. Синельникова

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры биохимии и органической химии.
Протокол от 26.03.2024 г. № ____

Заведующий кафедрой

О.В. Баранова

СОГЛАСОВАНО:

Декан химического факультета
28.03.2024 г.

С.Г. Бахтин

Учебно-методическая комиссия химического факультета
Протокол от 27.03.2024 г. № 2
Председатель

Р.И. Лыга

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,
к.х.н, доц.
28.03.2024 г.

О.В. Баранова

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Кинетика простых и сложных реакций в органической химии» включена в вариативную часть учебного плана.

Изучение данной дисциплины основывается на базе сопутствующих дисциплин программы специалитета: «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия». Содержание дисциплины охватывает круг вопросов по скоростям протекания химических реакций, подходам к расчету констант скорости реакций, способам решения прямой и обратной задач химической кинетики, а также использованию аппарата химической кинетики для решения фундаментальных и прикладных задач.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ / ПРАКТИКИ / КУРСОВОЙ РАБОТЫ / ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	04.00.00 Химия
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.2.2. Кинетика простых и сложных реакций в органической химии
Часть образовательной программы	Вариативная часть: дисциплины по выбору
Количество зачетных единиц/ всего часов	4 / 144

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы+ контроль	всего	
Очная	4	7	52	39		71	162	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель - предоставить студентам базовые знания по кинетике органических реакций и практических навыков в проведении кинетических исследований и расчетов.

Задача курса изучения специфики кинетики органических реакций, усвоения методов расчета порядков реакции, особенностей кинетических расчетов при использовании физических и химических методов, изучения основ быстрых и медленных реакций, оценки влияния температуры и растворителя на скорость реакции.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения	ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы	ПК-1.1.1 Умеет проводить синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик, стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе,

научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	отдельных стадий	исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования
---	------------------	--

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Содержательный модуль 1	
1. Введение.	Типы регулирующих частиц: молекулы, атомы, ионы, радикалы, нон радикалы, комплексы. Промежуточный продукт. Переходные состояния.
2. Основные понятия химической кинетики.	Скорость реакции. Замкнутая система. Открытая система. Основной закон кинетики. Влияние концентрации на скорость реакции. Кинетическое уравнение скорости реакции. Константа скорости реакции. Порядок реакции. Молекулярность. Элементарная реакция
3. Кинетические кривые	Уравнение кинетической кривой
4. Кинетическая классификация химических реакций	Классификация реакций: - по признаку порядка; - по принципу перераспределения электронов и химических связей (окислительно-восстановительные, гомолитические, гетеролитические, синхронные реакции); - по признаку физического воздействия на систему (термическая, фотохимическая, электрохимическая, механическая реакции); - по фазовому состоянию (гомофазная, гетерофазная реакции); - по признаку участвующего реагента (реакции – молекулярная, радикальная, ионная, возбужденных молекул, сольватированного электрона); - по скорости реакции (медленные и быстрые реакции).
5. Применение основного закона кинетики к простым односторонним реакциям.	Реакции первого порядка. Дифференциальная, интегральная, экспоненциальные уравнения. Кинетическая кривая, инвариантность, средняя продолжительность жизни молекул. Реакции второго порядка. Дифференциальные, интегральные уравнения. Кинетическая кривая, ее инвариантность. Реакции третьего порядка.
6. Методы измерения скоростей реакции.	Химические и физико-химические методы. Физико-химические методы. Соотношение между физическими свойствами вещества и его концентрацией. Манометрический, кондуктометрический, спектрометрический, dilatометрический метод
7. Методы определения порядка реакции	Методы определения порядка реакции: по кинетическому уравнению: по линейному выражению концентрации от времени; по зависимости периода полупревращения от начальной концентрации; Метод Вант-Гоффа; метод Паулла.

Содержательный модуль 2		
8. Кинетика реакций.	сложных	<p>Принцип независимости химических реакций друг от друга. Классификация сложных реакций.</p> <p>Обратимые реакции первого порядка. Дифференциальное и интегральное уравнение. Кинетические кривые. Обратимые реакции первого и второго порядка. Дифференциальное и интегральное уравнение. Обратимые реакции второго порядка. Дифференциальное и интегральное уравнение. Кинетические кривые.</p> <p>Параллельные реакции. Параллельные реакции первого порядка. Дифференциальные и интегральные уравнения. Параллельные реакции второго порядка. Дифференциальное и интегральное уравнения.</p> <p>Последовательные реакции. Две последовательные односторонние реакции первого порядка. Дифференциальные и интегральные уравнения. Промежуточный продукт. Определение его концентрации и максимального времени накопления. Кинетическое уравнение. Точка перегиба. Индукционный период. Переходное и вековое равновесие. Последовательные реакции первого порядка. Дифференциальное и интегральное уравнения. Лимитирующая стадия сложного химического процесса. Метод стационарных концентраций (метод Боденштейна).</p> <p>Каталитические реакции. Дифференциальные и интегральные уравнения. Промежуточные продукты Аррениуса и Вант-Гоффа.</p> <p>Автокаталитические реакции. Дифференциальные, интегральные и экспотенциальные уравнения. Кинетическая кривая. Определение констант скорости: дифференциальный и интегральный методы.</p> <p>Автокаталитические, каталитические реакции. Дифференциальное уравнение. Определение констант скорости: дифференциальный и интегральный методы.</p>
9. Влияние температуры на скорость химических реакций		<p>Зависимость скорости реакции от температуры. Температурный коэффициент. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса.</p> <p>Теория активированного комплекса. Уравнение Эйринга. Теория столкновений.</p> <p>Сравнение уравнений зависимости константы скорости от температуры по уравнению Аррениуса, Эйринга в теории столкновений.</p> <p>Физический смысл энтропии активации и энергии активации. Формы аррениусовских графиков.</p>
10. Факторы, влияющие на скорость реакции		Зависимость скорости реакции от давления. Энтропия активации. Активационный объем.
11. Зависимость скорости реакции от растворителя.		<p>Основные положения. Сольватирующая способность растворителей. Типы молекулярных взаимодействий в растворах: неспецифическое (ориентационное, индукционное, дисперсное) и специфическое взаимодействие.</p>

		Физические константы растворителей: диэлектрическая проницаемость (уравнение Клаузиса-Мозатти-Дебая), полярность, электрофильность, нуклеофильность. Классификация растворителей. Учет влияния среды, основанный на рассмотрении диэлектрической проницаемости. Удельная и молярная рефракции. Уравнение Клаузиса-Мозатти. Молярная поляризуемость. Зависимость Кирк-Вуда. Эмпирический подход, основанный на рассмотрении нуклеофильно-электрофильных свойств растворителя: донорные и акцепторные числа. Корреляция между донорными (акцепторными) числами и другими шкалами. Сравнительная шкала донорной и акцепторной способности.
12. Медленные и быстрые реакции.	и	Классификация. Теория быстрых реакций. Методы изучения быстрых реакций; при низких температурах; струевые, секторные, импульсные, релаксационный, ЯМР, ЭПР.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 7

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
1. Введение.	2			5	7
2. Основные понятия химической кинетики.	4			6	10
3. Кинетические кривые	4	3		6	13
4. Кинетическая классификация химических реакций	2			6	8
5. Применение основного закона кинетики к простым односторонним реакциям	4	4		6	14
6. Методы измерения скоростей реакции.	6	4		6	16
7. Методы определения порядка реакции	6	6		6	18
8. Кинетика сложных реакций	6	6		6	18
9. Влияние температуры на скорость химических реакций	4	4		6	14
10. Факторы, влияющие на скорость реакции	4	4		6	14
11. Зависимость скорости реакции от растворителя.	4	4		6	14
12. Медленные и быстрые реакции	6	4		6	16
ИТОГО ЗА КУРС	52	39		71	162

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Содержательный модуль 1

1. Введение в химическую кинетику

2. Основные понятия химической кинетики.
3. Виды кинетических кривых
4. Кинетическая классификация химических реакций
5. Применение основного закона кинетики к простым односторонним реакциям
6. Методы измерения скоростей реакции
7. Методы определения порядка реакции

Содержательный модуль 2

1. Кинетика сложных реакций
2. Влияние температуры на скорость химических реакций
3. Факторы, влияющие на скорость реакции
4. Зависимость скорости реакции от растворителя.
5. Медленные и быстрые реакции

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

7.3. Образец содержания экзаменационного билета

Донецкий государственный университет
Химический факультет
Кафедра биохимии и органической химии

Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Специальность	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Профиль подготовки	химия
Форма обучения	очная
Семестр	Седьмой
Дисциплина	Кинетика простых и сложных реакций в органической химии

Экзаменационный билет № 1

1. Порядок реакции. Методы определения.
2. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант – Гоффа. Уравнение Аррениуса.
3. Наблюдаемая кинетика скорости реакции:

$$A \longrightarrow B + C ; C \longrightarrow D + E;$$
 постоянна во времени. Как это можно объяснить с позиций метода стационарных концентраций.
4. Константа скорости реакции бензоилхлорида с м-хлоранилином 0,0034 л/моль·с. Рассчитать время прохождения реакции на 99% по амину при концентрации бензоилхлорида и м-хлоранилина соответственно: 0,0025 моль/л и 0,005 моль/л

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

8.1. Семестр 1

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	10
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	5
	Контрольная работа по теоретическому материалу	5
2	Организационно-учебная работа в аудитории	10
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	5
	Контрольная работа по теоретическому материалу	5
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Пурмаль А.П. А, Б, В... химической кинетики / А.П. Пурмаль. – М.: Академкнига, 2004. – 280 с.
2. Галимова М.Х. Ферментативная кинетика: справочник по механизмам реакций / М.Х. Галимова – М.: КОМКНИГА, 2007. – 320 с.

3. Семиохин И.А. Кинетика химических реакций / И.А. Семиохин, Б.В. Страхов, А.И. Осипов. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 352 с.
4. Мельников М.Я. Практическая химическая кинетика / М.Я. Мельников. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 592 с.
5. Эмануэль Н.М. Курс химической кинетики / Н.М. Эмануэль, Д.Г. Кнорре. – М.: Высшая школа, 1984. – 463 с.
6. Гаммет Л. Основы физической органической химии / Л. Гаммет. – М.: Мир, 1972. – 457 с.
- 7.

11.2. Дополнительная литература

1. Днепроvский А.С. Теоретические основы органической химии / А.С. Днепроvский, Т.И. Темникова. – Л.: Химия, 1991. – 558 с.
2. Физико-химические методы анализа / А.К. Бабко, А.Т. Пилипенко, И.В. Пятницкий, О.П. Рябушко и др. – М.: ВШ, 1968. – 170 с.
3. Стромберг А.Г. Физическая химия / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. – М, 2001. – 527 с.
4. Пальм В.А. Основы количественной теории органических реакций / В.А. Пальм. – Л.: Химия, 1977. – 360 с.
5. Математическая статистика / В.Б. Горяинов, И.В. Павлов, Г.М. Цветкова и др. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 424 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. **Электронный архив** ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. MicrosoftOffice (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. MicrosoftVisualStudio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, AdobeAcrobatReader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).