



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП Т.П. Кустова

29 августа 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Прикладная химическая кинетика

Уровень высшего образования:	специалитет
Квалификация выпускника:	Химик. Преподаватель химии
Специальность:	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Направленность (профиль) образовательной программы:	Фундаментальная и прикладная химия

Иваново



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

1. Цели освоения дисциплины

Изучение фундаментальных закономерностей химической кинетики и применение полученных знаний для решения теоретических задач по реакционной способности соединений в рамках научно-исследовательской работы, практических задач в производственно-технологической деятельности в области химических производств, а также для преподавания химических дисциплин.

Задачи курса:

- формирование у студентов-химиков 4-го курса представлений о закономерностях химической кинетики;
- приобретение умений и практических навыков при выполнении лабораторного практикума, а также при решении теоретических и экспериментальных задач в области химической кинетики;
- формирование представлений о современном состоянии и тенденциях развития химической кинетики;
- формирование мировоззренческой основы для понимания кинетических закономерностей и механизмов протекания химических реакций, что необходимо в их дальнейшей профессиональной научной и преподавательской деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Настоящий курс относится вариативной части ОП (Б1.В.ДВ.01.01), является дисциплиной по выбору и предусматривает подробное изучение раздела химической кинетики, входящего в общий курс физической химии. В дисциплине рассматриваются базовые количественные закономерности, позволяющие рассчитывать константы скоростей реакций разных типов под действием различных факторов, а также основы реакционной способности веществ в жидкой фазе.

Этот курс логически продолжает более глубокое рассмотрение представлений вопросов формальной кинетики, температурной зависимости скоростей реакций, сложных реакций, приближенных методов кинетики, кинетики ферментативного катализа. В курсе предусмотрено проведение трех лабораторных работ и решение задач на практических занятиях по указанным выше разделам.

В дисциплине рассматриваются также экспериментальные методы химической кинетики, базирующиеся на научном материале таких, ранее усвоенных студентами дисциплин как: «физика», «расчеты в химии», «квантовая механика и квантовая химия», «аналитическая химия», «органическая химия» «химическая технология».

Дисциплина читается параллельно с курсами: «органическая химия», «химические основы биологических процессов», «методика преподавания химии», «высокомолекулярные соединения» «Кристаллохимия». Пересекающиеся понятия этих дисциплин удачно дополняют друг друга.

Освоение данной дисциплины необходимо для усвоения курса «Основы медицинской и фармацевтической химии», прохождения «практикума по экспериментальной химии», а также для прохождения производственной, научно-педагогической и преддипломной практик.

Для освоения данной дисциплины студент должен:

Знать

- основные законы физической химии (термодинамики, строения вещества, химической



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

кинетики);

- общие представления о закономерностях протекания химических реакций;
- свойства, строение и способы выражения концентрации растворов;
- законы и термины формальной кинетики (закон действия масс, порядок реакции);

Уметь:

- применять знания по высшей математике для решения дифференциальных уравнений химической кинетики;
- проводить физико-химический эксперимент;
- обрабатывать и обсуждать экспериментальные кинетические зависимости;

Иметь:

- навыки обработки результатов кинетического эксперимента;
- навыки проведения количественного химического анализа с использованием инструментальной аппаратуры.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по направлению 04.05.01 химия:

ПК-3: Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- - базовые теоретические концепции, закономерности и экспериментальные методы химической кинетики;
- - кинетические особенности и механизмы протекания различных жидкофазных процессов с участием частиц различной природы;
- - современное состояние теории каталитических процессов;
- - классификацию и основные кинетические закономерности цепных и биохимических реакций;

Уметь:

- - пользоваться традиционными уравнениями кинетики и развивать теоретические основы курса для расчета кинетических параметров реакций;
- - проводить расчеты по определению порядков реакции, констант скоростей и активационных параметров с использованием уравнений формальной кинетики, теорий химической кинетики;
- - применять основные законы кинетики и катализа при изучении механизмов химических процессов и предсказании реакционной способности соединений;
- - предсказывать каталитическую активность катализатора в реальных условиях протекания химической реакции;
- - определять и анализировать проблемы, связанные с проведением и анализом результатов кинетического эксперимента;
- - представлять полученные в кинетических исследованиях результаты в виде презентаций и научных публикаций; осуществлять поиск информации по теме исследования.

Иметь:

- - навыки экспериментального проведения кинетического эксперимента;



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

- - навыки количественной обработки экспериментальных кинетических данных и расчета кинетических параметров жидкофазных реакций с использованием современных компьютерных методов; статистической обработкой результатов кинетических опытов;
- - навыки количественного предсказания реакционной способности веществ в зависимости от их строения, состава среды и температуры для решения профессиональных задач;
- - навыки владения методами исследования элементарных реакций и регистрации активных частиц, методами распознавания механизмов каталитических процессов на основе экспериментальных данных;
- - опыт профессионального участия в научных дискуссиях на конференциях по теме кинетики химических процессов; опыт делового общения и работы в научном коллективе.

4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единицы (216 академических часов), в т.ч. выполнение курсовой работы – 8 академических часов.

4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в ак. часах)		Формы текущего контроля успеваемости Формы промежуточной аттестации
			Занятия лекцион- ного типа	Занятия семинар- ского типа	
1	Вводный. Введение в проблематику дисциплины, представление рабочей программы, осмысление требований к организации процесса обучения, самостоятельной работы и форм аттестации	8	2		Входная диагностика: тест с последующим обсуждением результатов. Список вопросов, интересующих студента по содержанию дисциплины (в письменном виде)
2	Элементы формальной кинетики.		6	6	<i>Бланковое тестирование</i>
3	Кинетика сложных реакций первого порядка		4	6	<i>Отчет по лаб. работе</i>
4	Температурная зависимость скорости реакции		4	6	<i>Контрольная работа,</i>
5	Теории химической кинетики.		6	6	<i>Отчет по лаб. работе</i>
6	Концепция механизма жидкофазной реакции.		6	6	<i>Контрольная работа,</i>
7	Реакции в растворах. Влияние растворителя на скорость химической реакции.		4	6	<i>Отчет по лаб. работе</i>
8	Приближенные методы химической кинетики		6	6	<i>Контрольная работа</i>
9	Гомогенный и гетерогенный катализ. Ферментативный катализ.		6	6	<i>Выступление с презентацией</i>
10	Фотохимия. Кинетика фотохимических реакций.		4	6	<i>Отчет по лаб. работе</i>
11	Экспериментальные методы химической		6	6	<i>Контрольная работа.</i>



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

кинетики.				<i>Бланковое тестирование</i>
Итого за семестр:		54	60	<i>Экзамен, курсовая работа</i>

4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

№ раздела	№ лекции	Основное содержание практических занятий
1	1	Введение в проблематику курса, представление рабочей программы, осмысление требований к организации процесса обучения, самостоятельной работы и форм аттестации по курсу. Изучение РП, списка источников, формулировка, вопросов, интересующих студентов на основе изучения содержания курса.
2	2	Феноменологическая кинетика (прямая и обратная задачи) простых химических реакций. Основные понятия, методы и постулаты формальной кинетики. Экспериментальное определение скорости химической реакции. Кинетические уравнения и методы их изучения. Молекулярность и порядок реакции. Методы определения порядка реакции. Закон действующих масс и принцип независимости реакций. Прямая и обратная кинетические задачи. Уравнения формальной кинетики реакций первого, второго, третьего порядков, n-порядка.
3	3	Кинетические уравнения сложных реакций первого порядка (обратимых, параллельных, последовательных).
4	4	Зависимость константы скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации прямой и обратной реакции. Связь с тепловым эффектом реакции. Температурный коэффициент.
5	5	Теория активных соударений для бимолекулярных реакций. Уравнение Траутца-Льюиса. Энергия активации. Достоинства и недостатки теории. Применение теории к мономолекулярным реакциям. Понятие о предэкспоненциальном множителе "А" и стерическом факторе "Р". Теория активированного комплекса (переходного состояния) - ТАК. Поверхности потенциальной энергии (ППЭ) для элементарных актов химических превращений. Координата реакции. Определение пути реакции и энергетического барьера. Понятие активированного комплекса (переходного состояния). Опытная и истинная энергии активации и их взаимосвязь. <i>Термодинамический аспект основного уравнения ТАК. Свободная энергия, энтальпия и энтропия активации. Сравнение теорий активных столкновений и активированного комплекса для бимолекулярных реакций.</i> Расчеты константы скорости по ТАК и теории активных соударений.
6	6	Концепция механизма жидкофазной реакции. Основные принципы и этапы установления механизма. Стадийность, лимитирующая стадия процесса. Термодинамический и кинетический контроль состава продуктов. Кинетический изотопный эффект (КИЭ). Теоретические основы метода. Примеры использования КИЭ в различных процессах. Активированный комплекс жидкофазных процессов. Интерпретация активационных параметров для механизма. Принцип Бэлла-Эванса-Поляни. Постулат Хэммонда. Уравнение Поляни-Семенова.



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

7	7	Влияние растворителя на скорость химической реакции. Реакции в растворах. <i>Клеточный эффект. Важнейшие свойства органических растворителей и их классификация. Специфическая и универсальная сольватация. Донорное и акцепторное числа. Диэлектрическая проницаемость. Использование для интерпретации механизма. Функция Кирквуда. Количественные параметры полярности растворителей. Уравнение Бренстеда. Взаимодействие между ионами в растворе. Первичный солевой эффект</i>
8	8	Приближенные методы химической кинетики. Принцип квазистационарности Боденштейна и его применение в кинетике цепных процессов. Принцип квазиравновесности.
9	9	Катализ. Каталитическая активность. Селективность. Гомогенный катализ. Роль катализатора, влияние его на кинетические характеристики реакции. <i>Кислотно-основной катализ. Специфический кислотный и специфический основной катализ. Гетерогенный катализ. Ферментативный катализ.</i> Общие определения и понятия. Активность ферментов. Уравнение Михаэлиса-Ментен и определение кинетических параметров из опытных данных. <i>Кинетика каталитических реакций с конкурентным ингибированием. Эффективная константа Михаэлиса. Определение константы ингибирования из опытных кинетических данных</i>
10	10	Кинетика фотохимических реакций. Основные законы фотохимии. Закон фотохимической эквивалентности. Фотовозбуждение молекул. Квантовый выход. Вторичные процессы фотохимических реакций. Виды конверсии возбужденной молекулы. <i>Флуоресценция. Фосфоресценция. Особенности кинетики фотохимических реакций. Фотосенсибилизация.</i>
11	11	Экспериментальные методы химической кинетики. Метод Гуггенхайма расчета констант скорости первого порядка. Дилатометрия. Потенциометрический метод. Метод газо-жидкостной хроматографии. Термические методы. Метод адиабатического калориметра. <i>Метод проточного реактора. Методы изучения быстрых реакций. Струевые методы.</i>

Темы, выделенные курсивом в табл., предназначены для самостоятельной разработки обучающимся и подготовки презентаций.

5. Образовательные технологии

При изучении настоящей дисциплины используются следующие инновационные образовательные технологии:

- разноуровневое обучение; уровневые контрольные работы;
- рейтинговая система; рейтинг уровня учебных достижений студентов;
- технология «дебаты» при сдаче лабораторных работ (технология учебной дискуссии);
- тестовый контроль: бланковое тестирование;
- проектная технология;
- технология развития критического мышления;
- технологии смешанного обучения (чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций; использование ЭИОС «Мой университет»).

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

Учебно-методическое обеспечение дисциплины «Прикладная химическая кинетика» представлено электронным вариантом части курса лекций, Указанное обеспечение и типовые варианты тестовых работ находятся в приложении 1 к РП.

7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Текущий контроль предполагает отчет по четырем лабораторным работам, четырем контрольным работам, результатам бланкового тестирования по 2 и 11 темам дисциплины и выступлению с презентацией.

Рейтинговый контроль

Баллы	Лаборат. раб.	Контр. раб.	Результаты бланкового тестирования	Выступление с презентацией	Итого максимально 60 Б
	4 лаб.р. · 5Б = 20Б	4к.р. · 50Б = 20Б	2 · 5Б = 10Б	10Б	

Промежуточный контроль

В соответствии с принятым положением о рейтинговой системе текущего контроля на биолого-химическом факультете, обучающийся, набравший по рейтингу более баллов допускается к сдаче экзамена.

Оценка за защиту курсовой работы выставляется в соответствии с приведенными ниже критериями:

Оценка "отлично" ставится за защиту, которая показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры.

Оценка "хорошо" ставится за защиту, отличающуюся глубиной и полнотой раскрытия темы, обнаруживающее прочные знания основных процессов изучаемой предметной области; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры. Однако допускается одна - две неточности в докладе или ответах на вопросы.

Оценка "удовлетворительно" ставится в случае, если защита свидетельствует в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличается недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры. Допускается несколько ошибок в содержании доклада или ответов на вопросы.

Оценка "неудовлетворительно" ставится за защиту, обнаруживающую незнание процессов изучаемой предметной области, отличающуюся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы. Допускаются серьезные ошибки в содержании доклада или ответов на вопросы.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

Основная литература

1. **Химическая кинетика:** Теория и практика: учебное пособие / Г.Е. Заиков, О.В. Стоянов, А.М. Кочнев, С.С. Ахтямова; Министерство образования и науки России, ФГБОУ ВПО «Ка-



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

занский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - 80 с. : ил., табл., схем. - ISBN 978-5-7882-1518-1; То же [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258758>

2. Виноградова Т. В. , Брусницына Л. А. **Кинетика простых гомогенных реакций. Учебное пособие.** Издат. Уральского университета, -2014. 76 с. ISBN: 978-5-7996-1103-3. УДК: 544.41:544.342(075.8). Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=276014

Дополнительная литература

1. Булидорова Г. В. , Галяметдинов Ю. Г. , Ярошевская Х. М. **Формальная кинетика: учебное пособие.** Казань: Издат. КНИТУ, 2014. 112 с. ISBN: 978-5-7882-1699-7. УДК: 544.015.4(075.8) ББК: 24.5я73. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428695>
2. **Электрохимия и химическая кинетика:** учебное пособие / Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская, В.П. Барабанов. - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 371 с.: табл., граф., ил. - ISBN 978-5-7882-1658-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427844>

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет» <https://uni.ivanovo.ac.ru>.

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru;

<http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka>

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office, интернет-браузер Internet Explorer, Мой университет.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

- для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения;

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: демонстрационное оборудование (демонстрационные устройства); электронные пособия (презентации), печатные пособия (плакаты, схемы)



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

Автор рабочей программы дисциплины: профессор кафедры фундаментальной и прикладной химии, проф., д.х.н. Иванов С.Н.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной и прикладной химии 29 августа 2024 г., протокол № 14.

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № _____ от «_____» _____ 20__ г.

Согласовано:

Руководитель ОП _____ Т.П. Кустова
(подпись)