

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Основы кинетики и механизмов неорганических реакций СЗ.ДВ.2

Специальность: 020201.65 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Неорганическая химия

Квалификация выпускника: специалист

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Штырлин В.Г.

Рецензент(ы):

Улахович Н.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Амиров Р. Р.

Протокол заседания кафедры No ____ от "____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2017

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Штырлин В.Г. Кафедра неорганической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова, Valery.Shtyrlin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

- 1) Формирование химического мировоззрения студентов, основанного на глубоком понимании сущности химических процессов.
- 2) Подготовка студентов к освоению принципов и подходов теорий химической кинетики и механизмов неорганических реакций.
- 3) Развитие навыков решения практических задач современной координационной и неорганической химии на основе учения о кинетике и механизмах неорганических реакций, в особенности, с участием координационных соединений.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "СЗ.ДВ.2 Профессиональный" основной образовательной программы 020201.65 Фундаментальная и прикладная химия и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Данная дисциплина относится к вариативной части профессионального блока дисциплин, но тесно связана также с общими математическими и естественно-научными дисциплинами и обще-профессиональными дисциплинами. Преимуществом данной дисциплины является то, что она не требует предварительной математической подготовки, хотя желательно знакомство студентов с теорией дифференциальных уравнений. Основы теории, преподаваемые в рамках данной дисциплины, существенны для освоения курсов "Неорганическая химия", "Координационная химия", "Физическая химия". По отношению к этим курсам данный раздел науки необходим как последующий для более глубокого осмысления всего цикла химических дисциплин, в которых механизмы реакций играют методологическую роль.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	понимает сущность и социальную значимость профессии, основных перспектив и проблем, определяющих конкретную область деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Знать:

аппарат формальной химической кинетики, классификации механизмов реакций замещения, теорию активированного комплекса, теорию столкновений, физический смысл энтальпии, энтропии и объема активации, закономерности влияния природы растворителя, электронных, стерических эффектов заместителя и ионной силы среды на скорости химических реакций, первичные и вторичные изотопные эффекты, кинетику и механизмы реакций замещения в октаэдрических, плоскоквадратных и тетраэдрических комплексах, закономерности окислительно-восстановительных реакций, принцип Франка-Кондона, внешнесферный и внутрисферный электронный перенос, теорию Маркуса, дальнедействующий электронный перенос в биологических системах, реакции свободных радикалов. кинетику и механизмы реакций металлопорфиринов, реакции металлорганических соединений, основные типы фотохимических реакций с участием комплексов переходных металлов, принципы и основные типы реакций катализа металлами и их соединениями, основные типы противораковых комплексов и механизмы их действия.

2. должен уметь:

Уметь:

выводить кинетические уравнения для простых и сложных химических реакций, из анализа кинетических кривых устанавливать схему реакции, анализировать влияние на скорость реакций диэлектрической проницаемости среды, эмпирических параметров растворителя, включая донорные и акцепторные числа, различать внутри- и внешнесферные реакции электронного переноса на основе экспериментальных критериев, предсказывать константы скорости реакций замещения лигандов и редокс-процессов на основе известных констант скорости реакций сольватного обмена и электронного самообмена.

3. должен владеть:

Владеть:

методами определения активационных параметров из зависимостей скоростей реакций от температуры и давления, навыками установления механизмов реакций на основе анализа изменений энтальпии, энтропии и объема активации в сериях реакций, зависимостей кинетических параметров от электронных и стерических эффектов заместителей, анализа первичных и вторичных изотопных эффектов и других экспериментальных критериев механизмов.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

выводить кинетические уравнения для простых и сложных химических реакций, из анализа кинетических кривых устанавливать схему реакции, анализировать влияние на скорость реакций диэлектрической проницаемости среды, эмпирических параметров растворителя, включая донорные и акцепторные числа, различать внутри- и внешнесферные реакции электронного переноса на основе экспериментальных критериев, предсказывать константы скорости реакций замещения лигандов и редокс-процессов на основе известных констант скорости реакций сольватного обмена и электронного самообмена.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Тема: Введение в предмет. Основы формальной кинетики. Основные типы реакций. Простые реакции первого порядка. Параллельные реакции первого порядка. Последовательные реакции первого порядка. Обратимые реакции первого порядка. Простые реакции второго порядка. Обратимые реакции второго порядка.	7	1	0	2	0	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Тема: Основы формальной кинетики. Последовательность реакций смешанного (первого и второго) порядка. Обратимая реакция смешанного (первого и второго) порядка. Последовательность двух реакций первого порядка с обратимой первой стадией. Последовательность двух обратимых реакций первого порядка. Две параллельные обратимые реакции первого порядка с общим продуктом.	7	2	0	2	0	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Тема: Гомогенные каталитические реакции. Каталитическая реакция второго порядка. Ката-литическая реакция первого порядка. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Ингибирование катализато-ра. Обратимое ингибирование. Необратимое ин-гибирование. Автокаталитическая реакция перво-го порядка. Автокаталитическая реакция второго порядка.	7	3	0	2	0	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Тема: Зависимость скорости реакции от тем-пературы и давления. Уравнение Аррениуса. Теория активированного комплекса. Теория столкновений. Стерические эффекты и реакцион-ная способность строго ориентированных моле-кул, реакции в молекулярных пучках. Физиче-ский смысл энергии и энтропии активации. Фор-мы аррениусовских графиков. Зависимость ско-рости реакции от давления.	7	4	0	2	0	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Тема: Механизмы реакций замещения. Клас-сификация механизмов реакций замещения ли-гандов: классификации Ингольда-Хьюза, Басоло-Пирсона, Лэнгфорда-Грея, Захарова-Штырлина. Механизмы реакций замещения SE1 и SE2 для ме-таллоорганических соединений. Новые взгляды на механизмы реакций замещения в газовой фазе.	7	5	0	2	0	Письменное домашнее задание
6.	Тема 6. Тема: Зависимость скорости реакции от рас-творителя и заместителя. Влияние на скорость реакции диэлектрической проницаемости среды. Учет влияния эмпирических параметров раство-рителя: корреляции констант скорости реакций с донорными и акцепторными числами и другими шкалами. Эффект нуклеофильности растворите-ля. Влияние на скорость реакций ионной силы среды. Эффекты заместителя: электронные и сте-рические эффекты заместителя и их связь с меха-низмами реакций.	7	6	0	2	0	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Тема: Реакции ионных пар. Кинетические изотопные эффекты. Реакции ионных пар. Первичные изотопные эффекты. Вторичные изотопные эффекты. Влияние туннелирования на первичные и вторичные изотопные эффекты.	7	7	0	2	0	Письменное домашнее задание
8.	Тема 8. Тема: Реакции замещения в октаэдрических комплексах. Влияние эффектов кристаллического поля на скорости и механизмы реакций замещения в октаэдрических комплексах. Реакции сольватного обмена, зависимость констант скорости реакций сольватного обмена от давления. Реакции анации. Акватация, кислотный и основной катализ в реакциях замещения.	7	8	0	2	0	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
9.	Тема 9. Тема: Стереохимия замещения в октаэдриче-ских комплексах. Реакции геометрических и оп-тических изомеров. Изомеризация октаэдриче-ских комплексов. Структурная изомерия. Раце-мизация октаэдрических комплексов: межмоле-кулярный и внутримолекулярный механизмы, влияние электронного переноса, фоторацемиза-ция. Стереоспецифичность лигандов.	7	9	0	2	0	Письменное домашнее задание
10.	Тема 10. Тема: Реакции замещения лигандов в тетрако-ординационных комплексах. Кинетика и меха-низмы реакций замещение в плоскоквдратных комплексах. Цис- и транс-эффект. Особенности реакций замещения в комплексах меди(II). Изо-меризация плоскоквдратных комплексов: гео-метрическая изомеризация, конформационная изомеризация. Реакции замещения в тетраэдри-ческих комплексах.	7	10	0	2	0	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
11.	Тема 11. Тема: Окислительно-восстановительные ре-акции. Окислительное присоединение и восста-новительное элиминирование. Реакции элек-тронного переноса. Принцип Франка-Кондона. Внешнесферный электронный перенос: теория Маркуса, дальнодействующий электронный пе-ренос в биологических системах. Внутрисфер-ный электронный перенос. Реакции свободных радикалов.	7	11	0	2	0	Письменное домашнее задание
12.	Тема 12. Тема: Кинетика и механизмы реакций метал-лопорфиринов. Механизм внедрения металлов в порфирины. Металлопорфирины как переносчи-ки кислорода. Реакции замещения на металло-порфиринах, роль имидазольного фрагмента. Ка-талитическое действие металлопорфиринов. Ме-таллопорфирины, металлофталоцианины и анало-гичные соединения в фотодинамической терапии рака. Витамин В12: механизм активности.	7	12	0	2	0	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
13.	Тема 13. Тема: Реакции металлорганических соединений. Карбонилы металлов и их производные. Обмен монооксида углерода. Реакции замещения карбонил металлов. Реакции внедрения и ми-грации лигандов: оксореакции, вакер-процесс, гидратация ацетиленов, полимеризация олефи-нов, конденсация ацетиленов. Гомогенное ката-литическое гидрирование.	7	13	0	2	0	Письменное домашнее задание
14.	Тема 14. Тема: Реакции металлорганических соединений: кинетика и механизмы реакций металлоценов. Природа связывания в металлоценах.	7	14	0	2	0	Письменное домашнее задание
15.	Тема 15. Тема: Фотохимия координационных соединений. Фотохимические реакции комплексов ко-бальта(III). Фотохимические реакции комплексов хрома(III). Фотохимические реакции комплексов других трехвалентных металлов.	7	15	0	2	0	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
16.	Тема 16. Тема: Катализ комплексами металлов. Катализ органических реакций ионами металлов. Кислот-но-основные реакции. Гидролиз, трансаминирование, альдольная конденсация, бромирование, карбоксилирование, декарбоксилирование.	7	16	0	2	0	Письменное домашнее задание
17.	Тема 17. Тема: Катализ металлами и их соединениями. Гомогенный катализ комплексами переходных металлов: гидроформилирование, гидроцианирование алкенов, полимеризация алкенов и алкинов. Гетерогенный катализ металлами и оксидами металлов. Химическая фиксация азота. Биологическая фиксация азота. Реакции катализа, моделирующие биологические системы.	7	17	0	2	0	Письменное домашнее задание
18.	Тема 18. Тема: Комплексы металлов в химиотерапии рака. Химиотерапия рака. Комплексы типа цис-платина в химиотерапии рака. Вторая генерация аналогов цисплатина. Механизм противоопухолевого действия цисплатина и аналогов. Комплексы золота как противоопухолевые агенты.	7	18	0	2	0	Контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Зачет

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
Итого				0	36	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Тема: Введение в предмет. Основы формальной кинетики. Основные типы реакций. Простые реакции первого порядка. Параллельные реакции первого порядка. Последовательные реакции первого порядка. Обратимые реакции первого порядка. Простые реакции второго порядка. Обратимые реакции второго порядка.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Основные типы реакций. Простые реакции первого порядка. Параллельные реакции первого порядка. Последовательные реакции первого порядка. Обратимые реакции первого порядка. Простые реакции второго порядка. Обратимые реакции второго порядка.

Тема 2. Тема: Основы формальной кинетики. Последовательность реакций смешанного (первого и второго) порядка. Обратимая реакция смешанного (первого и второго) порядка. Последовательность двух реакций первого порядка с обратимой первой стадией. Последовательность двух обратимых реакций первого порядка. Две параллельные обратимые реакции первого порядка с общим продуктом.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Последовательность реакций смешанного (первого и второго) порядка. Обратимая реакция смешанного (первого и второго) порядка. Последовательность двух реакций первого порядка с обратимой первой стадией. Последовательность двух обратимых реакций первого порядка. Две параллельные обратимые реакции первого порядка с общим продуктом. Последовательность двух реакций второго и первого порядка с обратимой первой стадией. Две параллельные реакции второго порядка с обратимой стадией.

Тема 3. Тема: Гомогенные каталитические реакции. Каталитическая реакция второго порядка. Каталитическая реакция первого порядка. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Ингибирование катализатора. Обратимое ингибирование. Необратимое ингибирование. Автокаталитическая реакция первого порядка. Автокаталитическая реакция второго порядка.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Каталитическая реакция второго порядка. Каталитическая реакция первого порядка. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Ингибирование катализатора. Обратимое ингибирование. Необратимое ингибирование. Автокаталитическая реакция первого порядка. Автокаталитическая реакция второго порядка.

Тема 4. Тема: Зависимость скорости реакции от температуры и давления. Уравнение Аррениуса. Теория активированного комплекса. Теория столкновений. Стерические эффекты и реакционная способность строго ориентированных молекул, реакции в молекулярных пучках. Физический смысл энергии и энтропии активации. Формы аррениусовских графиков. Зависимость скорости реакции от давления.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Уравнение Аррениуса. Теория активированного комплекса. Теория столкновений. Стерические эффекты и реакционная способность строго ориентированных молекул, реакции в молекулярных пучках. Физический смысл энергии и энтропии активации. Формы аррениусовских графиков. Зависимость скорости реакции от давления.

Тема 5. Тема: Механизмы реакций замещения. Классификация механизмов реакций замещения лигандов: классификации Ингольда-Хьюза, Басоло-Пирсона, Лэнгфорда-Грея, Захарова-Штырлина. Механизмы реакций замещения SE1 и SE2 для металлорганических соединений. Новые взгляды на механизмы реакций замещения в газовой фазе.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Классификация механизмов реакций замещения лигандов: классификации Ингольда-Хьюза, Басоло-Пирсона, Лэнгфорда-Грея, Захарова-Штырлина. Механизмы реакций замещения SE_1 и SE_2 для металлоорганических соединений. Новые взгляды на механизмы реакций замещения в газовой фазе. Экспериментальные критерии механизмов реакций замещения: кинетическое уравнение, объем активации, энтальпия и энтропия активации, сравнение констант скоростей, линейное соотношение свободных энергий, фиксация интермедиатов, прямое наблюдение активированных комплексов.

Тема 6. Тема: Зависимость скорости реакции от рас-творителя и заместителя. Влияние на скорость реакции диэлектрической проницаемости среды. Учет влияния эмпирических параметров раство-рителя: корреляции констант скорости реакций с донорными и акцепторными числами и другими шкалами. Эффект нуклеофильности раство-рителя. Влияние на скорость реакций ионной силы среды. Эффекты заместителя: электронные и сте-рические эффекты заместителя и их связь с меха-низмами реакций.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Влияние на скорость реакции диэлектрической проницаемости среды. Учет влияния эмпирических параметров растворителя: корреляции констант скорости реакций с до-норными и акцепторными числами и другими шкалами. Эффект нуклеофильности раство-рителя. Влияние на скорость реакций ионной силы среды. Эффекты заместителя: электронные и сте-рические эффекты заместителя и их связь с меха-низмами реакций.

Тема 7. Тема: Реакции ионных пар. Кинетические изотопные эффекты. Реакции ионных пар. Пер-вичные изотопные эффекты. Вторичные изотоп-ные эффекты. Влияние туннелирования на пер-вичные и вторичные изотопные эффекты.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Реакции ионных пар. Первичные изотопные эффекты. Вторичные изотопные эффекты. Влияние туннелирования на первичные и вторичные изотопные эффекты.

Тема 8. Тема: Реакции замещения в октаэдрических комплексах. Влияние эффектов кристаллическо-го поля на скорости и механизмы реакций заме-щения в октаэдрических комплексах. Реакции сольватного обмена, зависимость констант ско-рости реакций сольватного обмена от давления. Реакции атаки. Акватация, кислотный и основ-ный катализ в реакциях замещения.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Влияние эффектов кристаллического поля на скорости и механизмы реакций замещения в октаэдрических комплексах. Реакции сольватного обмена, зависимость констант скорости реакций сольватного обмена от давления. Реакции атаки. Акватация, кислотный и основной катализ в реакциях замещения.

Тема 9. Тема: Стереохимия замещения в октаэдриче-ских комплексах. Реакции геометрических и оп-тических изомеров. Изомеризация октаэдриче-ских комплексов. Структурная изомерия. Раце-мизация октаэдрических комплексов: межмоле-кулярный и внутримолекулярный механизмы, влияние электронного переноса, фоторацемиза-ция. Стереоспецифичность лигандов.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Реакции геометрических и оптических изомеров. Изомеризация октаэдрических комплексов. Структурная изомерия. Рацемизация октаэдрических комплексов: межмолекулярный и внутримолекулярный механизмы, влияние электронного переноса, фоторацемизация. Стереоспецифичность лигандов.

Тема 10. Тема: Реакции замещения лигандов в тетрако-ординационных комплексах. Кинетика и меха-низмы реакций замещение в плоскоквдратных комплексах. Цис- и транс-эффект. Особенности реакций замещения в комплексах меди(II). Изо-меризация плоскоквдратных комплексов: гео-метрическая изомеризация, конформационная изомеризация. Реакции замещения в тетраэдри-ческих комплексах.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Кинетика и механизмы реакций замещение в плоскоквадратных комплексах. Цис- и транс-эффект. Особенности реакций замещения в комплексах меди(II). Изомеризация плоскоквадратных комплексов: геометрическая изомеризация, конформационная изомеризация. Реакции замещения в тетраэдрических комплексах.

Тема 11. Тема: Окислительно-восстановительные реакции. Окислительное присоединение и восстановительное элиминирование. Реакции электронного переноса. Принцип Франка-Кондона. Внешнесферный электронный перенос: теория Маркуса, дальнедействующий электронный перенос в биологических системах. Внутрисферный электронный перенос. Реакции свободных радикалов.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Окислительное присоединение и восстановительное элиминирование. Реакции электронного переноса. Принцип Франка-Кондона. Внешнесферный электронный перенос: теория Маркуса, дальнедействующий электронный перенос в биологических системах. Внутрисферный электронный перенос. Реакции свободных радикалов.

Тема 12. Тема: Кинетика и механизмы реакций металлопорфиринов. Механизм внедрения металлов в порфирины. Металлопорфирины как переносчики кислорода. Реакции замещения на металлопорфинах, роль имидазольного фрагмента. Каталитическое действие металлопорфиринов. Металлопорфирины, металлофталоцианины и аналогичные соединения в фотодинамической терапии рака. Витамин В12: механизм активности.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Механизм внедрения металлов в порфирины. Металлопорфирины как переносчики кислорода. Реакции замещения на металлопорфинах, роль имидазольного фрагмента. Каталитическое действие металлопорфиринов. Металлопорфирины, металлофталоцианины и аналогичные соединения в фотодинамической терапии рака. Витамин В12: механизм активности.

Тема 13. Тема: Реакции металлоорганических соединений. Карбонилы металлов и их производные. Обмен монооксида углерода. Реакции замещения карбонил металлов. Реакции внедрения и миграции лигандов: оксореакции, вакер-процесс, гидратация ацетиленов, полимеризация олефинов, конденсация ацетиленов. Гомогенное каталитическое гидрирование.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Карбонилы металлов и их производные. Обмен монооксида углерода. Реакции замещения карбонил металлов. Реакции внедрения и миграции лигандов: оксореакции, вакер-процесс, гидратация ацетиленов, полимеризация олефинов, конденсация ацетиленов. Гомогенное каталитическое гидрирование

Тема 14. Тема: Реакции металлоорганических соединений: кинетика и механизмы реакций металлоценов. Природа связывания в металлоценах.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Природа связывания в металлоценах. Стабильность альфа-металлоценильных карбокатионов. Вторичный альфа-дейтериевый кинетический изотопный эффект и структура переходного состояния ферроценилметил-карбокатиона. Стабилизация карбениевого иона в реакциях ферроцена. Ферроцены как катализаторы. Взаимодействия металл-металл в сшитых металлоценах. Противоопухольевая активность металлоценов.

Тема 15. Тема: Фотохимия координационных соединений. Фотохимические реакции комплексов кобальта(III). Фотохимические реакции комплексов хрома(III). Фотохимические реакции комплексов других трехвалентных металлов.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Фотохимические реакции комплексов кобальта(III). Фотохимические реакции комплексов хрома(III). Фотохимические реакции комплексов других трехвалентных металлов. Фотохимия координационных соединений платины(IV). Фотоиндуцированные реакции карбонил металлов. Спин-запрещенные переходы. Фотоокисление

Тема 16. Тема: Катализ комплексами металлов. Катализ органических реакций ионами металлов. Кислот-но-основные реакции. Гидролиз, трансаминирование, альдольная конденсация, бромирование, карбоксилирование, декарбоксилирование.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Катализ органических реакций ионами металлов. Кислотно-основные реакции. Гидролиз, трансаминирование, альдольная конденсация, бромирование, карбоксилирование, декарбоксилирование. Окислительно-восстановительные реакции: аутоокисление органических веществ, радикальные реакции с ионами металлов, синтетические переносчики кислорода.

Тема 17. Тема: Катализ металлами и их соединениями. Гомогенный катализ комплексами переходных металлов: гидроформилирование, гидроцианирование алкенов, полимеризация алкенов и алкинов. Гетерогенный катализ металлами и оксидами металлов. Химическая фиксация азота. Биологическая фиксация азота. Реакции катализа, моделирующие биологические системы.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Гомогенный катализ комплексами переходных металлов: гидроформилирование, гидроцианирование алкенов, полимеризация алкенов и алкинов. Гетерогенный катализ металлами и оксидами металлов. Химическая фиксация азота. Биологическая фиксация азота. Реакции катализа, моделирующие биологические системы.

Тема 18. Тема: Комплексы металлов в химиотерапии рака. Химиотерапия рака. Комплексы типа цис-платина в химиотерапии рака. Вторая генерация аналогов цисплатина. Механизм противоопухолевого действия цисплатина и аналогов. Комплексы золота как противоопухолевые агенты.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Химиотерапия рака. Комплексы типа цисплатина в химиотерапии рака. Вторая генерация аналогов цисплатина. Механизм противоопухолевого действия цисплатина и аналогов. Комплексы золота как противоопухолевые агенты. Противоопухолевая активность органогерманиевых комплексов. Противораковое действие комплексов других металлов. Композиции аминокислот с микроэлементами в химиотерапии рака. Контрольная работа.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Тема: Введение в предмет. Основы формальной кинетики. Основные типы реакций. Простые реакции первого порядка. Параллельные реакции первого порядка. Последовательные реакции первого порядка. Обратимые реакции первого порядка. Простые реакции второго порядка. Обратимые реакции второго порядка.	7	1	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	<p>Тема 2. Тема: Основы формальной кинетики. Последовательность реакций смешанного (первого и второго) порядка. Обратимая реакция смешанного (первого и второго) порядка.</p> <p>Последовательность двух реакций первого порядка с обратимой первой стадией.</p> <p>Последовательность двух обратимых реакций первого порядка. Две параллельные обратимые реакции первого порядка с общим продуктом.</p>	7	2	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
3.	<p>Тема 3. Тема: Гомогенные каталитические реакции. Каталитическая реакция второго порядка. Каталитическая реакция первого порядка. Уравнение Михаэлиса-Ментен.</p> <p>Ингибирование катализатора. Обратимое ингибирование. Необратимое ингибирование. Автокаталитическая реакция первого порядка. Автокаталитическая реакция второго порядка.</p>	7	3	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Тема: Зависимость скорости реакции от тем-пературы и давления. Уравнение Аррениуса. Теория активированного комплекса. Теория столкновений. Стерические эффекты и реакцион-ная способность строго ориентированных моле-кул, реакции в молекулярных пучках. Физиче-ский смысл энергии и энтропии активации. Фор-мы аррениусовских графиков. Зависимость ско-рости реакции от давления.	7	4	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
5.	Тема 5. Тема: Механизмы реакций замещения. Клас-сификация механизмов реакций замещения ли-гандов: классификации Ингольда-Хьюза, Басоло-Пирсона, Лэнгфорда-Грея, Захарова-Штырлина. Механизмы реакций замещения SE1 и SE2 для ме-таллоорганических соединений. Новые взгляды на механизмы реакций замещения в газовой фазе.	7	5	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	<p>Тема 6. Тема: Зависимость скорости реакции от рас-творителя и заместителя. Влияние на скорость реакции диэлектрической проницаемости среды. Учет влияния эмпирических параметров раство-рителя: корреляции констант скорости реакций с донорными и акцепторными числами и другими шкалами. Эффект нуклеофильности раствори-теля. Влияние на скорость реакций ионной силы среды. Эффекты заместителя: электронные и сте-рические эффекты заместителя и их связь с меха-низмами реакций.</p>	7	6	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
7.	<p>Тема 7. Тема: Реакции ионных пар. Кинетические изотопные эффекты. Реакции ионных пар. Пер-вичные изотопные эффекты. Вторичные изотоп-ные эффекты. Влияние туннелирования на пер-вичные и вторичные изотопные эффекты.</p>	7	7	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Тема: Реакции замещения в октаэдрических комплексах. Влияние эффектов кристаллическо-го поля на скорости и механизмы реакций замещения в октаэдрических комплексах. Реакции сольватного обмена, зависимость констант скорости реакций сольватного обмена от давления. Реакции анации. Акватация, кислотный и основ-ный катализ в реакциях замещения.	7	8	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
9.	Тема 9. Тема: Стереохимия замещения в октаэдриче-ских комплексах. Реакции геометрических и оп-тических изомеров. Изомеризация октаэдриче-ских комплексов. Структурная изомерия. Раце-мизация октаэдрических комплексов: межмоле-кулярный и внутримолекулярный механизмы, влияние электронного переноса, фоторацемиза-ция. Стереоспецифичность лигандов.	7	9	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
10.	<p>Тема 10. Тема: Реакции замещения лигандов в тетрако-ординационных комплексах. Кинетика и меха-низмы реакций замещение в плоскоквадратных комплексах. Цис- и транс-эффект. Особенности реакций замещения в комплексах меди(II). Изо-меризация плоскоквадратных комплексов: гео-метрическая изомеризация, конформационная изомеризация. Реакции замещения в тетраэдри-ческих комплексах.</p>	7	10	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
11.	<p>Тема 11. Тема: Окислительно-восстановительные ре-акции. Окислительное присоединение и восста-новительное элиминирование. Реакции элек-тронного переноса. Принцип Франка-Кондона. Внешнесферный электронный перенос: теория Маркуса, дальнодействующий электронный пе-ренос в биологических системах. Внутрисфер-ный электронный перенос. Реакции свободных радикалов.</p>	7	11	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
12.	<p>Тема 12. Тема: Кинетика и механизмы реакций метал-лопорфиринов. Механизм внедрения металлов в порфирины. Металлопорфирины как переносчи-ки кислорода. Реакции замещения на металло-порфиринах, роль имидазольного фрагмента. Ка-талитическое действие металлопорфиринов. Ме-таллопорфирины, металлофталоцианины и анало-гичные соединения в фотодинамической терапии рака. Витамин В12: механизм активности.</p>	7	12	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
13.	<p>Тема 13. Тема: Реакции металлорганических соедине-ний. Карбонилы металлов и их производные. Обмен монооксида углерода. Реакции замещения карбониллов металлов. Реакции внедрения и ми-грации лигандов: оксореакции, вакер-процесс, гидратация ацетиленов, полимеризация олефи-нов, конденсация ацетиленов. Гомогенное ката-литическое гидрирование.</p>	7	13	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
14.	Тема 14. Тема: Реакции металлорганических соединений: кинетика и механизмы реакций металлоценов. Природа связывания в металлоценах.	7	14	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
15.	Тема 15. Тема: Фотохимия координационных соединений. Фотохимические реакции комплексов ко-бальта(III). Фотохимические реакции комплексов хрома(III). Фотохимические реакции комплексов других трехвалентных металлов.	7	15	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
16.	Тема 16. Тема: Катализ комплексами металлов. Катализ органических реакций ионами металлов. Кислот-но-основные реакции. Гидролиз, трансаминирование, альдольная конденсация, бромирование, карбоксилирование, декарбоксилирование.	7	16	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
17.	Тема 17. Тема: Катализ металлами и их соединениями. Гомогенный катализ комплексами переходных металлов: гидроформилирование, гидроцианирование алкенов, полимеризация алкенов и алкинов. Гетерогенный катализ металлами и оксидами металлов. Химическая фиксация азота. Биологическая фиксация азота. Реакции катализа, моделирующие биологические системы.	7	17	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
18.	Тема 18. Тема: Комплексы металлов в химиотерапии рака. Химиотерапия рака. Комплексы типа цис-платина в химиотерапии рака. Вторая генерация аналогов цисплатина. Механизм противоопухолевого действия цисплатина и аналогов. Комплексы золота как противоопухолевые агенты.	7	18	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Каждая лекция сопровождается демонстрацией иллюстративных материалов с использованием проекционной техники и обязательными записями на доске. Часть курса проводится в режиме диалога учитель-ученик. После завершения каждой лекции студенты получают домашние задания и все иллюстрации прошедшей лекции в электронной форме, а также наиболее важные материалы курса в печатном виде. Студентам предоставляется возможность консультироваться с лектором в назначенное внеаудиторное время. За недостатком аудиторного времени разбор контрольных работ проводится во внеаудиторное время. Наиболее заинтересованные студенты получают дополнительные задания, включающие решение задач, написание рефератов и эссе, которые представляются и заслушиваются на заключительном занятии курса во внеаудиторное время.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Тема: Введение в предмет. Основы формальной кинетики. Основные типы реакций. Простые реакции первого порядка. Параллельные реакции первого порядка. Последовательные реакции первого порядка. Обратимые реакции первого порядка. Простые реакции второго порядка. Обратимые реакции второго порядка.

домашнее задание , примерные вопросы:

Кинетическое уравнение для простой реакции первого порядка.

Тема 2. Тема: Основы формальной кинетики. Последовательность реакций смешанного (первого и второго) порядка. Обратимая реакция смешанного (первого и второго) порядка. Последовательность двух реакций первого порядка с обратимой первой стадией. Последовательность двух обратимых реакций первого порядка. Две параллельные обратимые реакции первого порядка с общим продуктом.

домашнее задание , примерные вопросы:

Кинетическое уравнение для параллельных реакций первого порядка.

Тема 3. Тема: Гомогенные каталитические реакции. Каталитическая реакция второго порядка. Каталитическая реакция первого порядка. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Ингибирование катализатора. Обратимое ингибирование. Необратимое ингибирование. Автокаталитическая реакция первого порядка. Автокаталитическая реакция второго порядка.

домашнее задание , примерные вопросы:

Кинетическое уравнение для последовательных реакций первого порядка. Уравнение Михаэлиса-Ментен для каталитической реакции.

Тема 4. Тема: Зависимость скорости реакции от температуры и давления. Уравнение Аррениуса. Теория активированного комплекса. Теория столкновений. Стерические эффекты и реакционная способность строго ориентированных молекул, реакции в молекулярных пучках. Физический смысл энергии и энтропии активации. Формы аррениусовских графиков. Зависимость скорости реакции от давления.

домашнее задание , примерные вопросы:

Теория активных соударений. Уравнение Аррениуса. Физический смысл энергии и энтропии активации.

Тема 5. Тема: Механизмы реакций замещения. Классификация механизмов реакций замещения лигандов: классификации Ингольда-Хьюза, Басоло-Пирсона, Лэнгфорда-Грея, Захарова-Штырлина. Механизмы реакций замещения SE1 и SE2 для металлорганических соединений. Новые взгляды на механизмы реакций замещения в газовой фазе.

домашнее задание , примерные вопросы:

Кинетическое уравнение для обратимых реакций первого порядка. Приведите Классификацию механизмов реакций замещения лигандов по Ингольду-Хьюзу, Басоло-Пирсону и Лэнгфорду-Грея. Механизмы реакций замещения SE1 и SE2 для металлорганических соединений.

Тема 6. Тема: Зависимость скорости реакции от растворителя и заместителя. Влияние на скорость реакции диэлектрической проницаемости среды. Учет влияния эмпирических параметров растворителя: корреляции констант скорости реакций с донорными и акцепторными числами и другими шкалами. Эффект нуклеофильности растворителя. Влияние на скорость реакций ионной силы среды. Эффекты заместителя: электронные и стерические эффекты заместителя и их связь с механизмами реакций.

домашнее задание , примерные вопросы:

Влияние на скорость реакции диэлектрической проницаемости среды. Учет влияния эмпирических параметров раство-рителя: корреляции констант скорости реакций с донорными и акцепторными числами и другими шкалами. Эффект нуклеофильности раство-рителья. Влияние на скорость реакций ионной силы среды. Электронные и стерические эффекты заместителей и связь их с механизмами реакций?

Тема 7. Тема: Реакции ионных пар. Кинетические изотопные эффекты. Реакции ионных пар. Пер-вичные изотопные эффекты. Вторичные изотоп-ные эффекты. Влияние туннелирования на пер-вичные и вторичные изотопные эффекты.

домашнее задание , примерные вопросы:

Первичные изотопные эффекты и влияние на них туннелирование. Вторичные изотопные эффекты

Тема 8. Тема: Реакции замещения в октаэдрических комплексах. Влияние эффектов кристаллическо-го поля на скорости и механизмы реакций заме-щения в октаэдрических комплексах. Реакции сольватного обмена, зависимость констант ско-рости реакций сольватного обмена от давления. Реакции атаки. Акватация, кислотный и основ-ный катализ в реакциях замещения.

домашнее задание , примерные вопросы:

Реакции замещения в октаэдрических комплексах. Влияние эффектов кристаллическо-го поля на скорости и механизмы реакций заме-щения в октаэдрических комплексах.

Тема 9. Тема: Стереохимия замещения в октаэдриче-ских комплексах. Реакции геометрических и оп-тических изомеров. Изомеризация октаэдриче-ских комплексов. Структурная изомерия. Раце-мизация октаэдрических комплексов: межмоле-кулярный и внутримолекулярный механизмы, влияние электронного переноса, фоторацемиза-ция. Стереоспецифичность лигандов.

домашнее задание , примерные вопросы:

Стереохимия замещения в октаэдрических комплексах. Реакции геометрических и оптических изомеров. Изомеризация октаэдрических комплексов. Структурная изомерия.

Тема 10. Тема: Реакции замещения лигандов в тетрако-ординационных комплексах. Кинетика и меха-низмы реакций замещение в плоскоквдратных комплексах. Цис- и транс-эффект. Особенности реакций замещения в комплексах меди(II). Изо-меризация плоскоквдратных комплексов: гео-метрическая изомеризация, конформационная изомеризация. Реакции замещения в тетраэдри-ческих комплексах.

домашнее задание , примерные вопросы:

Реакции замещения лигандов в тетрако-ординационных комплексах. Кинетика и меха-низмы реакций замещение в плоскоквдратных комплексах. Цис- и транс-эффект.

Тема 11. Тема: Окислительно-восстановительные ре-акции. Окислительное присоединение и восста-новительное элиминирование. Реакции элек-тронного переноса. Принцип Франка-Кондона. Внешнесферный электронный перенос: теория Маркуса, дальнедействующий элек-тронный пе-ренос в биологических системах. Внутрисфер-ный электронный перенос. Реакции свободных радикалов.

домашнее задание , примерные вопросы:

Окислительно-восстановительные реакции. Окислительное присоединение и восстановительное элиминирование. Реакции электронного переноса. Принцип Франка-Кондона.

Тема 12. Тема: Кинетика и механизмы реакций метал-лопорфиринов. Механизм внедрения металлов в порфирины. Металлопорфирины как переносчи-ки кислорода. Реакции замещения на металло-порфиринах, роль имидазольного фрагмента. Ка-талитическое действие металлопорфиринов. Ме-таллопорфирины, металлофталоцианины и анало-гичные соединения в фотодинамической терапии рака. Витамин В12: механизм активности.

домашнее задание , примерные вопросы:

Кинетика и механизмы реакций метал-лопорфиринов. Механизм внедрения металлов в порфирины. Металлопорфирины как переносчи-ки кислорода.

Тема 13. Тема: Реакции металлорганических соединений. Карбонилы металлов и их производные. Обмен монооксида углерода. Реакции замещения карбонилы металлов. Реакции внедрения и ми-грации лигандов: оксореакции, вакер-процесс, гидратация ацетиленов, полимеризация олефинов, конденсация ацетиленов. Гомогенное ката-литическое гидрирование.

домашнее задание , примерные вопросы:

Реакции металлорганических соединений. Карбонилы металлов и их производные. Обмен монооксида углерода. Реакции замещения карбонилы металлов.

Тема 14. Тема: Реакции металлорганических соединений: кинетика и механизмы реакций металлоценов. Природа связывания в металлоценах.

домашнее задание , примерные вопросы:

Реакции металлорганических соединений: кинетика и механизмы реакций металлоценов.

Тема 15. Тема: Фотохимия координационных соединений. Фотохимические реакции комплексов ко-бальта(III). Фотохимические реакции комплексов хрома(III).

Фотохимические реакции комплексов других трехвалентных металлов.

домашнее задание , примерные вопросы:

Фотохимия координационных соединений. Фотохимические реакции комплексов кобальта(III). Фотохимические реакции комплексов хрома(III).

Тема 16. Тема: Катализ комплексами металлов. Катализ органических реакций ионами металлов. Кислот-но-основные реакции. Гидролиз, трансаминиро-вание, альдольная конденсация, бромирование, карбоксилирование, декарбоксилирование.

домашнее задание , примерные вопросы:

Катализ комплексами металлов. Катализ органических реакций ионами металлов. Кислот-но-основные реакции.

Тема 17. Тема: Катализ металлами и их соединениями. Гомогенный катализ комплексами переходных металлов: гидроформилирование, гидроцианиро-вание алкенов, полимеризация алкенов и алкинов. Гетерогенный катализ металлами и оксидами металлов. Химическая фиксация азота. Биологическая фиксация азота. Реакции катализа, моделирующие биологические системы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Катализ металлами и их соединениями. Гомогенный катализ комплексами переходных металлов: гидроформилирование, гидроцианиро-вание алкенов, полимеризация алкенов и алкинов.

Тема 18. Тема: Комплексы металлов в химиотерапии рака. Химиотерапия рака. Комплексы типа цис-платина в химиотерапии рака. Вторая генерация аналогов цисплатина. Механизм противоопухо-левого действия цисплатина и аналогов. Ком-плексы золота как противоопухолевые агенты.

контрольная работа , примерные вопросы:

Комплексы металлов в химиотерапии рака. Химиотерапия рака. Комплексы типа цис-платина в химиотерапии рака. Контрольная работа.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Билет 1

1. Выведите кинетическое уравнение для простой реакции первого порядка.
2. Получите уравнение Михаэлиса-Ментен для каталитической реакции.

Билет 2

1. Выведите кинетическое уравнение для параллельных реакций первого порядка.
2. Поясните физический смысл энергии и энтропии активации.

Билет 3

1. Выведите кинетическое уравнение для последовательных реакций первого поряд-ка.

2. Приведите типы зависимостей скорости реакции от давления и поясните понятие объема активации.

Билет 4

1. Выведите кинетическое уравнение для обратимых реакций первого порядка.
2. Приведите классификацию механизмов реакций замещения лигандов по Ингольду-Хьюзу, Басоло-Пирсону и Лэнгфорду-Грея.

Билет 5

1. Выведите кинетическое уравнение для простых реакций второго порядка.
2. В чем особенность классификации механизмов реакций замещения лигандов Заха-рова-Штырлина по сравнению с другими классификациями.

Билет 6

1. Приведите кинетическое уравнение для обратимых реакций второго порядка.
2. Приведите механизмы реакций замещения SE1 и SE2 для металлорганических соединений.

Билет 7

1. Приведите кинетическое уравнение для последовательности реакций смешанного (первого и второго) порядка.
2. Приведите примеры использования линейного соотношения свободных энергий в кинетике реакций координационных соединений.

Билет 8

1. Приведите кинетические уравнения для обратимых реакций смешанного (первого и второго) порядка.
2. Как проводится прямое наблюдение активированных комплексов?

Билет 9

1. Приведите кинетическое уравнение для последовательности двух реакций первого порядка с обратимой первой стадией.
2. Как влияет на скорость реакций ионная сила среды.

Билет 10

1. Приведите кинетическое уравнение для последовательности двух обратимых реакций первого порядка.
2. Как связаны электронные и стерические эффекты заместителей с механизмами реакций?

Билет 11

1. Приведите кинетическое уравнение для двух параллельных обратимых реакций первого порядка с общим продуктом.
2. Что такое первичные изотопные эффекты и как влияет на них туннелирование?

Билет 12

1. Приведите кинетическое уравнение для последовательности двух реакций второго и первого порядка с обратимой первой стадией.
2. Что такое вторичные изотопные эффекты?

7.1. Основная литература:

1. Байрамов, В.М. Химическая кинетика и катализ : примеры и задачи с решениями : учеб. пособие для студентов хим. фак. ун-тов, обучающихся по спец. 011000 'Химия' и направлению 510500 'Химия' / В. М. Байрамов .? М. : Академия, 2003 .? 316 с.
2. Байрамов В.М. Основы химической кинетики и катализа: Учебное пособие для вузов (под ред. В.В. Лунина). - М.: ИЦ Академия, 2003. - 256 с.

3. Тоуб М. Механизмы неорганических реакций [Электронный ресурс] : монография / Тоуб М., Берджесс Дж. ? Электрон. дан. ? М. : 'Лаборатория знаний' (ранее 'БИНОМ. Лаборатория знаний'), 2012. ? 687 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8697

7.2. Дополнительная литература:

1. Эвери Г. Основы кинетики и механизмы химических реакций. - М.: Мир, 1978. - 214 с.
2. Корниш-Боуден Э. Основы ферментативной кинетики. - М.: Мир, 1979. - 280 с.
3. Эйринг Г. Основы химической кинетики / Г. Эйринг, С.Г. Лин, С.М. Лин. - М.: Мир, 1983. - 528 с.
4. Химическая и биологическая кинетика / Под ред. Н.М. Эмануэля, И.В. Березина, С.Д. Варфоломеева. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. - 296 с.
5. Эмануэль Н.М. Курс химической кинетики / Н.М. Эмануэль, Д.Г. Кнорре. - М.: Высшая школа, 1984. - 463 с.
6. Лэнгфорд К. Процессы замещения лигандов / К. Лэнгфорд, Г. Грей. - М.: Мир, 1969. - 159 с.
7. Басоло Ф. Механизмы неорганических реакций / Ф. Басоло, Р. Пирсон. - М.: Мир, 1971. - 592 с.
8. Тоуб М. Механизмы неорганических реакций. - М.: Мир, 1975. - 275 с.
9. Шмид Р. Неформальная кинетика / Р. Шмид, В.Н. Сапунов. - М.: Мир, 1985. - 364 с.
10. Захаров А.В. Быстрые реакции обмена лигандов / А.В. Захаров, В.Г. Штырлин. - Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1985. - 128 с.
11. Asperger S. Chemical kinetics and inorganic reaction mechanisms. Second Ed. - New York: Kluwer, Plenum Publ., 2003. - 361 p.

7.3. Интернет-ресурсы:

Chemnet Россия ? химические наука и образование в России: портал фундаментального хим. образования - <http://www.chem.msu.ru/rus>

Буданов В.В., Ломова Т.Н. Химическая кинетика: учебное пособие. ? Санкт-Петербург: Лань, 2014. ? 288 с. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=42196

Образовательный портал по химии - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2123.html>

Образовательный портал по химии - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2123.html>

Сайт Химик.ru - <http://www.chemiemaniamania.ru/chemie-99.html>

Электронная библиотека - <http://www.knigafung.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Основы кинетики и механизмов неорганических реакций" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Дисциплина обеспечена компьютерами, проекционной техникой, сканером, принтере-ром, печатными изданиями и электронными копиями основных учебников, а также базами данных и Интернет-ресурсами.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 020201.65 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации Неорганическая химия .

Автор(ы):

Штырлин В.Г. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Улахович Н.А. _____

"__" _____ 201__ г.