

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 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.	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 олефинов, 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 ме-таллоорганических 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 плоскоквдратных комплексах. Цис- и транс-эффект. Особенности реакций замещения в комплексах меди(II). Изомеризация плоскоквдратных комплексов: геометрическая изомеризация, конформационная изомеризация. Реакции замещения в тетраэдрических комплексах.

**Тема 11. Тема: Окислительно-восстановительные реакции. Окислительное присоединение и восстановление 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 восстановление 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 метал-порфиринов. Механизм внедрения металлов в порфирины. Металлопорфирины как переносчики кислорода. Реакции замещения на металло-порфиринах, 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 металлопорфиринах, 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. Фероцены как катализаторы. Взаимодействия металл-металл в сшитых металлоценах. Противоопухолевая 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.	<p>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.</p>	7	4	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
5.	<p>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.</p>	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.	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.	7	10	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
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	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-рителя. 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. Первичные изотопные эффекты. Вторичные изотопные эффекты. Влияние туннелирования на первичные 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 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.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Реакции замещения лигандов в тетрако-ординационных комплексах. Кинетика и меха-низмы реакций замещение в плоскоквадратных 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 электронный 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](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>

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, принте-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.