

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. Минзарипов Р.Г.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Механизмы органических реакций СЗ.В.1

Специальность: 020201.65 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Органическая химия

Квалификация выпускника:

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Антипин И.С.

Рецензент(ы):

Коновалов А.И.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Антипин И. С.

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
2014

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) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Антипин И.С. Кафедра органической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова, Igor.Antipin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Механизмы органических реакций" является получение студентами современных представлений о механизмах реакций, методах их исследования, а также формирование умения делать собственные заключения о механизме изучаемой реакции, уверенно ориентироваться в потоке информации, касающейся динамики химических процессов.

Основой дисциплины "Механизмы органических реакций", состоящей из двух взаимосвязанных частей, является теория переходного состояния, базирующаяся на принципах и постулатах химической кинетики и термодинамики. Первая часть курса направлена на изучение основных подходов и методов установления механизмов органических реакций, включая современные физические методы, но без рассмотрения их теоретических основ, которые излагаются в курсе "Физические методы исследования".

Во второй части курса рассматриваются наиболее важные механизмы органических реакций, природа интермедиатов (карбокатионов, карбанионов, радикалов, карбенов, нитренов), которые образуются в ходе химического взаимодействия, а также важная информация о природе растворителей, влиянии растворителей на скорости и механизмы реакций.

Усвоение теоретических знаний требует посещения лекций и самостоятельной работы с учебником. Отдельные темы теоретического курса прорабатываются студентами самостоятельно в соответствии с планом самостоятельной работы. По программе лекционного курса проводятся занятия, на которых решаются задачи по механизмам реакций. Большинство задач дается студентам для самостоятельного решения. Для проверки правильности решения приводятся ссылки на оригинальные работы.

Полученные знания необходимы студентам при подготовке, выполнении и защите курсовой и выпускной квалификационной работы, при решении научно-исследовательских и производственно-технологических задач в будущей профессиональной деятельности.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "С3.В.1 Профессиональный" основной образовательной программы 020201.65 Фундаментальная и прикладная химия и относится к вариативной части. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина "Механизмы органических реакций" входит в раздел Б.3 ООП и изучается студентами 4 курса Химического института им. А.М.Бутлерова Казанского (Приволжского) федерального университета в течение одного семестра (всего 19 недель, 108 часов) и включает лекционный курс (42 часа) и самостоятельную работу (30 часов).

Изучение дисциплины "Механизмы органических реакций" базируется на знании общего курса неорганической, органической и физической химии.

Дисциплина рассматривается в тесной взаимосвязи с такими курсами как "Электронная и пространственная структура органических соединений", "Химия гетероциклических соединений", "Методы элементоорганической химии в органическом синтезе".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-6 (профессиональные компетенции)	владеет навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов
ПК-7 (профессиональные компетенции)	имеет опыт работы на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях
ПК-8. (профессиональные компетенции)	владеет методами регистрации и обработки результатов химически экспериментов

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

современные подходы и методы исследования механизмов органических реакций; механизмы важнейших органических реакций;

2. должен уметь:

ориентироваться в потоке информации, касающейся динамики химических процессов; интерпретировать экспериментальные данные и делать суждения о механизме реакции, природе переходного комплекса, интермедиатов и т.д.;

3. должен владеть:

общими подходами по качественному и количественному описанию и предсказанию реакционной способности органических соединений.

применять теоретические знания для выполнения курсовых и дипломных работ

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 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. Вводная лекция: цели и задачи дисциплины/	8	1	2	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Классификация механизмов и типов реакций	8	2	2	0	0	
3.	Тема 3. Методы установления механизмов реакции.	8	3	2	0	0	
4.	Тема 4. Кинетический изотопный эффект.	8	4	2	0	0	
5.	Тема 5. Влияние структуры реагентов на реакционную способность.	8	5-6	4	0	0	
6.	Тема 6. Сольватация и влияние среды на реакционную способность.	8	7-8	4	0	0	
7.	Тема 7. Основные типы промежуточных частиц.	8	9	2	0	0	
8.	Тема 8. Катализ.	8	10	2	0	0	коллоквиум
9.	Тема 9. Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду.	8	11-12	4	0	0	
10.	Тема 10. Реакции элиминирования.	8	13	2	0	0	
11.	Тема 11. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду. Электрофильное замещение в ароматических системах.	8	14-15	3	0	0	
12.	Тема 12. Контрольная работа. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду. Электрофильное замещение в ароматических системах.	8	16	2	0	0	контрольная работа
13.	Тема 13. Электрофильное присоединение по кратным связям.	8	16-17	3	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
14.	Тема 14. Нуклеофильное присоединение к C=O кратной связи.	8	18	2	0	0	
15.	Тема 15. Механизм реакции этерификации.	8	19	2	0	0	
16.	Тема 16. Реакции свободно-радикального замещения.	8	20	2	0	0	
17.	Тема 17. Синхронные процессы.	8	21	2	0	0	коллоквиум
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	экзамен
	Итого			42	0	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Вводная лекция: цели и задачи дисциплины/ лекционное занятие (2 часа(ов)):

Ознакомление с современными представлениями о механизмах органических реакции и методами их детального изучения.

Тема 2. Классификация механизмов и типов реакций лекционное занятие (2 часа(ов)):

Типы механизмов: гетеролитические, гомолитические и перициклические реакции. Поверхность потенциальной энергии реакции, координата реакции и изменение энергии системы вдоль нее. Энергетический профиль одно- и многостадийных реакций. Переходное состояние, интермедиат, промежуточные комплексы. Классификация органических реакций: по типу разрыва и образования связей, по типу механизма

Тема 3. Методы установления механизмов реакции. лекционное занятие (2 часа(ов)):

Основные постулаты, используемые для изучения механизмов реакций. Принцип структурного соответствия переходного состояния и интермедиата- постулат Хэммонда. Микроскопическая обратимость. Принципы Белла-Эванса-Поляни и Кертиса - Гаммета. Постулат Лефлера. Определение скорости реакции и её кинетических параметров, кинетический изотопный эффект, изотопная метка, обнаружение интермедиатов, установление стерео- и регионарности реакций. Эффекты заместителей и растворителей. Термодинамический, кинетический, диффузионный контроль реакции.

Тема 4. Кинетический изотопный эффект. лекционное занятие (2 часа(ов)):

Кинетический изотопный эффект: первичный, вторичный. Связь между лимитирующей стадией и обнаружением изотопного эффекта. Факторы, влияющие на величину кинетического изотопного эффекта. Зависимость величины кинетического изотопного эффекта от положения переходного состояния на координате реакции.

Тема 5. Влияние структуры реагентов на реакционную способность. лекционное занятие (4 часа(ов)):

Основные электронные эффекты: индуктивный, эффект поля, сопряжение, сверхсопряжение. Стерические взаимодействия. Количественная оценка эффектов заместителей и прогнозирование реакционной способности: принцип линейности свободных энергий (Гаммет). Корреляционные уравнения. Множественность сигма-констант заместителей. Выделение вкладов различных эффектов, многопараметровые корреляционные уравнения.

Тема 6. Сольватация и влияние среды на реакционную способность.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Общая характеристика природы межмолекулярных взаимодействий в растворах: специфические (водородная связь, донорно-акцепторное взаимодействие) и неспецифические (дисперсионные, индукционные, ориентационные). Определение процесса сольватации по Крестову. Составляющие процесса сольватации: образование полости, межмолекулярное взаимодействие, реорганизация. Методы оценки энергии образования полости. Первая качественная модель влияния растворителя на скорость реакций нуклеофильного замещения (Ингольд, Хьюз). Количественный учет эффектов среды: теоретический, корреляционный и термодинамический. Континуальная модель сольватации. Уравнения Борна, Кирквуда и др. для описания энергии сольватации ионов и диполей. Корреляционный подход: теоретические и эмпирические параметры сольватирующей способности растворителей. Шкалы полярности растворителей: Косовер, Димрот, Тафт, Камлет. Характеристика донорно-акцепторной способности среды. Многопараметровые корреляционные уравнения. Подход Арнетта к определению относительных энергий переходного состояния.

Тема 7. Основные типы промежуточных частиц.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Основные типы промежуточных частиц. Катионы, анионы, радикалы, карбены, катион- и анион-радикалы, неустойчивые ненасыщенные частицы. Строение, получение и влияние структуры на их устойчивость. Методы обнаружения промежуточных частиц: применение современных физико-химических методов (ЯМР, ЭПР, ИК, УФ спектроскопия), стереохимические методы, распределение изотопной метки, перекрестные эксперименты, метод ловушек.

Тема 8. Катализ.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Общие представления о кислотно-основных равновесиях. Кислоты Бренстеда и Льюиса. Принцип ЖМКО. Катализ: общий и специфический, основной и кислотный.

Тема 9. Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду. Механизмы SN1 и SN2. Влияние одноименного иона на кинетику SN1 реакций. Стереохимический результат этих реакций. Зависимость соотношения этих механизмов от структуры субстрата, природы нуклеофила и сольватирующей способности растворителя. Влияние электронных и стерических факторов на скорость SN1 и SN2 реакций. Понятия об основности и нуклеофильности. Влияние среды на скорость и реакции нуклеофильного замещения в газовой фазе. Реакционная способность амбидентных нуклеофилов. Правило Корнблюма. Влияние растворителя на направление реакции. Анхимерное содействие. Перегруппировки в ходе реакций нуклеофильного замещения. Ионно-парный механизм реакции. Процессы ионизации и диссоциации. Типы ионных пар: контактные, сольватно-разделенные.

Тема 10. Реакции элиминирования.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Механизмы гетеролитического элиминирования: E1, E2 и E1cb (предравновесный и неравновесный). Природа переходных состояний, влияние электронных и стерических факторов в субстрате, уходящей группе и основании на предпочтительность того или иного механизма. Стереохимия E2 отщепления (анти-элиминирование) и причины ее обуславливающие. Случаи син- элиминирования.

Тема 11. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду. Электрофильное замещение в ароматических системах.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду. Анализ возможных механизмов: SN1, SN2, Ad-E и E-Ad, и методы их доказательства. Влияние структуры субстрата на механизм реакции нуклеофильного замещения. Комплексы Мезенгеймера. Реакции в неактивированных ароматических системах. Дегидробензол. Механизм реакции присоединения-замещения: образование пи- и сигма-комплексов. Субстратная и позиционная селективность. Влияние электронных и стерических эффектов заместителей на активность и на направление атаки электрофила.

Тема 12. Контрольная работа. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду. Электрофильное замещение в ароматических системах.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Вопросы к контрольной работе: 1.Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду. 2.Механизмы SN1, SN2, Ad-E и E-Ad. 3.Влияние структуры субстрата на механизм реакции нуклеофильного замещения. 4. Комплексы Мезенгеймера. 5.Реакции в неактивированных ароматических системах. Механизм реакции присоединения-замещения: образование пи- и сигма-комплексов. Субстратная и позиционная селективность. Влияние электронных и стерических эффектов заместителей на активность и на направление атаки электрофила.

Тема 13. Электрофильное присоединение по кратным связям.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Кинетика и механизм реакции присоединения галогеноводородов и галогенов. Классический и ониевый карбокатионы. Стереохимия присоединения. Влияние заместителей на скорость реакции и природу переходного состояния. Региоселективность реакции (правило Марковникова) и причины ее нарушения. Конкуренция между реакциями отщепления и нуклеофильного замещения.

Тема 14. Нуклеофильное присоединение к C=O кратной связи.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Механизм присоединения заряженных и незаряженных нуклеофилов, криптооснований (металлорганических соединений). Кислотный и основной катализ присоединения. Влияние электронных эффектов заместителей на скорость реакции.

Тема 15. Механизм реакции этерификации.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Кислотный и основной катализ. Возможные механизмы кислотного (AAc1, AAc2, AAlk1, AAlk2) и щелочного (BAc1, BAc2, BAlk1, BAlk2) гидролиза сложных эфиров. Наиболее часто встречающиеся механизмы AAc2 и BAc2. Способы их доказательства. Влияние структурных факторов на механизм реакции гидролиза.

Тема 16. Реакции свободно-радикального замещения.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Реакции свободно-радикального замещения. Свободные радикалы. Строение, стабильность. Зависимость строения и стабильности от природы заместителей. Источники свободных радикалов и методы генерирования радикалов: термолиз, фотолиз соединений с перекисной цепочкой, азосоединений, синтез из других радикалов. Методы улавливания (радикальные ловушки) и фиксирования радикалов. Механизмы ER-AdR и AdR-ER.

Тема 17. Синхронные процессы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Правила Вудворда-Гофмана, понятие о корреляционных диаграммах. Электроциклические реакции, сигматропные перегруппировки. Конротаторное и дисротаторное замыкание циклов. Реакции 2+2 и 2+4 циклоприсоединения. Термически и фотохимически разрешенные реакции.

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
8.	Тема 8. Катализ.	8	10	подготовка к коллоквиуму	14	коллоквиум
12.	Тема 12. Контрольная работа. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду. Электрофильное замещение в ароматических системах.	8	16	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
17.	Тема 17. Синхронные процессы.	8	21	подготовка к коллоквиуму	14	коллоквиум
	Итого				30	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

компьютерные презентации лекций;
круглый стол (case study) по разделам 10-11.

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

Тема 1. Вводная лекция: цели и задачи дисциплины/

Тема 2. Классификация механизмов и типов реакций

Тема 3. Методы установления механизмов реакции.

Тема 4. Кинетический изотопный эффект.

Тема 5. Влияние структуры реагентов на реакционную способность.

Тема 6. Сольватация и влияние среды на реакционную способность.

Тема 7. Основные типы промежуточных частиц.

Тема 8. Катализ.

коллоквиум, примерные вопросы:

Кислоты и основания: теоретические представления. Принцип Пирсона (ЖМКО). Орбитальный и зарядовый контроль. Обсуждение структурных и сольватационных эффектов, определяющих кислотность и основность органических соединений. Уравнение Брэнстеда.

Концентрированные растворы. Кислотные функции H_0 , H_A , H_R . Интерпретация величины параметра и его связь с механизмом реакции. Количественный учет эффектов среды: теоретический, корреляционный и термодинамический. Корреляционный подход:

теоретические и эмпирические параметры сольватирующей способности растворителей. Шкалы полярности растворителей: Косовер, Димрот, Тафт. Характеристика

донорно-акцепторной способности среды: Гутман, Тафт, Коппель и Пальм).

Многopараметровые корреляционные уравнения. Кинетический изотопный эффект. Факторы, влияющие на величину кинетического изотопного эффекта. Зависимость величины кинетического изотопного эффекта от положения переходного состояния на координате реакции.

Тема 9. Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду.

Тема 10. Реакции элиминирования.

Тема 11. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду. Электрофильное замещение в ароматических системах.

Тема 12. Контрольная работа. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду. Электрофильное замещение в ароматических системах.

контрольная работа , примерные вопросы:

Вопросы к контрольной работе: Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду. Механизм SN1, SN2. Механизм Ad-E и E-Ad. Методы доказательства механизмов. Влияние структуры субстрата на механизм реакции нуклеофильного замещения. Комплексы Мезенгеймера. Реакции в неактивированных ароматических системах. Механизм реакции электрофильного замещения. Механизм реакции присоединения-замещения: образование пи- и сигма-комплексов. Субстратная и позиционная селективность. Влияние электронных и стерических эффектов заместителей на активность и на направление атаки электрофила.

Тема 13. Электрофильное присоединение по кратным связям.

Тема 14. Нуклеофильное присоединение к C=O кратной связи.

Тема 15. Механизм реакции этерификации.

Тема 16. Реакции свободно-радикального замещения.

Тема 17. Синхронные процессы.

коллоквиум , примерные вопросы:

Влияние структурных и сольватационных факторов на природу переходного состояния в ионных и радикальных реакциях. Орбитальные взаимодействия в согласованных и многостадийных органических реакциях. Правила Вудворда-Гофмана, понятие о корреляционных диаграммах. Электроциклические реакции, сигматропные перегруппировки. Конротаторное и дисротаторное замыкание циклов. Реакции 2+2 и 2+4 циклоприсоединения. Термически и фотохимически разрешенные реакции.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНУ

Билет ♦ 1

1. Кинетический изотопный эффект
2. Реакции SN1 нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода
3. Задача

Билет ♦ 2

1. Корреляционный анализ в органической химии
2. Реакции SN2 нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода
3. Задача

Билет ♦ 3

1. Влияние среды на реакционную способность
2. Реакции E1 элиминирования
3. Задача

Билет ♦ 4

1. Эмпирические шкалы сольватирующей способности растворителей
2. Реакции E2 и E1cb элиминирования
3. Задача

Билет ♦ 5

1. Катализ (общий и специфический)
2. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду
3. Задача

Билет ♦ 6

1. Формальная кинетика. Интерпретация кинетических параметров.
2. Электрофильное замещение в ароматических системах
3. Задача

Билет ♦ 7

1. Основные типы промежуточных частиц (интермедиаты)
2. Реакции электрофильного присоединения по кратным связям
3. Задача

Билет ♦ 8

1. Основные постулаты химической кинетики
2. Нуклеофильное присоединение к C=O кратной связи
3. Задача

Билет ♦ 9

1. Туннельный эффект
2. Механизм реакций этерификации
3. Задача

Билет ♦ 10

1. Методы обнаружения промежуточных частиц
2. Реакции свободно - радикального замещения
3. Задача

Билет ♦ 11

1. Основные электронные эффекты и их количественное описание
2. Синхронные процессы. Правило Вудворда - Гофмана.
3. Задача

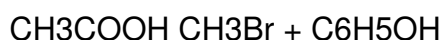
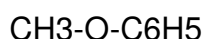
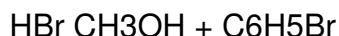
ОБРАЗЦЫ ЗАДАЧ ДЛЯ ЭКЗАМЕНА.

Задача ♦1.

Моноамид фталевой кислоты (I) гидролизуется при pH=3 примерно в 105 раз быстрее, чем бензамид (II). Кроме того, если пометить углерод амидной группы в соединении (I) изотопом C13 и проводить гидролиз в меченой воде H2O18, то обе карбоксильные группы фталевой кислоты будут в равной степени содержать O18 (обмен O18 в COOH за время реакции несущественен). Предложите возможную схему гидролиза амида (I). Укажите, как должно сказаться уменьшение pH на отношении скоростей гидролиза соединений (I) и (II).

Задача ♦2.

Какой из путей реализуется при взаимодействии анизола (C6H5OCH3) с бромистым водородом в уксусной кислоте? Дайте соответствующие пояснения.



Задача ♦3.

Были определены значения ρ -констант для катализируемого основаниями элиминирования HF в серии трифтор-, дифтор- и монофтор арилэтанов. Полученные значения приведены ниже. Дайте объяснение изменениям значений ρ -констант.



$$\rho = +4.04 \quad \rho = +3.56 \quad \rho = +3.24$$

7.1. Основная литература:

1. Ли, Дж.Дж. Именные реакции. Механизмы органических реакций / Дж.Дж.Ли - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006. - 456с.
2. Романовский Б.В. Основы химической кинетики / Б.В. Романовский - М.: Экзамен, 2006. - 415с.
3. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. В 4-х частях. Серия: Классический университетский учебник, 2004-2009.

7.2. Дополнительная литература:

1. Ф. Кери, Р. Сандберг. Углубленный курс органической химии. Пер. с англ. под ред. В.М. Потапова. М.: Химия, 1981.
2. О. М. Нефедов, А. И. Иоффе. Химия карбенов. М.: Химия, 1990.
3. М. Шварц. Ионы и ионные пары в органических реакциях. Пер. с англ. под ред. И. П. Белецкой. М.: Мир, 1975.
4. Д. Нонхибел, Дж. Уолтон. Химия свободных радикалов. Пер. с англ. под ред. И. П. Белецкой. М.: Мир, 1977.
5. Лупи А., Чубар В. Солевые эффекты в органической и металлоорганической химии. М.: Мир, 1991.
6. Пальм В.А. Основы количественной теории органических реакций. М.: Химия, 1977.
7. Амис Э.А. Влияние растворителей на скорость и механизм органических реакций. М.: Мир, 1968.
8. Джонсон К. Уравнение Гамета [Текст] / К.Джонсон - М.: Мир, 1977. - 240с.
9. Реутов О.А., Белецкая И.П., Бутин К.П. СН-кислоты. М.: Наука, 1980
10. Вудворд Р., Хоффман Р. Сохранение орбитальной симметрии. М.: Мир, 1972
12. Сайкс, П. Механизмы реакций в органической химии [Текст] (пер. с англ. языка) / П.Сайкс - М.: Химия, 1991. - 448с.
13. Марч, Дж. Органическая химия [Текст]: в 4 т. (пер. с англ. языка) / Дж. Марч - М.: Мир, 1987 - 1988. - 4 т.
14. Джексон Р.А. Введение в изучение механизма органических реакций [Текст] (пер. с англ. языка) / Р.А.Джексон - М.: Химия. 1978. - 286с.
15. Беккер, Г. Введение в электронную теорию органических реакций [Текст] (пер. с нем.) / Г.Беккер - М.: Мир, 1977. - 658 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

ChemPort - <http://www.chemport.ru/data/chemipedia>
Библиотека химического факультета МГУ -
<http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html#teaching>
Библиотека. Химия - <http://chemlib.ru/books/>
Википедия - <http://ru.wikipedia.org/wiki>
Химик - <http://www.xumuk.ru/organika>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Освоение дисциплины "Механизмы органических реакций" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

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

Автор(ы):

Антипин И.С. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Коновалов А.И. _____

"__" _____ 201__ г.