

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Лельчицкий Игорь Давыдович

Должность: и.о. проректора по образовательной деятельности

Дата подписания: 13.07.2026 14:46:38

Уникальный программный ключ:

aa5b5ee17d97a2e4d94e98e995320af94f043ce2

УП: 04.04.01 Химия

ОХ 2025.plx

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Ворончихина Л.И.

28 мая 2026г.



Рабочая программа дисциплины

Механизмы органических реакций

Закреплена за кафедрой: **Органической химии**

Направление подготовки: **04.04.01 Химия**

Направленность (профиль): **Органическая химия**

Квалификация: **Магистр**

Форма обучения: **очная**

Семестр: **1**

Программу составил(и):

канд. хим. наук, доц., Темникова Светлана Анатольевна

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины (модуля):

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций, способствующих правильному использованию теоретических представлений для предсказания и объяснения механизмов реакций, установления структуры основных и возможных побочных продуктов реакции; влияния структурных факторов и условий проведения процессов на направление и скорость реакций.

Задачи :

Задачи освоения дисциплины:

- рассмотрение основных подходов и направлений в познании механизмов реакций;
- выявление роли строения органических соединений, эффектов среды и других факторов на направление протекания реакции;
- развитие практических навыков планирования и осуществления синтеза органических соединений;
- формирование у студентов основ профессионального мышления и безопасной работы при синтезе и анализе органических соединений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.О

Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Строение и реакционная способность органических соединений

Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Методы исследования органических соединений

Интермедиаты органических реакций

Актуальные задачи современной химии. Часть 2.

Органические реагенты в современной химии

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144
в том числе:	
самостоятельная работа	57
часов на контроль	27

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-1.1: Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук

- | | |
|-----------|--|
| Уровень 1 | Важнейшие типы органических реакций, влияние структурных факторов на протекание той или иной реакции, факторы, влияющие на направление и скорость реакции. |
| Уровень 1 | Использовать теоретические представления для предсказания механизма данной реакции и установления структуры продуктов реакции. |

Уровень 1 Навыками планирования и осуществления синтеза органических соединений.

ОПК-1.2: Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук

Уровень 1 Современные нормы техники безопасности при синтезе и анализе органических соединений.

Уровень 1 Использовать современные методы для установления механизмов химических реакций.

Уровень 1 Навыками работы в нестандартных условиях с органическими соединениями.

ОПК-2.1: Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их

Уровень 1 Назначение и сферы использования химического оборудования.

Уровень 1 Планировать и осуществлять экспериментальные работы по синтезу и анализу органических соединений.

Уровень 1 Навыками планирования, расчета и осуществления синтетических работ в области органической химии.

ОПК-2.2: Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук

Уровень 1 Особенности строения, реакционной способности соединений важнейших классов органических соединений.

Уровень 1 Прогнозировать результат экспериментальных работ, анализировать полученные данные.

Уровень 1 Техникой эксперимента в области органической химии.

5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	1

6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Сем.	Часов	Примечание
	Раздел 1. Введение. Предмет и задачи курса. Общие представления о реакционной способности органических соединений и механизме реакции. Основные направления и пути научных исследований при установлении механизмов органических реакций.				
1.1		Лек	1	4	
	Раздел 2. Тема 1. Понятие о механизме реакций.				
2.1		Лек	1	6	

2.2		Лаб	1	0	
2.3		Ср	1	12	
2.4		Экзамен	1	8	
	Раздел 3. Тема 2. Количественное рассмотрение реакционной способности органических соединений.				
3.1		Лек	1	2	
3.2		Ср	1	15	
3.3		Экзамен	1	6	
	Раздел 4. Тема 3. Механизмы гетеролитических реакций.				
4.1		Лек	1	8	
4.2		Ср	1	14	
4.3		Экзамен	1	6	
	Раздел 5. Тема 4. Механизмы гомолитических и согласованных реакций.				
5.1		Лек	1	10	
5.2		Лаб	1	30	
5.3		Ср	1	16	
5.4		Экзамен	1	7	

Образовательные технологии

Традиционные
Цифровые

Список образовательных технологий

1	Проектная технология
2	Активное слушание
3	Методы группового решения творческих задач (метод Дельфи, метод 6–6, метод развивающей кооперации, мозговой штурм (метод генерации идей), нетворкинг и т.д.)
4	Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Контрольные задания для самостоятельной работы

1. Некоторые из приведенных ниже соединений участвуют в образовании

водородных связей, что влияет на их температуры кипения. Укажите более высококипящее вещество в каждой паре:

- а) CH_3COOH , CH_3CHO
- б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
- в) о- $\text{HOC}_6\text{H}_4\text{CHO}$, м- $\text{HOC}_6\text{H}_4\text{CHO}$

2. Определите, по какому механизму протекают следующие реакции:

3. Объясните причину уменьшения величины константы ρ с увеличением n в следующих реакционных сериях:

- $n=0$; $\rho=1$
- $n=1$; $\rho=0,489$
- $n=0$; $\rho=2,77$
- $n=1$; $\rho=1,06$

4. Объясните большое различие в величинах констант ρ следующих реакций нуклеофильного замещения:

5. По какому механизму — А или Б — протекает образование циангидринов, если корреляционное уравнение для этой серии имеет вид

$$\lg k = 0,26 + 2,329 \sigma$$

6. Напишите указанные ниже реакции. Приведите их механизмы, согласующиеся с величиной и знаком ρ . В каких реакционных сериях для получения линейной зависимости $\lg k$ от σ следует использовать модифицированные σ -константы? Какие?

7. Для приведенных ниже реакционных серий укажите, какую шкалу σ констант требуется применить для получения линейной корреляции с константами скоростей этих реакций. Уточните, для каких заместителей и в каком положении (мета- или пара-) необходимо применение модифицированных σ -констант:

8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ

Модуль 1

1. Напишите уравнения реакций и приведите их механизмы:

- а) бромэтан и иодид натрия;
- б) бромэтан и аммиак.

Рассмотрите тип заряда переходных состояний этих реакций и выберите наиболее подходящий растворитель для их осуществления: этанол или ацетон.

2. Определите, по какому механизму протекают следующие реакции:

Модуль 2

1. На примере реакции п-нитробромбензола с метилатом натрия в метаноле раскройте сущность механизма нуклеофильного замещения у активированных арилгалогенидов (механизм SN_2Ar). Приведите энергетическую диаграмму процесса. Рассмотрите строение промежуточного соединения и объясните активирующее действие

нитрогруппы.

2. Опираясь на механизм SN_2Ar , объясните, почему при нагревании с водным раствором аммиака:

а) п-нитрохлорбензол превращается в п-нитроанилин, а м-нитрохлорбензол в реакцию не вступает;

б) у 1-нитро-3,4-дихлорбензола избирательно замещается аминогруппой только один атом хлора (какой?);

в) реакционная способность п-нитрогалогенбензолов зависит от природы галогена и изменяется в следующем порядке: $F > Cl > Br > I$?

3. Напишите уравнения реакций 2,4-динитрохлорбензола со следующими реагентами:

а) 10%-ный водный раствор КОН при нагревании;

б) аммиак, $t=100^{\circ}C$;

в) этилат натрия в этаноле при нагревании;

г) цианид натрия в этаноле при нагревании;

д) диметиламин при нагревании.

е) пиперидин при нагревании.

4. На примере реакции бромбензола с амидом натрия в жидком аммиаке раскройте сущность механизма нуклеофильного замещения, включающего стадию образования дегидробензола.

Ответьте на вопросы:

а) каково строение дегидробензола?

б) почему 2,6-диметилбромбензол не реагирует с амидом натрия?

в) почему реакционная способность арилгалогенидов зависит от природы галогена и наименее реакционноспособными являются фторзамещенные?

8.3. Требования к рейтинг-контролю

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рекомендуемая литература

Основная

Шифр	Литература
Л.1.1	Реутов, Курц, Бутин, Органическая химия, Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012, ISBN: 978-5-94774-613-6 (ч. 1), URL: http://texts.lib.tversu.ru/texts/1002429ogl.pdf
Л.1.2	Галочкин А. И., Ананьина И. В., Органическая химия. Книга 1. Теоретические основы. Ациклические углеводороды, Санкт-Петербург: Лань, 2022, ISBN: 978-5-8114-9931-1, URL: https://e.lanbook.com/book/201173
Л.1.3	Галочкин А. И., Ананьина И. В., Органическая химия. Книга 3. Азотсодержащие и карбонильные соединения. Карбоновые кислоты и их производные, Санкт-Петербург: Лань, 2022, ISBN: 978-5-8114-9474-3, URL: https://e.lanbook.com/book/195480
Л.1.4	Галочкин А. И., Ананьина И. В., Органическая химия. Книга 2. Карбоциклические и элементоорганические соединения. Галогено- и гидроксипроизводные углеводородов, Санкт-Петербург: Лань, 2022, ISBN: 978-5-8114-3580-7, URL: https://e.lanbook.com/book/206069

Перечень программного обеспечения

1	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
2	Adobe Acrobat Reader
3	Google Chrome

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	ЭБС «ZNANIUM.COM»
2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)
3	ЭБС ТвГУ
4	ЭБС «Лань»
5	ЭБС «ЮРАИТ»

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ

Модуль 1

1. Напишите уравнения реакций и приведите их механизмы:

а) бромэтан и иодид натрия;

б) бромэтан и аммиак.

Рассмотрите тип заряда переходных состояний этих реакций и выберите наиболее подходящий растворитель для их осуществления: этанол или ацетон.

2. Определите, по какому механизму протекают следующие реакции:

Модуль 2

1. На примере реакции п-нитробромбензола с метилатом натрия в метаноле раскройте сущность механизма нуклеофильного замещения у активированных арилгалогенидов (механизм SN_2Ar). Приведите энергетическую диаграмму процесса. Рассмотрите строение промежуточного соединения и объясните активирующее действие нитрогруппы.

2. Опираясь на механизм SN_2Ar , объясните, почему при нагревании с водным раствором аммиака:

а) п-нитрохлорбензол превращается в п-нитроанилин, а м-нитрохлорбензол в реакцию не вступает;

б) у 1-нитро-3,4-дихлорбензола избирательно замещается аминогруппой только один атом хлора (какой?);

в) реакционная способность п-нитрогалогенбензолов зависит от природы галогена и изменяется в следующем порядке: $F > Cl > Br > I$?

3. Напишите уравнения реакций 2,4-динитрохлорбензола со следующими реагентами:

а) 10%-ный водный раствор КОН при нагревании;

б) аммиак, $t=100^{\circ}C$;

в) этилат натрия в этаноле при нагревании;

- г) цианид натрия в этаноле при нагревании;
- д) диметиламин при нагревании.
- е) пиперидин при нагревании.

4. На примере реакции бромбензола с амидом натрия в жидком аммиаке раскройте сущность механизма нуклеофильного замещения, включающего стадию образования дегидробензола.

Ответьте на вопросы:

- а) каково строение дегидробензола?
- б) почему 2,6-диметилбромбензол не реагирует с амидом натрия?
- в) почему реакционная способность арилгалогенидов зависит от природы галогена и наименее реакционноспособными являются фторзамещенные?

Контрольные задания для самостоятельной работы

1. Некоторые из приведенных ниже соединений участвуют в образовании водородных связей, что влияет на их температуры кипения. Укажите более высококипящее вещество в каждой паре:

- а) CH_3COOH , CH_3CHO
- б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
- в) $\text{o-NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{CHO}$, $\text{m-NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{CHO}$

2. Определите, по какому механизму протекают следующие реакции:

3. Объясните причину уменьшения величины константы ρ с увеличением n в следующих реакционных сериях:

- $n=0$; $\rho=1$
- $n=1$; $\rho=0,489$
- $n=0$; $\rho=2,77$
- $n=1$; $\rho=1,06$

4. Объясните большое различие в величинах констант ρ следующих реакций нуклеофильного замещения:

5. По какому механизму — А или Б — протекает образование циангидринов, если корреляционное уравнение для этой серии имеет вид

$$\lg k = 0,26 + 2,329 \sigma$$

6. Напишите указанные ниже реакции. Приведите их механизмы, согласующиеся с величиной и знаком ρ . В каких реакционных сериях для получения линейной зависимости $\lg k$ от σ следует использовать модифицированные σ -константы? Какие?

7. Для приведенных ниже реакционных серий укажите, какую шкалу σ констант требуется применить для получения линейной корреляции с константами скоростей этих реакций. Уточните, для каких заместителей и в каком положении (мета- или пара-) необходимо применение модифицированных σ -констант:

Вопросы для самостоятельного изучения

Тема Вопросы для
самостоятельного изучения Формы отчетности
и контроля

I модуль

Понятие о механизме реакций 1. Классификация реакций и реагентов Конспект

2. Теория переходного состояния Конспект

3. Кинетические изотопные эффекты Конспект

Количественное рассмотрение реакционной способности органических соединений 1. Электронные эффекты заместителей. Полярный эффект и эффект сопряжения Конспект

2. Корреляционные уравнения для эффектов растворителей Конспект, опрос, решение задач

3. Кислотность и основность Конспект

II модуль

Механизмы гетеролитических реакций 1. Стереохимия реакций нуклеофильного замещения Конспект, опрос, решение задач

2. Влияние растворителей на механизм реакций нуклеофильного замещения Конспект, опрос

3. Термические реакции отщепления, родственные пиролизу сложных эфиров Конспект, опрос

4. Реакции нуклеофильного присоединения по кратным связям Конспект, опрос

Механизмы гомолитических и согласованных реакций 1. Получение и обнаружение свободных радикалов Конспект

2. Аутоокисление Конспект

3. Радикальные реакции присоединения Конспект