

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

Интермедиаты органических реакций

Закреплена за кафедрой:	Органической химии
Направление подготовки:	04.04.01 Химия
Направленность (профиль):	Органическая химия
Квалификация:	Магистр
Форма обучения:	очная
Семестр:	2

Программу составил(и):

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

Тверь, 2026

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины (модуля):

Целью освоения дисциплины является обобщение, систематизация и углубление знаний обучающихся по строению и реакционной способности основных классов органических соединений, классификации реакций и реагентов в органической химии, типах, способах образования и реакционной способности важнейших промежуточных частиц.

Задачи :

Задачи освоения дисциплины:

- рассмотрение основных подходов и направлений в познании механизмов реакций, изучении строения и устойчивости важнейших интермедиатов;
- выявление роли строения органических соединений, эффектов среды и других факторов на направление протекания реакции, тип и стабильность промежуточных частиц;
- развитие практических навыков планирования и осуществления синтеза органических соединений;
- формирование у обучающихся 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

Механизмы органических реакций

Введение в теоретическую органическую химию

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

Методы исследования органических соединений

Органические реагенты в современной химии

Научно-исследовательская работа

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, основные типы промежуточных соединений - интермедиатов 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 Планировать и осуществлять экспериментальные работы по синтезу и анализу органических соединений.

Уровень 1 Навыками планирования, расчёта 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 результаты экспериментальных работ, анализировать полученные результаты.

Уровень 1 Техникou эксперимента в области органической химии.

5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	2

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.				
1.1	Общие представления о реакционной способности органических соединений. Основные направления и пути научных исследований при установлении механизмов органических реакций.	Лек	2	2	
	Раздел 2. Тема 1. Структура, реакционная способность и механизмы реакций				
2.1		Лек	2	4	

2.2		Лаб	2	2	
2.3		Ср	2	9	
2.4		Экзамен	2	6	
	Раздел 3. Тема 2. Радикалы.				
3.1		Лек	2	2	
3.2		Лаб	2	6	
3.3		Ср	2	4	
3.4		Экзамен	2	3	
	Раздел 4. Тема 3. Карбены и нитрены.				
4.1		Лек	2	2	
4.2		Лаб	2	7	
4.3		Ср	2	10	
4.4		Экзамен	2	6	
	Раздел 5. Тема 4. Карбокатионы.				
5.1		Лек	2	1	
5.2		Лаб	2	10	
5.3		Ср	2	10	
5.4		Экзамен	2	2	
	Раздел 6. Тема 5. Карбанионы.				
6.1		Лек	2	1	
6.2		Лаб	2	8	
6.3		Ср	2	5	
6.4		Экзамен	2	2	
	Раздел 7. Тема 5. Карбанионы.				
7.1		Лек	2	1	
7.2		Лаб	2	6	
7.3		Ср	2	4	

7.4		Экзамен	2	4	
	Раздел 8. Тема 6. Ароматические ион-радикалы.				
8.1		Лек	2	1	
8.2		Лаб	2	6	
8.3		Ср	2	10	
8.4		Экзамен	2	2	
	Раздел 9. Тема 7. Редкие интермедиаты.				
9.1		Лек	2	1	
9.2		Лаб	2	0	
9.3		Ср	2	5	
9.4		Экзамен	2	2	

Образовательные технологии

Традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений)
Информационные (представление презентаций)
Технология исследовательской деятельности (химический эксперимент)

Список образовательных технологий

1	Активное слушание
2	Информационные (цифровые) технологии
3	Методы группового решения творческих задач (метод Дельфи, метод 6–6, метод развивающей кооперации, мозговой штурм (метод генерации идей), нетворкинг и т.д.)

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Оценочные материалы для проведения текущей аттестации приведены в Приложении

8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации приведены в Приложении

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

Перечень программного обеспечения

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

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)
2	ЭБС ТвГУ
3	ЭБС «Лань»
4	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
5	ЭБС «ЮРАИТ»
6	ЭБС «ZNANIUM.COM»
7	СПС "ГАРАНТ"

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины "Интермедиаты органических реакций"

Общие представления о реакционной способности органических соединений. Основные направления и пути научных исследований при установлении механизмов органических реакций. Структура, реакционная способность и механизмы реакций.

Структура, реакционная способность и механизмы реакций.

Связи атома углерода. Распределение электронной плотности в органических молекулах. Строение и реакционная способность. Количественный учет полярных влияний заместителей. Константы заместителей.

Классификация органических реакций. Классификация реагентов. Общая схема протекания реакций. Энергетика, кинетика и исследование механизмов реакций. Идентификация продуктов реакции.

Свободные радикалы.

Алкильные радикалы; строение и основные способы генерирования. Обнаружение и установление строения свободных радикалов. Спектры ЭПР. Спин-ловушки. $\dot{\square}$ - и $\square\dot{}$ -Радикалы. Основные радикал-радикальные реакции: рекомбинация, диспропорционирование. Окисление и восстановление свободных радикалов. Реакции свободных радикалов с молекулами. Цепной механизм и его ключевые стадии. Стабильные радикалы трифенилметанового ряда. Бирадикалы и их роль в фотохимических реакциях. Радикальное замещение. Радикальные реакции присоединения. Радикальная цепная полимеризация. Перегруппировки.

Карбены и нитрены.

Конфигурационные взаимодействия в карбенах. Синглетные и триплетные карбены, их геометрия, различимость по тесту Скелла. Строение метилена и диформетилена. Способы генерации карбенов: α -элиминирование, фото- и термораспад кетенов и диазоалканов, диазиридинов и других соединений. Реакции карбенов: присоединение к кратным связям, внедрение по связи C-H, перегруппировки, димеризация.

Карбокатионы.

Карбониевые и карбениевые ионы. Генерация трет-бутильного катиона в суперкислых средах. Факторы, влияющие на стабильность карбениевых ионов. Аллильные, бензильные и полиарилметильные катионы. Катион тропилия и его свойства. Шкала стабильности карбениевых ионов pK_R^+ . Объяснение стабилизирующего эффекта метильной, фенильной и циклопропильной групп, галогенов, кислород-, азот- и серусодержащих заместителей. Аренииевые ионы как интермедиаты в электрофильном ароматическом замещении. Бромониевые ионы. Основные реакции карбениевых ионов: присоединение нуклеофилов, отщепление протона, перегруппировку. Неклассические карбокатионы. Норборнильный катион, его строение и перегруппировки.

Карбанионы.

Свободные карбанионы в газовой фазе. Их исследование методами ион-циклотронного резонанса и масс-спектрометрии высокого давления. Получение карбанионов в растворах в суперосновных средах. $\square^-$ - и $\square^-$ -Карбанионы. Факторы, влияющие на стабильность карбанионов. Роль среды и противоиона. Контактные и сольватноразделенные ионные пары. СН-Кислоты. Кинетическая и термодинамическая кислотность. Амбидентные анионы. Факторы, определяющие направление алкилирования енолат-ионов по углероду или кислороду.

Ароматические ион-радикалы.

Генерирование катион-радикалов (КР) и анион-радикалов (АР): химическое, фотохимическое, электрохимическое. Реакции КР: диспропорционирование, присоединение нуклеофилов, отщепление протона. Реакции АР: с донорами протонов, диспропорционирование, отщепление нуклеофугной группы. Комплексы с переносом заряда (КПЗ), их роль в химии. Ион-радикальные соли. Теория КПЗ. SET-Механизм в органических реакциях и его обнаружение методом ХПЯ. Примеры таких реакций. Одноэлектронный сдвиг. Механизм электрофильных перегруппировок к электроноизбыточному центру как одноэлектронный сдвиг.

Редкие интермедиаты.

Напряженные углеводороды. Тетраэдран, (1,1,1)пропеллан, циклопропен и его реакция с атомарным углеродом. Фуллерены. Циклические аллены; примеры реакций с их участием. 1,2-Циклогептадиен и бицикло[3.2.1]октатриен-2,3,6. Циклические ацетилены. Аценафтин. Арины и гетарины. Методы генерирования. Механизм отщепления-присоединения в реакциях нуклеофильного ароматического замещения. Циклобутадиен и его свойства.