

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
И.о. декана
А. С. Князев

Рабочая программа дисциплины

Органический синтез

по специальности

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специализация:

Фундаментальная и прикладная химия

Форма обучения

Очная

Квалификация

Химик / Химик-специалист. Преподаватель химии

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
В.В. Шелковников

Председатель УМК
В.В. Шелковников

Томск – 2024

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений в различных областях химии;

ОПК-2. Способен проводить синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследовать процессы с их участием;

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК 1.1 Знает теоретические основы неорганической, органической, физической и аналитической химии, применяет их при решении профессиональных задач в других областях химии.

РООПК 1.2 Умеет систематизировать и интерпретировать результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии

РООПК 1.3 Умеет грамотно формулировать заключения и выводы по результатам работы

РООПК 2.1 Знает стандартные приемы и операции, используемые при получении веществ неорганической и органической природы

РООПК 2.2 Знает теоретические основы методов изучения состава, структуры и свойств для грамотного выбора метода исследования

РООПК 2.3 Умеет проводить стандартные синтезы по готовым методикам, выполнять стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов, а также использовать серийное научное оборудование для изучения их свойств

РОПК 1.1 Умеет разрабатывать стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий.

РОПК 1.2 Умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.

2. Задачи освоения дисциплины

- Освоить понятийный аппарат дисциплины
- Научиться применять изученные методы и подходы в решении научно-исследовательских задач в выбранной области химии, смежных с химией науках
- Уметь использовать полученные знания, навыки и умения для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Модуль Органическая химия.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Седьмой семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения курса «Органический синтез» студенты предварительно проходят подготовку по дисциплине «Органическая химия», где приобретают необходимые профессиональные компетенции по методам синтеза органических соединений, механизмам химических реакций, различным переходам от одних классов органических соединений к другим. Необходимо освоение курса «Физическая химия», где приобретаются необходимые знания по термодинамике и кинетике химических реакций, равновесным процессам.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 32 ч.

-лабораторные: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение в органический синтез

Термины и понятия в сфере органического синтеза. Основной и тонкий органический синтез. История органического синтеза. Известные органики-синтетики и их открытия. Региоселективность и региоспецифичность химических реакций. Типы селективности реакций. Линейная и конвергентная схемы синтеза.

Тема 2. Защитные группы в органическом синтезе

Понятие защитной группы в органическом синтезе. Требования к защитным группам. Важнейшие защитные группы для основных классов органических соединений. Установка и снятие защитных групп. Специфические свойства кремнийорганических защитных групп. Принцип модулированной лабильности и принцип ортогональной стабильности при установке и снятии защитных групп.

Тема 3. Реакции окисления и восстановления

Химия реакций окисления и восстановления в органической химии. Понятие степени окисления элементов в органических соединениях. Реакции, протекающие с и без изменения степени окисления. Механизмы ОВР в органической химии. Типы реакций окисления: отщепление водорода, окислительное расщепление C–C-связи, замещение водорода на кислород, присоединение кислорода, окислительное сочетание. Типы реакций восстановления: атака по атому углерода, восстановление кратной связи с гетероатомом, отщепление гетероатома, восстановительное расщепление, восстановительное сочетание, асимметрическое восстановление. Реагенты Джонса, Десса-Мартина. Окисление по Кори. Окисление по Сверну. Реакции Вагнера и Прилежаева. Окисление по Вудворду и Прево. Реакция Байера-Виллигера. Восстановление по Бартону. Реакция Мак-Мурри. Реакция Стефана.

Тема 4. Перегруппировки в органическом синтезе

Общие понятия о перегруппировках. Классификация перегруппировок. Нуклеофильные (анионотропные) перегруппировки. Системы со свободным электронным секстетом. Пинаколиновая перегруппировка. Перегруппировки Майнвальда, Демьянова, Вагнера-Меервейна, Фаворского, Вольфа, Небера, Гофмана, Курциуса, Шмидта, Бекмана.

Сигматропные перегруппировки. Сигматропная миграция водорода. Супраповерхностная и антраповерхностная миграции. Перегруппировка Коупа. Окси-перегруппировка Коупа. Перегруппировка Кляйзена. Перегруппировка Фишера в синтезе индолов. [5,5']-перегруппировки. Реакция Фриса.

Тема 5. Ретросинтетический анализ

Понятие ретросинтетического анализа. Формальный подход в ретросинтетическом анализе. Стратегические подходы в органическом синтезе. Планирование органического синтеза. Ретросинтетический анализ – методические подходы. Работы С. Уоррена. Основные термины ретросинтетического анализа. Типы трансформов. Понятие синтонов в ретросинтетическом анализе. Принцип альтернирования зарядов. Логичные и нелогичные синтоны. Консонантные и диссонантные структуры. «Мощные» реакции в органическом синтезе. Стратегические связи и их значение в ретросинтетическом анализе. Стабилизация анионного синтона.

Тема 6. Ретронный подход в ретросинтетическом анализе

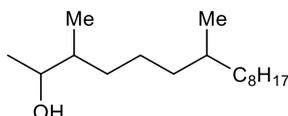
Понятие ретронов в ретросинтетическом анализе. Монофункциональные и бифункциональные ретроны. Монофункциональные ретроны на основе спиртов. Монофункциональные ретроны на основе карбонильных соединений. Бифункциональные ретроны. Внешнее и внутреннее расчленение бифункциональных ретронов. Нечётные и чётные бифункциональные ретроны. 1,1-юифункциональные ретроны. 1,3-бифункциональные ретроны. Трансформы конденсаций. 1,2-бифункциональные ретроны. Нелогичный синтон в чётных ретронах. Подходы к анализу нелогичного синтона. Принцип *Umrolung* и работы Д. Зеебаха. Превращение 1,2-ретрона в 1,1-ретрон. Анализ 1,4-ретрона. Нелогичный синтон в 1,4-ретроне. Реакции Нефа и Мак-Мурри. Расчленение 1,5-ретрона и акцептор Михаэля. Расчленение 1,6-ретрона.

Тема 7. Реакции циклизации

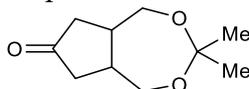
Перициклические реакции. Реакции [4+2]-циклоприсоединения. Трансформ Дильса-Альдера. Реакции Дильса-Альдера в анализе 1,6-ретронов. Подходы в реакциях Дильса-Альдера. Эндоселективность и стереоселективность в реакциях Дильса-Альдера. Метод граничных орбиталей Фукуи. Нормальные и обращённые электронные требования. Реакции [2+2] циклоприсоединения. Фотохимические и термические реакции [2+2]-циклоприсоединения. Кетены.

8.1. Примеры задач практических занятий

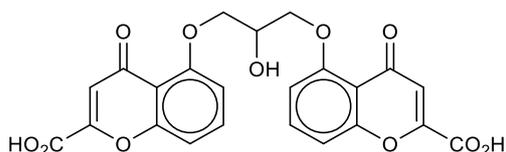
1. Провести анализ соединения – феромона соснового пилильщика и предложить способ его синтеза



2. В качестве исходного соединения для синтеза простагландинов Е.И. Corey использовал бициклическое соединение. Предложите способ его синтеза



3. Предложить способ синтеза противоастматического препарата «Интал»



9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения практических задач, индивидуальных заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в седьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в среде электронного обучения iDO - <https://lms.tsu.ru/enrol/index.php?id=28537>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) Методические указания по проведению лабораторных работ.
- г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература:
 - Warren S. G. Organic synthesis: The disconnection approach / S. G. Warren. – Chichester, United Kingdom: John Wiley and Sons, 2008. – 330 с.
 - Wyatt P. Organic Synthesis: Strategy and Control / P. Wyatt, S. G. Warren. – Chichester, United Kingdom: John Wiley and Sons, 2007. – 910 с.
 - Wuts P. G. M. Greene's protective group in organic synthesis / P. G. M. Wuts. – New Jersey: John Wiley and Sons, 2014. – 1361 с.
 - Смит М. Б. Органическая химия Марча: в 4 т. / М. Б. Смит. – М. : Лаборатория знаний, 2013. – Т. 1–4.
- б) дополнительная литература:
 - Ласло П. Логика органического синтеза: в 2 т. / П. Ласло. – М. : Мир, 1998. – Т. 1–2.
 - Corey E.J. The logic of chemical synthesis / E. J. Corey, X.-M. Cheng. – Chichester, United Kingdom: John Wiley and Sons, 1995. – 455 с.
- в) ресурсы сети Интернет:
 - Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система. <http://www.consultant.ru>

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Мальков Виктор Сергеевич, канд. хим. наук, кафедра органической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент