

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

«Планирование синтеза органических соединений»

Методические указания к практическим занятиям

04.03.01 Химия

Органическая и медицинская химия

Ставрополь, 2026

ВВЕДЕНИЕ

Цель и задачи освоения дисциплины.

Основная цель курса «Планирование синтеза органических соединений» – развитие системного подхода к вопросам планирования синтеза органических соединений, в части использования ретросинтетического анализа как инструмента фундаментальных научных исследований и способа реализации прикладных возможностей органической химии.

Задачи освоения дисциплины:

- изучение приемов планирования синтеза, в том числе с использованием ретросинтетического анализа;
- освоение техники эксперимента;
- изучение механизмов реакций.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Освоение дисциплины «Планирование синтеза органических соединений» происходит в 8 семестре.

Связь с предшествующими дисциплинами

Основой для изучения основных разделов дисциплины «Планирование синтеза органических соединений» являются дисциплины: органическая химия, теоретические основы органической химии, реагенты и методы органического синтеза.

Связь с последующими дисциплинами

Знания, умения и навыки, приобретенные студентом при изучении дисциплины «Планирование синтеза органических соединений» необходимы для подготовки специалистов, знающих и владеющих теоретическими основами органического синтеза и анализа, что позволит им самостоятельно решать вопросы как теоретического, так и прикладного характера в области органической химии, выполнять научно-исследовательскую работу и выпускную квалификационную работу.

Содержание дисциплины:

Предмет синтетической органической химии

Многостадийный химический синтез. Целевая молекула (TGT). Выбор целевой молекулы. История химического синтеза.

Основы ретросинтетического анализа

Ретросинтетический анализ. EXTGT дерево, трансформ, синтетический предшественник. Факторы, определяющие сложность молекулы.

Типы стратегий ретросинтетического анализа. Т-цель, S-цель, топологические, стереохимические, основанные на функциональных группах.

Стратегии ретросинтетического анализа, основанные на трансформмах

Трансформы и ретроны. Полный ретрон, супра ретрон, частичный ретрон, вспомогательный ключевой элемент.

Классификация трансформов. Классификация трансформов по степени упрощения TGT: структурно упрощающие трансформы, не упрощающие, усложняющие. Классификация трансформов по типу превращения. Расчленяющие: расчленения цепи, расчленение цикла, удаление функциональной группы, удаление стереоцентра(ов). Сочленяющие: сочленения цепи, сочленения цикла, введения функциональной группы, введения стереоцентра; перегруппировки, перемещения функциональной группы, замены функциональной группы, перемещения стереоцентра, обращения стереоцентра. Классификация трансформов по типу ретрона. Хиральная вспомогательная группа. Выбор трансформов.

Ретросинтетический поиск, управляемый трансформами. Т-целью. Выбор Т-цели. Оценка относительного качества расчленения. Ретросинтетический анализ фумагиллола. Полное и частичное решение возникающих синтетических проблем. Приоритет трансформов соответствующих Т-цели. Эпок-

сидирование по Шарплессу как Т-цель. Синтез гексоз по Шарплессу. Нахождение оптимальной синтетической схемы. Компьютерный ретросинтетический анализ, управляемый Т-целью. Энантиоселективные трансформы в качестве Т-цели. Механистическое применение трансформов. Поиск Т-цели, использующий тактические комбинации трансформов.

Стратегии, основанные на структуре

Стратегии структура-цель (S-цель): исходные соединения; билдэн блоки; фрагмент, содержащий ретрон; исходный хиральный элемент. Двухнаправленный поиск. Сопоставление целевой структуры с доступными соединениями: частичное и полное соответствие, подобие связывания фрагментов. Доступные природные соединения в качестве исходных хиральных соединений. Гипотетические S-цели. SS-цель ретросинтетического анализа.

Топологические стратегии

Стратегические для расчленения связи. Сохраняемые связи. Возможности топологических стратегий.

Ациклические стратегические расчленения. Совместное использование с другими стратегиями. Критерии ациклических стратегических расчленений.

Расчленения эндоциклических связей в изолированных циклах. Расчленяемые и не расчленяемые связи в изолированных циклах. Стратегические расчленения связей в изолированных циклах.

Расчленение систем с конденсированными циклами. Вклад топологических стратегий в создание эффективной синтетической схемы. Номенклатура типов связей в циклах. Классификация полиядерных циклических систем и систем с конденсированными циклами. Топологические критерии эффективного расчленения систем конденсированных ядер.

Расчленение мостиковых циклических систем. Стратегические для расчленения одной связи в мостиковых системах. Стратегические расчленения двух связей в мостиковых системах.

Расчленение спиро систем. Способы расчленения спиро систем.

Применение трансформов перегруппировки как топологической стратегии. Изменение топологии TGT перегруппировкой. Внутримолекулярные перегруппировки в симметричный предшественник.

Симметрия и стратегические расчленения. Расчленение симметричных молекул с образованием идентичных предшественников. Расчленение несимметричных молекул с образованием идентичных предшественников. Расчленение с образованием двух предшественников, получаемых из одного промежуточного соединения.

Стереохимические стратегии

Стереохимическое упрощение управляемое стереоселективными трансформами. Стереоселективность контролируемая субстратом. Стереоселективность контролируемая механизмом реакции. Внутренняя стереоселективность трансформа. Стереоконтроль за счет координационных эффектов. Хиральные регулирующие группы. Использование хиральных катализаторов и реагентов.

Стереохимическая сложность. Факторы, влияющие на стереохимическую сложность. Удаляемые и не удаляемые стереоцентры. Факторы, влияющие на удаляемость стереоцентров.

Стереохимические стратегии полициклических систем. Стереоцентры, находящиеся в одном цикле. Сохраняемые стереоцентры и циклы. Стратегические для удаления стереоцентры. Стереоцентры, общие для двух или большего числа циклов.

Стереохимические стратегии ациклических систем. Проблемы стереохимического упрощения ациклических систем и их гетероциклических эквивалентов. Общие принципы понижения стереохимической сложности ациклических систем.

Стратегии, основанные на функциональных группах

Функциональные группы как источники сложности и стратегии. Функциональная группа. Подклассы функциональных групп. Классификация функциональных групп: с точки зрения использования в синтезе, с точки зрения электронных смещений, по типу генерируемой промежуточной частицы. Классификация ретронов по количеству входящих в их состав функциональных групп. Классификация трансформов согласно числу функциональных групп в их ретронах. Интерферирующие функциональные группы.

Расчленения скелета управляемые функциональными группами. Стратегические расчленения скелета, управляемые 1-Gr трансформами. Стратегические расчленения скелета, управляемые 2-Gr трансформами. Использование руководства стратегической связью.

Расчленения, использующие тактические комбинации функциональных групп в качестве ключевых трансформов. Ретроны тактических комбинаций управляемых функциональными группами. Выбор тактической комбинации трансформов основанный на механистическом применении трансформов. Связь между использованием тактических комбинаций управляемых функциональными группами и стратегией Т-цели.

Стратегическое использование эквивалентов функциональных групп. Синтон. Синтетический эквивалент. Синтетические эквиваленты недоступных промежуточных частиц. Синтетические эквиваленты функциональных групп. Основные принципы применения эквивалентов функциональных групп. Ациклические эквиваленты циклических функциональных групп.

Удаление функциональных групп и стереоцентров управляемое функциональными группами. Удаление функциональных групп по средствам трансформов управляемых функциональными группами. Контроль соседними функциональными группами. Использование трансформов внутримолекулярной функционализации для удаления пространственно сближенных функциональных групп.

Применение сочленяющих трансформов, управляемое функциональными группами и заместителями. Наиболее важные типы сочленяющих транс-

формов. Упрощающие сочленяющие трансформы. Структурные элементы, определяющие применение сочленяющих трансформов.

Удаления заместителей, управляемое функциональными группами. Удаление заместителей. Расчленение в пределах заместителя.

Стратегии, внешние к целевой структуре

Влияние на планирование синтеза устойчивости целевой молекулы. Влияние знания свойств целевой молекулы на планирование синтеза. Стратегия, управляемая целью синтеза большого количества структурных аналогов из одного промежуточного.

Параллельное использование нескольких стратегий

Мультистратегический ретросинтетический анализ лонгифолена. Мультистратегический ретросинтетический анализ пикротоксина. Мультистратегический ретросинтетический анализ гиббереллиновой кислоты.

Оптимизация синтетической последовательности

Анализ эффективности синтетических стадий: определение оптимального порядка синтетических стадий, выбор способа защиты функциональных групп, модельные эксперименты.

Синтезы природных соединений

Синтезы макроциклических молекул. Синтезы гетероциклических соединений. Синтез простагландинов по Кори. Синтез полициклических молекул. Синтезы природных полиенов.

Наименование и формы проведения практических занятий

№	Наименование темы практических (семинарских) занятий	Форма проведения
8 семестр		
1	Тема: <u>Введение.</u>	Разбор конкретных ситуаций
2	Тема: <u>Критерии оптимального синтеза.</u> Факторы, определяющие оптимальный синтез. Выход, число стадий, регио- и стереоселективность, условия реакций. Исходные соединения для синтеза. Проблема доступности исходных соединений; их устойчивость, токсичность, пожаро- и взрывоопасность как критерии оптимального синтеза.	Разбор конкретных ситуаций
3	Тема: <u>Основные понятия ретросинтетического анализа</u> Целевая молекула (ТМ), трансформ, синтон, ретрон. Типы трансформов: расчленение (D), сочленение ®, введение функциональной группы (FGA).	Разбор конкретных ситуаций
4	Тема: <u>Основные понятия ретросинтетического анализа</u> Замена одной функциональной группы на другую (FGI), перегруппировка (Rt). Ретроны частичные и полные. Соответствие синтонов и реагентов.	Разбор конкретных ситуаций
5	Тема: <u>Основные понятия ретросинтетического анализа</u> Ретросинтетический анализ как эвристический подход к поиску пути синтеза данного соединения. Два варианта задачи: поиск пути синтеза, когда исходное вещество задано и когда известно лишь целевое соединение (ТМ). Борьба с «арифметическим демоном»; синтез линейный и конвергентный.	Разбор конкретных ситуаций
6	Тема: <u>Основные понятия ретросинтетического анализа</u> Типы стратегий в ретросинтетическом анализе. Стратегии, базирующиеся на трансформах, на ретронах, на функциональных группах; топологические и стереохимические стратегии.	Разбор конкретных ситуаций
7	Тема: <u>Основные понятия ретросинтетического анализа</u> Основные этапы ретросинтетического анализа: превращение функциональных групп в кислородсодержащие (FGI); определение типов ретронов, содержащихся в молекуле; выбор первичного расчленения; проведение необходимых расчленений в соответствии с типом ретрона; применение тактики FGA.	Разбор конкретных ситуаций

8	Тема: <u>Стратегии, базирующиеся на трансформах</u> Ретросинтетический анализ алканов, алкенов..	Разбор конкретных ситуаций
9	Тема: <u>Стратегии, базирующиеся на трансформах</u> Ретросинтетический анализ алкинов.	Разбор конкретных ситуаций
10	Тема: <u>Стратегии, базирующиеся на трансформах</u> Ретросинтетический анализ аренов.	Разбор конкретных ситуаций
11	Тема: <u>Стратегии, базирующиеся на трансформах</u> Ретросинтетический анализ дифункциональных соединений.	Разбор конкретных ситуаций
12	Тема: <u>Стратегии, базирующиеся на трансформах</u> Ретросинтетический анализ дифункциональных соединений. 1,2; 1,3-; 1,4-; 1,5- и 1,6-дифункциональные соединения.	Разбор конкретных ситуаций
13	Тема: <u>Стратегии, базирующиеся на трансформах</u> Анализ 6-членных алициклов на базе аннелирования по Робинсону, реакции Дильса-Альдера и восстановления ароматических соединений (в том числе – по Берчу).	Разбор конкретных ситуаций
14	Тема: <u>Стратегии, базирующиеся на трансформах</u> Анализ 6-членных алициклов на базе аннелирования по Робинсону, реакции Дильса-Альдера и восстановления ароматических соединений (в том числе – по Берчу).	Разбор конкретных ситуаций
15	Тема: <u>Стратегии, базирующиеся на трансформах</u> Образование 5- и 6-членных насыщенных гетероциклов комбинацией присоединения по Михаэлю и конденсации Клайзена.	Разбор конкретных ситуаций
16	Тема: <u>Стратегии, базирующиеся на трансформах</u> 1,3-Диполярное циклоприсоединение диазометана.	Разбор конкретных ситуаций

Методические рекомендации

При подготовке к практическим занятиям необходимо руководствоваться следующими требованиями:

1. Необходимо ознакомиться с рекомендуемой литературой (основной и дополнительной), найти необходимую информацию в сети Интернет, выявить новые аспекты проблемы и уже поставленные и изученные способы ее решения. Помимо рекомендуемой литературы студент сам может дополнительно подобрать и изучить литературу по интересующей его проблеме.

2. Во время работы с выбранными источниками желательно делать записи. Записи (в различной форме, например, конспект, план, аннотация, резюме, тезисы, цитаты) не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки ясного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов.

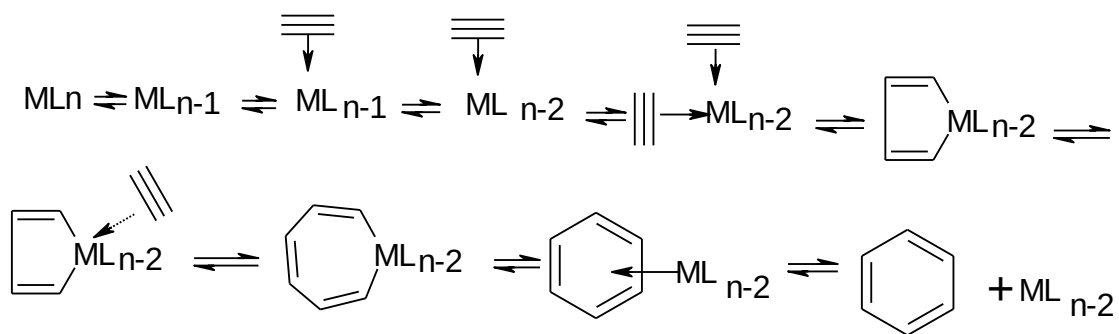
Теоретические вопросы для подготовки к практическим занятиям:

1. Расчленения одной функциональной группы. Расчленения спиртов. Расчленения алкенов. Расчленения ароматических кетонов. Контроль над синтезом. Расчленения кетонов и карбоновых кислот
2. Расчленения двух функциональных групп. Расчленения соединений, содержащих кислород в положениях 1,3 (1,3-Дикислородные скелеты):
□-гидроксикарбонильные соединения, □□□-непредельные карбонильные соединения, 1,3-дикарбонильные соединения.
3. Расчленения двух функциональных групп. Расчленения 1,5-дикарбонильных соединений с использованием реакции Манниха.
4. "Нелогичные" расчленения двух функциональных групп.
5. Расчленения соединений, содержащих кислород в положениях 1,2 (1,2-дикислородные соединения). □-Гидроксикарбонильные соединения. 1,2-Диолы.
6. Расчленения соединений, содержащих кислород в положениях 1,4 (1,4-дикислородные соединения). 1,4-Дикарбонильные соединения. □-Гидроксикарбонильные соединения.
7. Расчленения 1,6-дикарбонильных соединений
8. Перициклические реакции в ретроанализе
9. Гетероатомы и гетероциклические соединения в ретросинтетическом анализе. Простые эфиры и амины. Гетероциклические соединения. Аминокислоты.
10. Методы применяемые при планировании синтеза малых циклов: 3-х и 4-х членных циклов
11. Стратегии синтеза. Линейная, конвергентная схема. Особенности, определяющие стратегию.

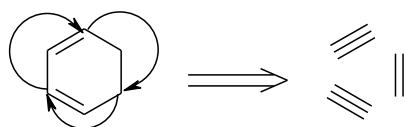
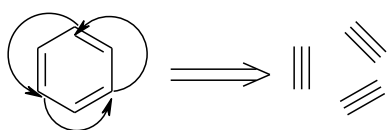
12. Факторы, определяющие оптимальный синтез. Выход, число стадий, регио- и стереоселективность, условия реакций.
13. Целевая молекула (ТМ), трансформ, синтон, ретрон. Типы трансформов: расчленение (D), сочленение (R), введение функциональной группы (FGA).
14. Замена одной функциональной группы на другую (FGI), перегруппировка (Rt). Ретроны частичные и полные. Соответствие синтонов и реагентов.
15. Поиск пути синтеза, когда исходное вещество задано и когда известно лишь целевое соединение (ТМ). Синтез линейный и конвергентный.
16. Типы стратегий в ретросинтетическом анализе. Стратегии, базирующиеся на трансформах, на ретронах, на функциональных группах; топологические и стереохимические стратегии.
17. Превращение функциональных групп в кислородсодержащие (FGI); определение типов ретронов, содержащихся в молекуле; выбор первичного расчленения; проведение необходимых расчленений в соответствии с типом ретрона; применение тактики FGA.
18. Стратегии базирующиеся на трансформах.
19. Ретросинтетический анализ алкинов, аренов.
20. Ретросинтетический анализ дифункциональных соединений. 1,2; 1,3-; 1,4-; 1,5- и 1,6-дифункциональные соединения.
21. Анализ 6-членных алициклов по Робинсону, реакцией Дильса-Альдера и восстановлением ароматических соединений (в том числе – по Берчу).
22. Образование 5- и 6-членных насыщенных гетероциклов комбинацией присоединения по Михаэлю и конденсации Клайзена.
23. 1,3-Диполярное циклоприсоединение диазометана.

Задания для развития и контроля владения компетенциями

Реакция [2,2,2]циклоприсоединения



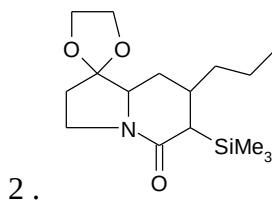
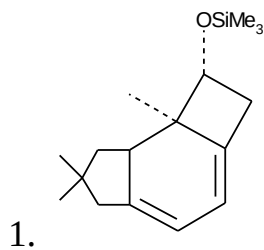
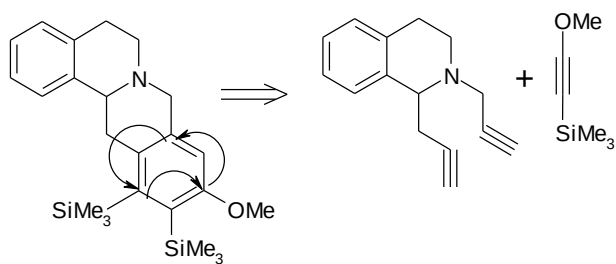
Ретрон Трансформ

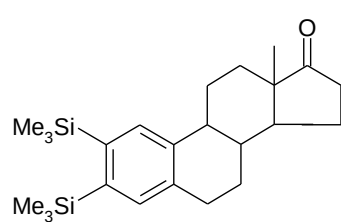


Задачи

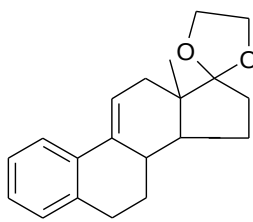
Найдите полный или частичный ретрон [2,2,2] циклоприсоединения и проведите упрощающий трансформ [2,2,2] циклоприсоединения.

Пример

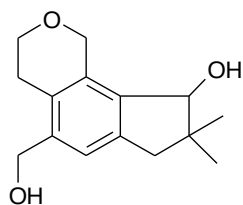




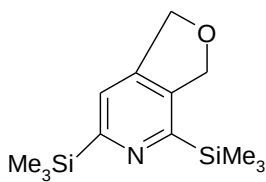
3.



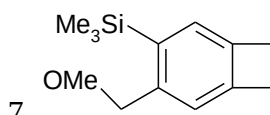
4.



5.



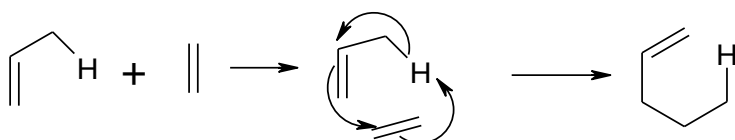
6.



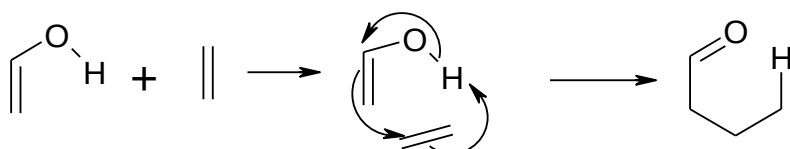
7.

Еновая и оксиеновая реакции

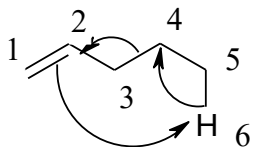
Еновая реакция



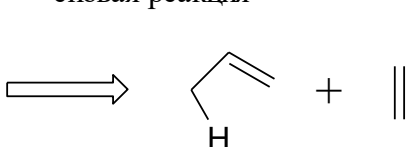
Оксиеновая реакция



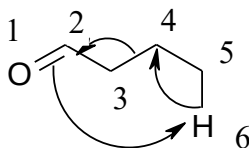
Ретроен еновая реакция



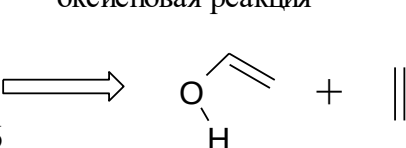
Трансформ еновая реакция



Ретроен оксиеновая реакция

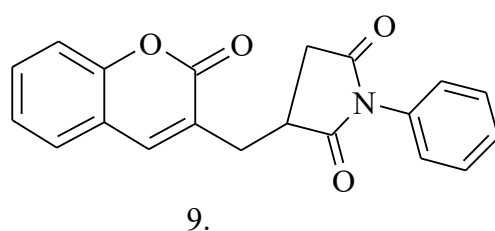
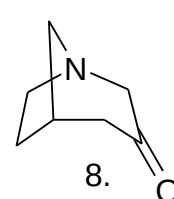
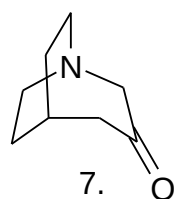
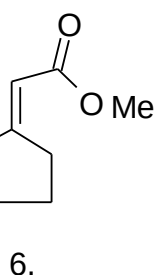
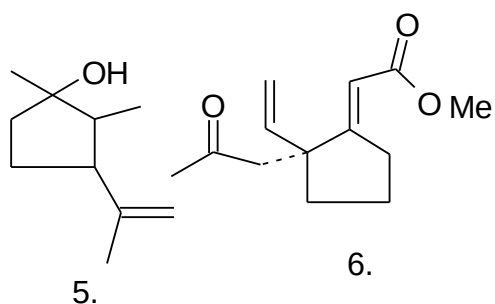
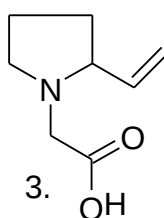
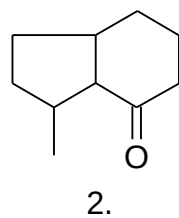
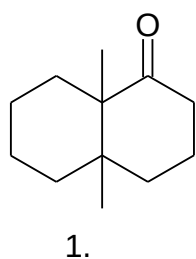
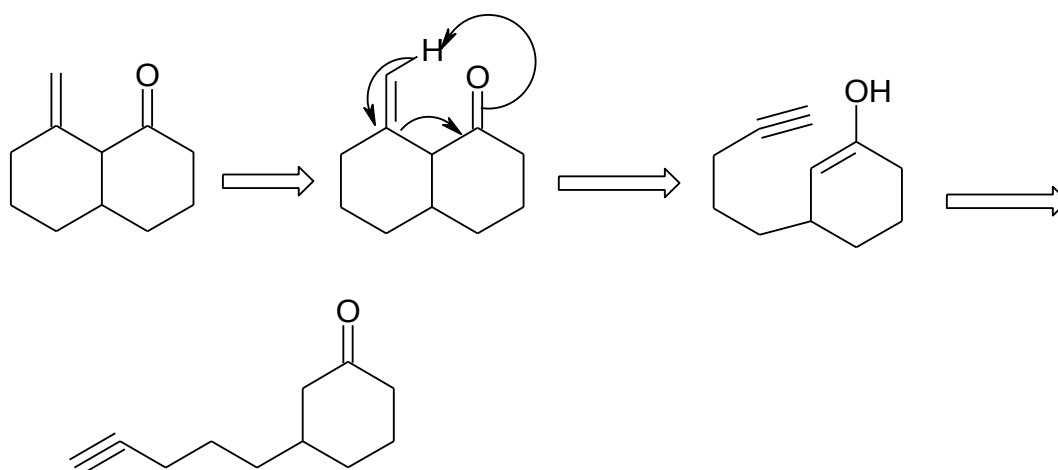


Трансформ оксиеновая реакция

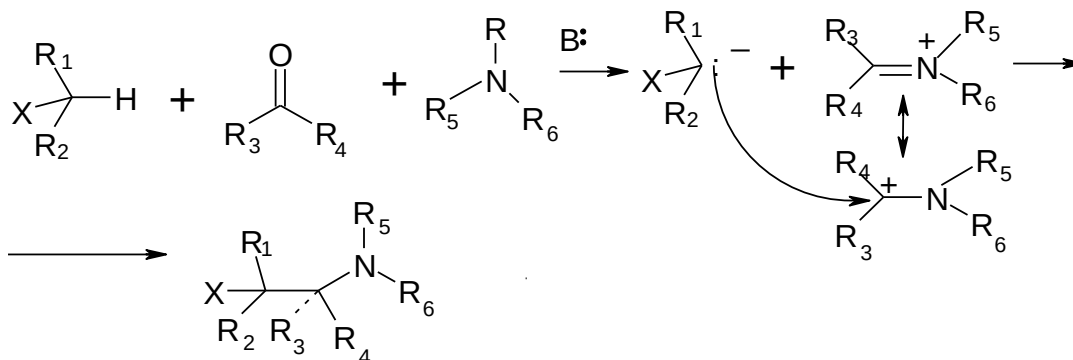


Выявите полный или частичный ретрон еновая реакция или оксиеновая реакция, проведите упрощающий трансформ еновая реакция или оксиеновая реакция.

Пример:

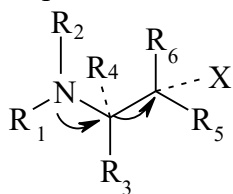


Реакция Манниха

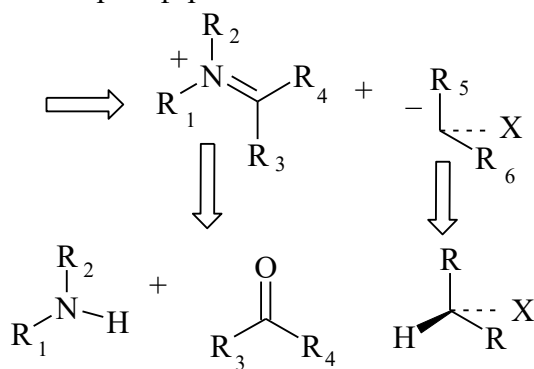


$X = C=O, COOR, \equiv N, NO_2$ и т.п. $\begin{matrix} R_1 \\ | \\ X-CH-R_2 \end{matrix}$ C-H кислота

Ретрон Манниха



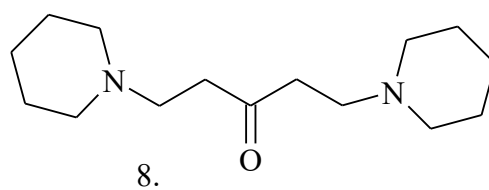
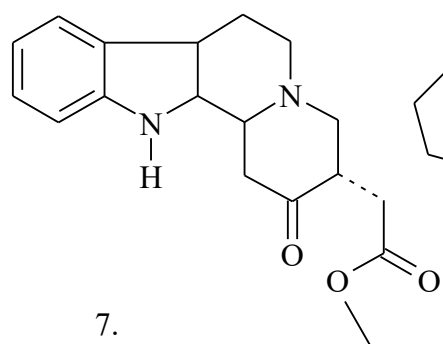
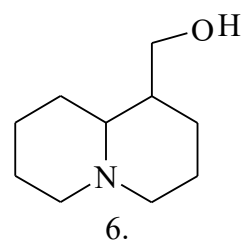
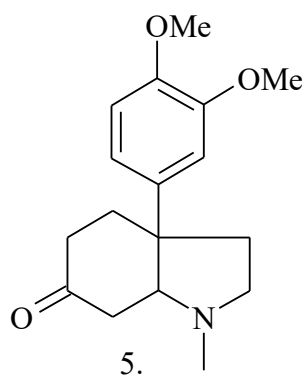
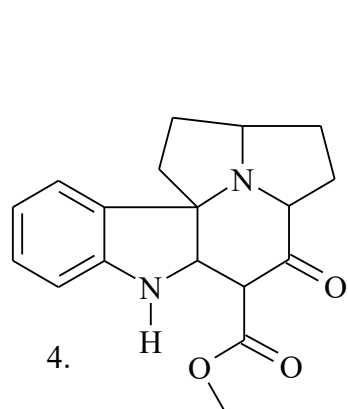
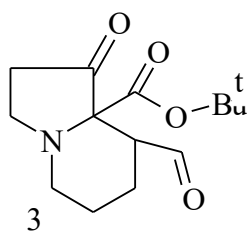
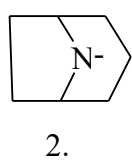
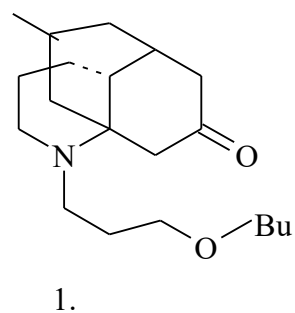
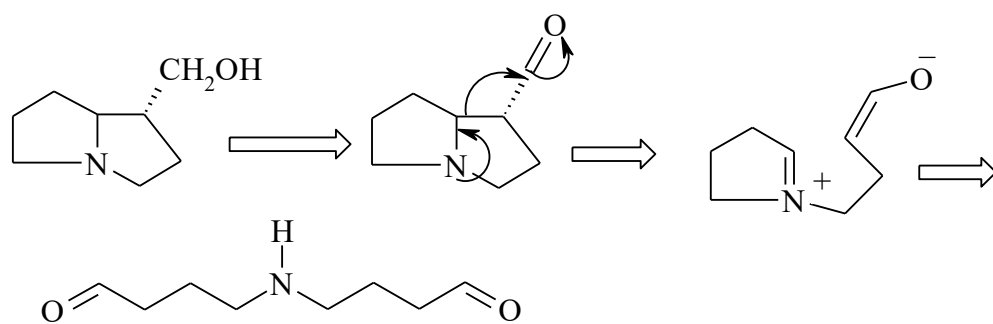
Трансформ Манниха



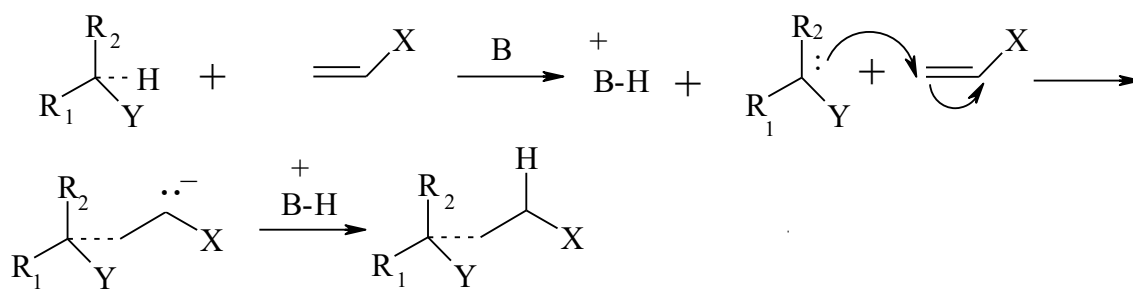
Задачи

Выявите полный или частичный ретрон Манниха, проведите упрощающий трансформ Манниха.

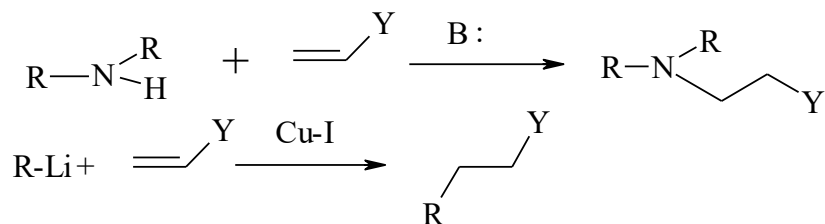
Пример:



Реакция Михаэля

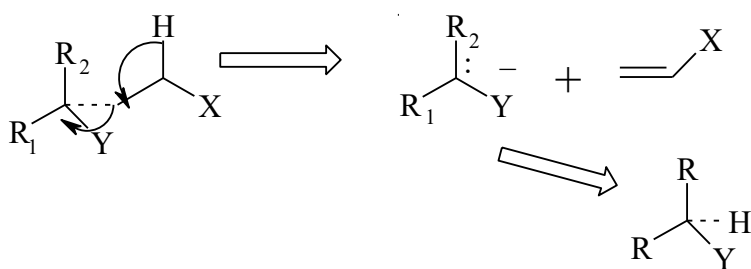


$X = C \equiv N, C=O, CO_2R$ и др. $Y = C \equiv N, C=O, CO_2R$ и др.



Ретрон Михаэля

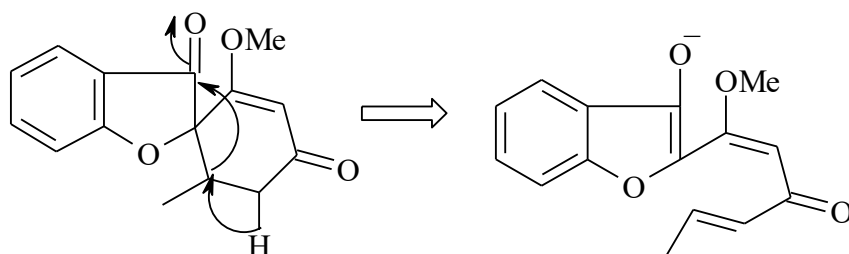
Трансформ Михаэля

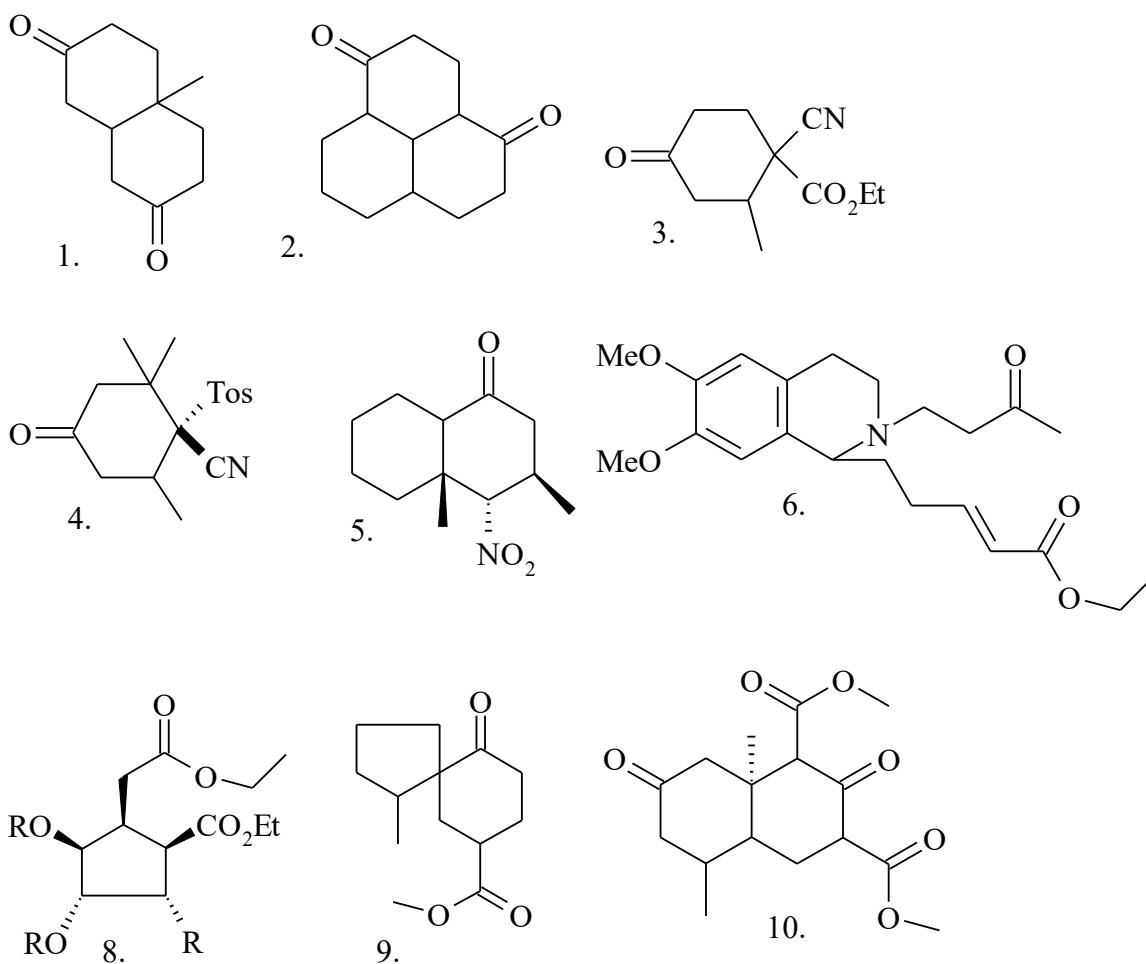


Задачи

Выявите частичный или полный ретрон Михаэля, проведите упрощающий трансформ Михаэля.

Пример





Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо ознакомиться с основной и дополнительной литературой, решить задачи по данному разделу дисциплины.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

«Планирование синтеза органических соединений»

**Методические указания по организации и проведению самостоятельной
работы**

Направление подготовки 04.03.01
Направленность (профиль) Органическая и медицинская химия

Ставрополь, 2026 г.

Содержание

Пояснительная записка	3
Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы студентов	5
Критерии оценки самостоятельной работы студентов	10
Рекомендуемая литература	12

Пояснительная записка

Цель самостоятельной работы студентов:

1. Систематизировать современные процессы интеграции Российского высшего образования в общеевропейскую и мировую образовательную практику; раскрыть сущность проблем организации учебно-воспитательного процесса на современном этапе развития высшего образования; обобщить требования к подготовке студента.

2. Подобрать такой дидактический материал для самостоятельной работы, который бы позволил применить полученные знания на практике и развивать инициативу, активность и творческие способности.

Основными **формами работы и контроля** являются:

Индивидуальное решение репродуктивных, реконструктивных и творческих **заданий**, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков студентов по дисциплине.

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т. п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Реферат – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работе

Индивидуальное решение репродуктивных, реконструктивных и творческих **заданий**, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков по дисциплине

Для подготовки к выполнению задания следует изучить и проанализировать рекомендованную литературу и на их основании подготовиться к изложению темы.

При проверке задания оцениваются

- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных проблем темы;
- самостоятельность мышления, умение отстаивать свою позицию в ходе последующих дискуссий,
- самостоятельная и выразительная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики задания.

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Принципиальные отличия заданий базового уровня от повышенного заключаются в большем объеме фактов и событий, в сравнительно-аналитическом характере изложения материала, его теоретической (методологической) составляющей.

Для подготовки к каждой теме следует изучить и законспектировать рекомендованные источники и научную литературу и на их основании подготовиться к указанным в методических материалах вопросам для обсуждения.

При проверке задания, оцениваются:

- активное участие в работе;
- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных вопросов темы;
- самостоятельность мышления,
- полное соответствие конспекта установленным требованиям;
- самостоятельная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики собеседования.

Реферат – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Структура и содержание реферата

Структура реферата включает в себя следующие элементы:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список литературы и источников;
- приложение.

Титульный лист – это информация о выходных данных вашей работы. Он является первой страницей научной работы и заполняется по строго определенным правилам. Титульный лист не нумеруется.

В *оглавлении* текста последовательно излагаются названия пунктов реферата с указанием страницы, с которой начинается каждый пункт. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчиненности по

сравнению с заголовками в тексте нельзя. Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом. Заголовки каждой последующей ступени смещают на три–пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени. Все заголовки начинают с прописной буквы без точки на конце. Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления.

Введение к работе. Здесь обычно обосновываются актуальность выбранной темы, цель и содержание поставленных задач, формулируются объект и предмет исследования, указывается избранный метод (или методы) исследования.

Содержание глав основной части должно точно соответствовать теме реферата и полностью её раскрывать. Эти главы должны показать умение автора сжато, логично и аргументировано излагать материал. Важно понимать, что каждая глава должна представлять собой законченное произведение. Её следует начинать постановкой рассматриваемой задачи, а завершать четкими, аргументированными выводами. Все приводимые в работе данные обязательно следует сопровождать подстрочной ссылкой на источник, описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов. Как правило, основная часть реферата состоит из 2–3 глав, которые в случае необходимости разбиваются на параграфы.

Реферат заканчивается заключительной частью, которая так и называется «*заключение*». Этот синтез – последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

После заключения помещается *библиографический список использованной литературы*, куда включаются оригинальные тексты, монографические исследования, научные статьи, учебные пособия и др. Каждый включенный в такой список литературный источник должен иметь отражение в тексте реферата. Если автор реферата делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен обязательно

но указать в подстрочной ссылке, откуда взяты приведенные материалы. Список литературы должен включать не менее 10 источников.

Объем реферата должен составлять не менее 24 страниц машинописного текста. Объем приложений не ограничивается.

Общие требования к оформлению реферата

Текст реферата должен быть напечатан на одной стороне стандартного листа белой односторонней бумаги формата А4 (210×297 мм) через полтора интервала (размер шрифта – 14) с применением черных чернил с полями вокруг текста. Размер левого поля 30 мм, правого – 10 мм, верхнего – 20 мм, нижнего – 20 мм. При таких полях каждая страница должна содержать приблизительно 1800 знаков (30 строк, по 60 знаков в строке, считая каждый знак препинания и пробел между словами также за печатный знак).

Текст перепечатывается в строго последовательном порядке. Не допускаются разного рода текстовые вставки и дополнения, помещаемые на отдельных страницах или на оборотной стороне листа, и переносы кусков текста в другие места. Все сноски и подстрочные примечания перепечатываются (через один интервал) на той странице, к которой они относятся. Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа. Цифру, обозначающую порядковый номер страницы, ставят в правом углу верхнего поля листа (на первой и второй странице цифру, обозначающую порядковый номер, не ставят).

Приложение для рефератов являются желательным, но необязательным элементом. В приложение обычно входят различные таблицы, графики, схемы, рисунки и т.п. Приложения помещают после списка использованных библиографических источников в порядке их упоминания в тексте. Каждое приложение следует начинать с нового листа. Приложение не входит в параметры минимального объема работы

Примерная тематика заданий для самостоятельной работы студентов

1. Расчленения одной функциональной группы. Расчленения спиртов. Расчленения алкенов. Расчленения ароматических кетонов. Контроль над синтезом. Расчленения кетонов и карбоновых кислот

2. Расчленения двух функциональных групп. Расчленения соединений, содержащих кислород в положениях 1,3 (1,3-Дикислородные скелеты): □-гидроксикарбонильные соединения, □□□-непредельные карбонильные соединения, 1,3-дикарбонильные соединения.

3. Расчленения двух функциональных групп. Расчленения 1,5-дикарбонильных соединений с использованием реакции Манниха.

4. "Нелогичные" расчленения двух функциональных групп.

5. Расчленения соединений, содержащих кислород в положениях 1,2 (1,2-дикислородные соединения). □-Гидроксикарбонильные соединения. 1,2-Диолы.

6. Расчленения соединений, содержащих кислород в положениях 1,4 (1,4-дикислородные соединения). 1,4-Дикарбонильные соединения. □-Гидроксикарбонильные соединения.

7. Расчленения 1,6-дикарбонильных соединений

8. Перициклические реакции в ретроанализе

9. Гетероатомы и гетероциклические соединения в ретросинтетическом анализе. Простые эфиры и амины. Гетероциклические соединения. Аминокислоты.

10. Методы применяемые при планировании синтеза малых циклов: 3-х и 4-хчленных циклов