

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра органической химии

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

**Программа, методические указания,
контрольные задания и лабораторные работы
для студентов специальностей
1-25 01 07 «Экономика и управление на предприятии»,
1-25 01 08 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит»,
1-26 02 02 «Менеджмент», 1-26 02 03 «Маркетинг»
заочной формы обучения**

Минск 2011

УДК 547(076.5)
ББК 24ю2
О-64

Рассмотрены и рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом университета

Составители:

Н. М. Кузьменок, С. Г. Михалёнок, М. О. Шевчук

Рецензент

кандидат химических наук, доцент,
заведующий кафедрой биотехнологии и биоэкологии БГТУ

В. Н. Леонтьев

По тематическому плану изданий учебно-методической литературы университета на 2011 год. Поз. 114.

Для студентов специальностей 1-25 01 07 «Экономика и управление на предприятии», 1-25 01 08 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», 1-26 02 02 «Менеджмент», 1-26 02 03 «Маркетинг» заочной формы обучения.

© Учреждение образования
«Белорусский государственный
технологический университет», 2011

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Данное пособие подготовлено для студентов нехимических специальностей инженерно-экономического профиля заочной формы обучения, приступающих к изучению курса органической химии в рамках вузовской подготовки, и предназначено для организации их самостоятельной работы.

Органическая химия занимает особое место среди естественнонаучных дисциплин, поскольку изучает более высокоорганизованную материю, чем неорганическая химия и физика, и тесно связана с биологией. Органические соединения играют чрезвычайно важную роль в жизни человека, жизнедеятельности растительных и животных организмов, составляют основу многообразных отраслей промышленности.

Современная органическая химия представляет упорядоченную область знаний с четкой логической структурой, понимание которой служит залогом освоения дисциплины в целом. В основе систематики материала лежит функция. Различные классы органических веществ рассматриваются с единых позиций теорий химической связи и реакционной способности. Предлагаемые для изучения в начале курса основы теории необходимы для усвоения последующих разделов, посвященных конкретному материалу. Конечно, эти теоретические основы не могут быть усвоены сразу, до знакомства с основными классами органических веществ, и поэтому к ним следует постоянно возвращаться по мере изучения курса.

При самостоятельной работе студентам-заочникам после усвоения теоретических основ необходимо перейти к изучению свойств различных классов органических соединений, рассматривая их как генетически связанные между собой системы. Это проявляется в электронной природе химической связи и реакционной способности, взаимопревращении веществ и способах их синтеза. Последовательность изучения органических соединений отражается в их классификации.

Содержательное наполнение каждого раздела при изучении конкретного класса органических соединений в рекомендуемой для самостоятельной работы литературе предполагает усвоение материала в следующей логической последовательности, обеспечивающей наилучшую эффективность процесса обучения:

1. Принадлежность веществ к данному классу, классификация соединений с определенной функцией по выделенным признакам (рисунок, табл. 1).
2. Закономерности построения названий данного класса веществ.

3. Типы изомерии, характерные для данного класса.
4. Промышленные и препаративные способы синтеза.
5. Особенности электронного строения и электронные эффекты.
6. Физические свойства.
7. Химические свойства.
8. Важнейшие представители, физиологическое действие, основные области применения.

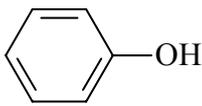
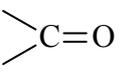
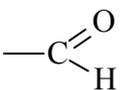
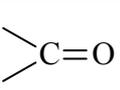
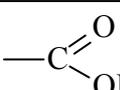
Ниже приведена общая классификация углеводородов и их функциональных производных, в соответствии с которой изложен материал в программе курса и рекомендуемой учебной литературе.



Классификация углеводородов и их функциональных производных

При выполнении контрольной работы студентам следует иметь в виду, что одно и то же органическое вещество может быть названо по-разному с использованием тривиальной (исторической) или научных номенклатур. К числу наиболее распространенных научных номенклатур относятся рациональная номенклатура и систематическая номенклатура IUPAC. Обе они основаны на принципе научной систематики, более подробно ознакомившись с которыми (см. приложение) студенты могут записать формулу требуемого органического соединения.

**Основные функциональные группы и классы
функциональных производных углеводородов**

Функциональная группа	Название функциональной группы	Название класса соединения	Общая структурная формула класса
-Hal	галогены (фтор, хлор, бром, иод)	галогенпроизводные	R-Hal
-OH	гидроксильная	спирты	R-OH
		фенолы	Ar-OH 
	карбонильная	альдегиды, кетоны	R-C(=O)H(R')
	альдегидная	альдегиды	R-C(=O)H
	кетонная	кетоны	R-C(=O)R'
	карбоксильная	карбоновые кислоты	R-C(=O)OH
C-O-C	эфирная	эфиры простые	R-O-R'
		эфиры сложные	R-C(=O)O-R'
-NH ₂	аминная	амины первичные	R-NH ₂
-NO ₂	нитро	нитросоединения	R-NO ₂

После изучения курса «Органическая химия» студенты инженерно-экономических специальностей должны знать:

- современные классификацию и номенклатуру основных классов органических веществ;
- физические и химические свойства органических соединений и их связь со строением, взаимные превращения органических веществ;
- распространение органических веществ, основные методы их препаративного и промышленного получения;
- строение и свойства наиболее важных природных органических веществ и их роль в функционировании биосферы;

– техническое использование основных классов органических веществ, их качественное выявление;

– о токсичности веществ, которые выделяются в распространенных технологических процессах, и их влиянии на окружающую среду.

Далее приведена рабочая программа, в которой перечислены основные разделы курса органической химии, при этом важнейшие термины и понятия перечисляются перед каждым разделом. Завершаются разделы вопросами для самопроверки, позволяющими оценить степень усвоения пройденного материала.

Список рекомендуемой для самостоятельной работы литературы дается в конце пособия.

После проработки теоретического материала студенты приступают к выполнению контрольной работы, методические указания по оформлению которой, индивидуальный комплект заданий и их содержание приведены после рабочей программы курса.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Тема 1. Классификация и номенклатура органических веществ

Основные понятия и термины: строение; структурная изомерия; структурная формула; углеродный скелет; первичный, вторичный, третичный и четвертичный атомы углерода, гомологический ряд; функциональная группа; основа рационального названия; главная цепь, пространственные изомеры; хиральность; старшинство заместителей.

Предмет органической химии. Возобновляемые и невозобновляемые источники органических соединений. Роль и значение органических соединений для промышленности и функционирования биосферы.

Состав и строение органических веществ. Теория химического строения А. М. Бутлерова. Структурные формулы. Углеродный скелет, классификация атомов углерода. Гомология. Классификация органических веществ. Типы номенклатур: тривиальная, рациональная, систематическая номенклатура IUPAC. Типы изомерии. Пространственная изомерия. Оптическая активность и хиральность. Проекция Фишера. Система Кана – Ингольда – Прелога.

Тема 2. Химическая связь. Классификация реакций и реагентов

Основные понятия и термины: ковалентная связь; длина, энергия, полярность, поляризуемость химической связи; коллигация; координация; гомолиз; гетеролиз; σ - и π -связи; гибридизация; делокализованные связи; индукционный эффект; мезомерный эффект; субстрат; реагент; радикал; нуклеофил; электрофил.

Типы химической связи. Ковалентная связь. Физические характеристики связей: энергия, длина, направленность, полярность, поляризуемость. Пути образования и разрыва связей: коллигация, координация, гомолиз, гетеролиз. Электронное строение атома углерода, гибридизация. Понятие о σ - и π -связях. Делокализованные связи. Электронные эффекты в молекулах: индукционный и мезомерный эффекты.

Классификация реагентов и реакций. Понятия «реагент» и «субстрат». Свободные радикалы. Электрофильные и нуклеофильные реагенты.

Реакции присоединения, замещения, отщепления. Понятие кислотности и основности в органической химии.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что отражают структурные формулы и почему в органической химии используется именно эта форма записи органических соединений?
2. Приведите примеры органических соединений, принадлежащих к разным классам, но имеющих одинаковые (разные) углеродные скелеты.
3. В чем сходство и различие соединений, принадлежащих к одному гомологическому ряду?
4. Перечислите известные вам классы органических соединений и запишите их формулы в общем виде, отразив строение функциональных групп.
5. Сформулируйте принципы построения названий по рациональной номенклатуре и систематической номенклатуре IUPAC.
6. Какие атомы углерода называются асимметрическими? Приведите формулы двух оптических антиподов (энантиомеров).
7. Какие правила положены в основу определения старшинства заместителей при асимметрическом атоме углерода? Как определяется принадлежность энантиомера к *R*- или *S*-ряду?
8. Приведите примеры соединений, в которых имеются углеродные атомы а) в sp^3 -гибридном состоянии; б) sp^2 -гибридном состоянии; в) sp -гибридном состоянии.
9. Приведите примеры соединений, в которых имеются группы атомов, проявляющие $-I$ (или $+I$); $-M$ (или $+M$) эффекты.
10. Приведите примеры реакций присоединения, замещения, отщепления. Укажите, к какому типу относятся реагенты, участвующие в этих реакциях.

УГЛЕВОДОРОДЫ

Тема 3. Насыщенные углеводороды (алканы)

Основные понятия и термины: насыщенные углеводороды; радикальные цепные реакции; инициирование; рост цепи; обрыв цепи; рекомбинация; диспропорционирование; крекинг.

Общая формула гомологического ряда алканов. Способы получения алканов: промышленные (из нефти, газа, гидрогенизацией угля) и лабораторные (гидрирование ненасыщенных углеводородов, реакция Вюрца, декарбоксилирование карбоновых кислот). Электронное строение алканов, sp^3 -гибридизация, параметры C–C и C–H связей. Физиче-

ские свойства и их изменение в гомологическом ряду. Характеристика реакционной способности алканов. Гомолитический разрыв связей в алканах и стабильность первичных, вторичных и третичных радикалов. Радикальные цепные реакции: хлорирование, бромирование. Нитрование алканов по Коновалову. Крекинг и его назначение. Применение алканов. Проблемы охраны окружающей среды и их решение. Накопление метана в атмосфере.

Тема 4. Ненасыщенные углеводороды (алкены, диены, алкины)

Основные понятия и термины: ненасыщенные углеводороды; алкены; правило Зайцева; пространственная изомерия; электрофильное присоединение; правило Марковникова; мягкое окисление; жесткое окисление; озонолиз; полимеризация; мономер; полимер; аллильное положение; сопряженные диены; 1,4-присоединение; каучуки; качественные реакции; алкины; реакция Кучерова; кислотность алкинов; ацетилены; димеризация; тримеризация.

Гомологический ряд алкенов. Номенклатура. Способы получения алкенов: пиролиз и крекинг алканов (дегидрирование), дегидратация спиртов, дегидрогалогенирование галогеналканов. Правило Зайцева. Дегалогенирование 1,2-дигалогеналканов. Гибридное sp^2 -состояние, параметры π -связи. Пространственная изомерия (*цис*-, *транс*-изомерия) и относительная устойчивость изомеров. Физические свойства и их изменение в гомологическом ряду. Характеристика реакционной способности алкенов. Электрофильное присоединение, его механизм и основные реакции: галогенирование, присоединение галогенводородов, воды, минеральных кислот. Правило Марковникова, его электронное объяснение. Присоединение бромистого водорода по Харашу. Мягкое окисление алкенов по Вагнеру. Жесткое окисление, озонолиз. Полимеризация алкенов. Понятие о мономере и полимере. Промышленное значение этих реакций. Реакции алкенов по аллильному положению. Стабильность аллильного радикала. Промышленные источники алкенов и их использование в органическом синтезе. Синтез винилхлорида из этилена.

Три типа диеновых углеводородов. Сопряженные диены. Гомологический ряд бутадиена. Промышленные (из бутан-бутеновой и пентан-пентеновой фракций) и препаративные пути получения бутадиена и изопрена. Особенности электронного строения. Характеристика реакционной способности алкадиенов. Особенности реакций присоединения к сопряженным диенам: 1,2- и 1,4-присоединение. Диеновый синтез. Полимеризация диенов. Диены как сырье для получения каучука. Бутадиеновый, изопреновый и хлоропреновый синтетические каучуки.

Химический анализ соединений с двойной связью; качественные реакции и выяснение строения алкенов и алкадиенов.

Общая формула гомологического ряда алкинов. Номенклатура. Способы получения алкинов: промышленные (пиролиз углеводородов, из карбида кальция) и препаративные (дегидрогалогенирование дигалогеналканов, алкилирование ацетиленидов). Электронное строение молекулы ацетиленов, *sp*-гибридизация, параметры тройной связи и связи С–Н в ряду алканы – алкены – алкины. Характеристика реакционной способности алкинов. Реакции присоединения: гидрирование, присоединение галогенов, кислот, спиртов, реакция Кучерова и ее практическое значение. Кислотные свойства алкинов, получение ацетиленидов и гомологов ацетиленов. Реакции ди-, три-, тетра-, полимеризации алкинов, окисление в мягких и жестких условиях. Качественные реакции на тройную связь. Алкины как важное сырье промышленного органического синтеза.

Тема 5. Ароматические углеводороды (арены)

Основные понятия и термины: ароматичность; правило Хюккеля; электрофильное замещение; π - и σ -аддукты; *орто*-, *мета*-, *пара*-положения; правила ориентации; согласованная ориентация; несогласованная ориентация; многоядерные арены; красители трифенилметанового ряда; протравное крашение.

Гомологический ряд бензола. Изомерия и номенклатура. Источники получения ароматических углеводородов: нефть, газ, каменный уголь. Ароматизация фракций нефти. Синтетические методы получения бензола. Ароматичность с точки зрения химического поведения и квантово-химических представлений. Правило Хюккеля. Свободнорадикальные реакции аренов. Реакции присоединения, гидрирования и галогенирования. Реакции по боковой цепи: галогенирование, нитрование и окисление. Реакции электрофильного замещения по ароматическому кольцу: галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование и ацилирование по Фриделю – Крафтсу. Механизм реакции электрофильного замещения, π - и σ -аддукты. Правила ориентации. Ориентанты I и II рода. Согласованная и несогласованная ориентации. Использование ароматических углеводородов как топлива, растворителей, сырья для промышленного органического синтеза. Токсичность аренов, экологические проблемы использования аренов. Стирол и его использование.

Классификация многоядерных ароматических углеводородов. Дифенил-, трифенилметан и их производные. Значение этих соединений для развития химии красителей. Гомологический ряд нафталина. Номенклатура и изомерия. Особенности электронного строения молекулы нафталина в сравнении с бензолом. Отличие атомов углерода в α - и β -положениях нафта-

лина. Источники получения нафталина. Химические свойства нафталина. Другие представители класса ароматических соединений с конденсированными ядрами: антрацен, антрахинон, ализарин. Представление о протравленном крашении. Канцерогенные свойства многоядерных ароматических соединений и связанные с этим вопросы охраны окружающей среды.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Укажите гибридное состояние атомов углерода в молекуле этана, этена, этина. Какими орбиталями образованы σ - и π -углеродуглеродные связи в этих молекулах?
2. Чем обусловлена изомерия в ряду а) алканов; б) алкенов; в) алкинов?
3. С использованием каких реакций можно перейти от низших к высшим членам гомологического ряда на примере а) алканов; б) алкинов?
4. Объясните направление присоединения HBr к пропену по правилу Марковникова и против него.
5. Приведите продукты мягкого и жесткого окисления всех изомерных алкенов состава C_4H_8 .
6. Какова специфика химического поведения сопряженных диенов?
7. Перечислите качественные реакции на кратную связь, концевую тройную связь, ароматическое ядро, боковую цепь, связанную с ароматическим ядром.
8. Что понимают под «ароматичностью» с точки зрения химического поведения бензола и какова ее интерпретация с позиций электронной природы химической связи?
9. К какому типу – электронодонорных или электроноакцепторных групп относятся ориентанты а) I рода; б) II рода? Приведите примеры соединений с согласованным (несогласованным) расположением заместителей в бензольном кольце.
10. Приведите примеры красителей, относящихся: а) к ряду многоядерных аренов с изолированными ядрами; б) ряду многоядерных аренов с конденсированными ядрами.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

Тема 6. Галогенпроизводные углеводородов

Основные понятия и термины: алкилирование, нуклеофильное замещение, элиминирование; перфторуглероды; фреоны.

Классификация. Номенклатура и изомерия. Физические свойства и их изменение в ряду от фтор- к иодпроизводным. Методы получения:

прямое галогенирование углеводородов, замещение группы OH в спиртах на галоген, получение фтористых и иодистых алкилов. Характеристика связей C–Hal. Влияние строения углеводородного радикала и природы галогена на реакционную способность галогенпроизводных. Химические свойства галогенпроизводных. Реакция алкилирования. Реакции нуклеофильного замещения и элиминирования. Реакции электрофильного замещения в арилгалогенидах. Влияние галогена на скорость реакции по кольцу. Основные галогенпроизводные углеводородов: хлорметаны, винилхлорид, перфторуглероды, фреоны, хлорбензол. Полимеризация винилхлорида, тетрафторэтилена, хлоропрена.

Тема 7. Спирты и фенолы

Основные понятия и термины: гидроксильная группа; водородная связь; алкоголяты; простые эфиры; реакция Вильямсона; сложные эфиры; этерификация; дегидратация; многоатомные спирты; краун-эфиры; фенолформальдегидные смолы; поликонденсация; диоксины.

Классификация, номенклатура и изомерия спиртов и фенолов. Способы получения спиртов: гидролиз галогенпроизводных, гидратация алкенов, окисление алкенов, восстановление альдегидов и кетонов. Водородная связь и ее влияние на физические свойства спиртов. Взаимодействие со щелочными металлами. Кислотность спиртов. Спирты и алкоголяты как основания. Реакции замещения гидроксильной группы в первичных, вторичных и третичных спиртах. Окисление спиртов до альдегидов и кетонов. Дегидратация спиртов – получение простых эфиров и алкенов. Синтез эфиров по Вильямсону. Сложные эфиры, реакция этерификации. Негативное воздействие спиртов на организм человека.

Многоатомные спирты. Характерная реакция с гидроксидами металлов. Получение глицерина (расщеплением жиров; из пропилена) и его использование. Этиленгликоль как сырье для синтеза лавсана. Диэтиленгликоль, краун-эфиры и их использование.

Ароматические спирты и фенолы. Способы получения фенолов (кумольный метод, сплавление солей сульфокислот со щелочью, гидролиз ароматических галогенпроизводных). Свойства фенольного гидроксидов в сравнении со спиртами. Получение и расщепление простых и сложных эфиров фенола. Влияние гидроксильной группы на ядро. Нитрование, сульфирование, галогенирование фенола. Пикриновая кислота. Реакция фенола с формальдегидом и ее практическое значение. Распознавание спиртов и фенолов (взаимодействие фенолов с хлоридом железа и бромной водой). Токсичность фенолов и проблема очистки стоков. Диоксины как глобальные загрязнители.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как изменяется реакционная способность галогенпроизводных при переходе от фтор- к иодпроизводным?
2. Зависит ли подвижность галоида от строения углеводородного радикала, расположения галоида относительно кратной связи?
3. Какие способы получения фтористых и иодистых алкилов известны вам?
4. Какие реакции называются «реакциями алкилирования»?
5. С помощью какой качественной реакции можно отличить арилгалогенид от алкилгалогенида?
6. Чем обусловлены кислотность и основность спиртов? Сравните кислотные свойства спиртов и фенолов.
7. Как отличить первичные, вторичные и третичные спирты, используя реакции окисления?
8. Используя какие реакции можно получать простые эфиры а) спиртов; б) фенолов?
9. Приведите качественные реакции: а) на гидроксильную группу; б) многоатомные спирты; в) фенолы.
10. Как влияет гидроксильная группа на реакционную способность бензольного ядра в фенолах?

Тема 8. Карбонилсодержащие соединения

Основные понятия и термины: нуклеофильное присоединение; полуацетали; ацетали; имины; оксимы; гидразоны; конденсация; альдольная конденсация; кротоновая конденсация; реакция Канниццаро; галоформная реакция.

Альдегиды и кетоны. Классификация, номенклатура и изомерия. Методы получения: окисление углеводов и спиртов, гидролиз дигалогенпроизводных, дегидрирование спиртов, пиролиз солей карбоновых кислот. Отдельные методы получения альдегидов и кетонов: гидратация алкинов, оксосинтез, реакции Фриделя – Крафтса, Гаттермана – Коха. Электронное строение и характеристика реакционной способности карбонильной группы в сравнении с группой C=C в алкенах. Химические свойства. Реакции нуклеофильного присоединения: HCN, бисульфита натрия, водорода, спиртов (получение полуацеталей и ацеталей). Взаимодействие с азотистыми основаниями типа NH₂-X (амиаком, гидроксиламином, гидразином, фенилгидразином). Сравнение реакционной способности альдегидов и кетонов. Реакции конденсации: альдольная и кротоновая конденсации. Замещение атома H в α-положении на галоген. Галоформная реакция – качественная реакция на метилкетоны. Реакция с галогенидами фосфора. Окисление альдегидов

и кетонов. Реакция Канницаро. Правило Попова. Карбонильная группа как ориентант II рода, ее влияние на скорость и направление реакций замещения. Основные представители: формальдегид, бензойный альдегид, ацетон.

Тема 9. Карбоновые кислоты и их производные

Основные понятия и термины: карбоксильная группа; карбоксилат анион; галогенангидриды; ангидриды; амиды; ацилирование; жиры; масла; мыла; полиэферы, полиамиды.

Одноосновные карбоновые кислоты. Классификация. Номенклатура и изомерия. Методы получения с использованием реакций окисления и гидролиза. Водородная связь и ее влияние на физико-химические свойства кислот. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат иона. Химические свойства. Кислотность и ее зависимость от строения углеводородного радикала. Реакции по карбоксильной группе. Производные кислот: образование солей, галогенангидридов, ангидридов, сложных эфиров, амидов. Гидролиз сложных эфиров. Качественная реакция на карбоновые кислоты. Реакции ацилирования и активность ацилирующих средств. Карбоксильная группа как заместитель в бензольном ядре. Основные представители карбоновых кислот: муравьиная кислота, уксусная, бензойная, салициловая. Высшие ненасыщенные одноосновные карбоновые кислоты (пальмитиновая и стеариновая) и их применение. Жиры и масла, их нахождение в природе. Физические свойства. Гидролиз и гидрирование жиров в технике. Ненасыщенные одноосновные карбоновые кислоты: акриловая, метакриловая, олеиновая, линолевая, линоленовая, их строение, свойства и использование. Двухосновные карбоновые кислоты, способы получения. Особенности их химических свойств: изменение кислотности в гомологическом ряду, образование двух рядов производных, превращения при нагревании. Основные представители: щавелевая, малоновая, янтарная, адипиновая и фталевая кислоты. Значение двух последних для синтеза полиэфиров и полиамидов.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Сравните физические характеристики и реакционную способность $C=O$ и $C=C$ связей. В чем сходство и различие этих кратных связей?
2. Как изменяется реакционная способность альдегидов и кетонов в зависимости от строения углеводородного радикала?
3. Приведите примеры реакций нуклеофильного присоединения на примере конкретного представителя гомологического ряда а) альдегидов; б) кетонов?

4. С помощью каких качественных реакций можно отличить альдегид от кетона?

5. Какое влияние оказывает карбонильная группа, связанная с бензольным кольцом, на скорость и направление реакций электрофильного замещения?

6. Чем обусловлена легкость разрыва связи O–H в карбоксильной группе по сравнению со спиртовой? Сравните кислотные свойства карбоновых кислот, спиртов и фенолов.

7. Приведите известные Вам функциональные производные кислот на примере конкретного представителя гомологического ряда одноосновных карбоновых кислот.

8. Какие реакции называются «реакциями ацилирования»?

9. Какие превращения происходят при нагревании двухосновных карбоновых кислот?

10. Приведите качественные реакции на карбоксильную группу.

УГЛЕВОДЫ

Тема 10. Моносахариды

Основные понятия и термины: моносахариды; альдозы; кетозы; пентозы; гексозы; D- и L-ряды; формулы Фишера, формулы Хеуорса; полуацетальная гидроксильная группа; эпимеры; аномеры; мутаротация; гликозиды.

Распространение углеводов в природе, значение их как продукта питания и промышленного сырья. Фотосинтез. Классификация углеводов. Конфигурация моносахаридов и разные способы отображения их строения: линейная, полуацетальная формы и формулы Хеуорса. Химические свойства моносахаридов: доказательство линейности, реакции по карбонильной группе (мягкое окисление, восстановление, присоединение синильной кислоты, взаимодействие с фенилгидразином) и по спиртовым функциям (алкилирование и ацилирование). Полуацетальный гидроксил и специфика его химического поведения. Качественные реакции на карбонильную группу. Основные представители моноз: глюкоза, галактоза, фруктоза. Гликозиды, свойства гликозидной связи.

Тема 11. Ди- и полисахариды

Основные понятия и термины: олигосахариды; дисахариды; восстанавливающие; невосстанавливающие; полисахариды; целлюлоза; амилоза; амилопектин.

Способы получения, строение, свойства. Представление о восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридах. Основные представители: мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза, их распространение в природе. Инверсия сахарозы.

Целлюлоза, нахождение в природе, опорное вещество оболочек клеток. Состав и строение, физико-химические свойства. Основные реакции: гидролиз, получение простых и сложных эфиров. Крахмал, нахождение в природе. Строение и физико-химические свойства. Амилоза и амилопектин. Гидролиз крахмала: декстрины, мальтоза, глюкоза. Крахмал как потребительское вещество.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. К какому классу органических соединений с точки зрения химической классификации относятся моносахариды?
2. Охарактеризуйте глюкозу, фруктозу и ксилозу с точки зрения классификации моносахаридов?
3. Нарисуйте формулы а) эпимера D-глюкозы; б) двух аномерных глюкоз; в) α -D-метилглюкозида?
4. Приведите примеры реакций, в которых альдегидная группа глюкозы подвергается: а) окислению; б) восстановлению?
5. Напишите формулы α -D-глюкопиранозы и β -D-фруктофуранозы.
6. Чем обусловлено различие в химическом поведении восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов?
7. В состав каких дисахаридов входит глюкоза?
8. Какое явление называется «инверсией сахарозы»?
9. В чем различие в строении крахмала и целлюлозы?
10. Приведите уравнения реакций, лежащих в основе химической переработки целлюлозы.

АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Тема 12. Нитросоединения и амины

Основные понятия и термины: нитрогруппа; *аци*-нитросоединения; реакция Зинина; соли диазония.

Нитросоединения. Номенклатура и изомерия. Методы получения: нитрование алканов, аренов. Физические свойства. Строение нитрогруппы. Влияние нитрогруппы на углеродный атом. Равновесие нитро-*аци*-нитросоединений. Химические свойства: восстановление по Н. Н. Зинину. Влияние нитрогруппы на реакционную способность бензольного кольца. Основные представители: нитропроизводные метана, нитробензол, тринитротолуол. Токсичность нитросоединений.

Амины. Классификация аминов. Номенклатура и изомерия. Способы получения: алкилирование аммиака, восстановление нитросоединений, замещение галогена на аминогруппу. Химическое поведение аминов: основность, влияние строения молекулы на основность. Реакции алкилирования и ацилирования по аминогруппе. Четвертичные аммонийные соли и их использование. Аминогруппа как заместитель в бензольном кольце, ее влияние на скорость и направление реакций замещения. Взаимодействие аминов с азотистой кислотой. Соли диазония и их основные превращения. Химический анализ аминов: взаимодействие с минеральными кислотами, в том числе с азотистой, реакция анилина с бромной водой. Основные представители: анилин, толуидин, диамины. Использование их в производстве красителей, синтетических волокон, пластмасс. Токсичность аминов и проблемы охраны окружающей среды.

Тема 13. Аминокислоты и белки

Основные понятия и термины: биполярный ион; пептиды; белки; первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура белка; денатурация.

Классификация, номенклатура и изомерия. Методы получения: гидролиз белковых молекул, аммонолиз галогенсодержащих и гидроксикислот. Биологическое значение аминокислот. Физические и химические свойства аминокислот. Двойственная химическая функция аминокислот, представление о биполярном ионе. Реакции по гидроксильной и аминогруппам. Отношение α -, β -, γ -аминокислот к нагреванию. Образование пептидов, понятие о полипептидах. Основные представители: ϵ -аминокапроновая кислота, антралиловая и *n*-аминобензойные кислоты. Значение этих кислот для образования полиамидных волокон, красителей и лекарственных веществ.

Белки – основа жизни, высшая форма развития органических веществ. Распространение белков в природе, их биологическая роль и состав. Классификация. Состав и строение белковых молекул. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белка. Общая характеристика химических свойств, гидролиз, денатурация, качественные реакции. Превращения белков в организме. Проблема синтеза белков.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие нитросоединения называют а) первичными; б) вторичными; в) третичными?
2. Охарактеризуйте электронное строение нитрогруппы.

3. Зависит ли характер продуктов восстановления нитробензола от кислотности среды? Ответ подтвердите примерами реакций.

4. Почему первичные и вторичные нитросоединения реагируют с растворами щелочей?

5. Приведите качественные реакции на первичные, вторичные и третичные амины.

6. Какие амины – алифатические или ароматические являются более сильными основаниями? Ответ поясните на примере этиламина и анилина.

7. Приведите уравнения реакций, подтверждающие амфотерный характер аминокислот?

8. Сколько дипептидов может образоваться из двух аминокислот?

9. Охарактеризуйте первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры белка.

10. Что такое «денатурация белка»?

УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Студентам в рамках контрольной работы по органической химии необходимо выполнить пять заданий, первое из которых представляет собой тест, содержащий 15 вопросов. Четыре последующих задания сформулированы в виде задач. С использованием табл. 2 выбирается номер варианта теста по первой букве фамилии, а номера задач – две по первой букве имени и две по первой букве отчества. К примеру, студенту Столярову Евгению Эдуардовичу необходимо решить по буквам: С – тест 7; Е – задачи 2.7, 3.7; Э – задачи 4.20, 5.20. Тест 1 и задания 2.1, 3.1, 4.1, 5.1 разбираются как образцы решения и оформления и приводятся ниже. Перед непосредственным выполнением теста и задач обязательно необходимо ознакомиться с требованиями к их оформлению.

Таблица 2

**Перечень заданий контрольных работ
по первым буквам фамилии, имени и отчества**

Первая буква ФИО	Фамилия	Имя		Отчество	
	Контрольное задание				
	1	2	3	4	5
Образец	Тест 1	2.1	3.1	4.1	5.1
А	Тест 2	2.2	3.2	4.2	5.2
Б	Тест 3	2.3	3.3	4.3	5.3
В	Тест 4	2.4	3.4	4.4	5.4
Г	Тест 5	2.5	3.5	4.5	5.5
Д	Тест 6	2.6	3.6	4.6	5.6
Е, Ё	Тест 7	2.7	3.7	4.7	5.7
Ж, З	Тест 8	2.8	3.8	4.8	5.8
И, Й	Тест 9	2.9	3.9	4.9	5.9
К	Тест 10	2.10	3.10	4.10	5.10
Л	Тест 2	2.11	3.11	4.11	5.11
М	Тест 3	2.12	3.12	4.12	5.12
Н	Тест 4	2.13	3.13	4.13	5.13
О, П	Тест 5	2.14	3.14	4.14	5.14
Р	Тест 6	2.15	3.15	4.15	5.15
С	Тест 7	2.16	3.16	4.16	5.16
Т, У	Тест 8	2.17	3.17	4.17	5.17
Ф, Х, Ц	Тест 9	2.18	3.18	4.18	5.18
Ч, Ш, Щ	Тест 10	2.19	3.19	4.19	5.19
Э, Ю, Я	Тест 2	2.20	3.20	4.20	5.20

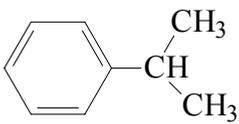
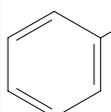
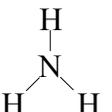
Формулы всех соединений следует изображать с использованием структурных формул, отражающих последовательность связывания атомов в молекуле. В схемах реакций требуется указывать формулы и названия всех органических соединений, а также писать формулы образующихся неорганических веществ.

Решение теста представляется в виде таблицы, содержащей три столбца. В первом указывается номер вопроса, во втором излагается содержание ответа, при этом вопрос теста не переписывается. В третьем столбце указывается только номер правильного ответа.

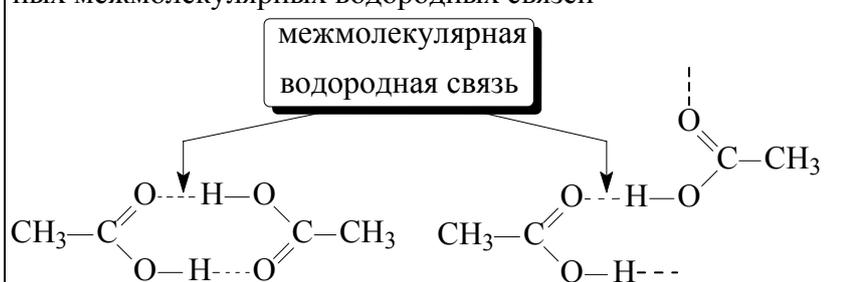
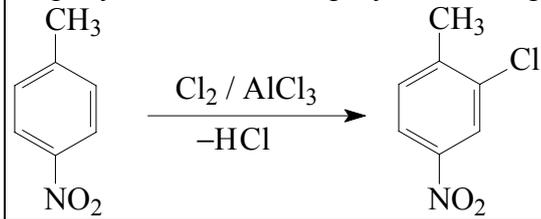
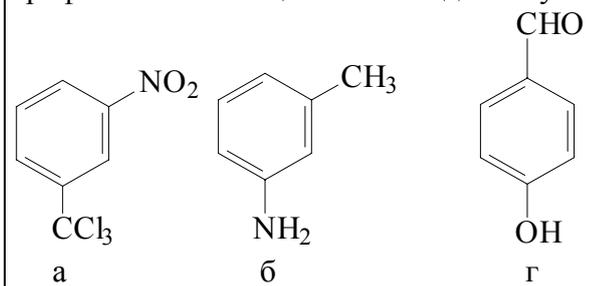
Обращаем внимание на необходимость приводить объяснения и рисовать структурные формулы при решении тестовых задач, как указано в образце оформления на примере теста № 1, представленного ниже в виде табл. 3.

Таблица 3

Образец оформления и решения теста 1

№ вопроса	Содержание ответа	№ ответа
1.1	<p>Для соединения</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2 \qquad \qquad \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$ <p>верным является название 2,5-диметилгепт-3-ин</p>	4
1.2	<p>Среди указанных веществ ближайшим высшим гомологом 1,4-диметилбензола является изопропилбензол</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>1,4-диметилбензол</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>изопропилбензол</p> </div> </div>	2
1.3	<p>Изомером 3,4,5-триметилгепт-3-ена является дец-2-ен</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2 \qquad \qquad \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>3,4,5-триметилгепт-3-ен</p> <p>$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$</p> <p>дец-2-ен</p>	2
1.4	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <  < $\text{H}_3\text{C}-\text{NH}_2$ < $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{NH} \end{array}$ </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> анилин аммиак метиламин диметиламин </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> б а в г </div>	4

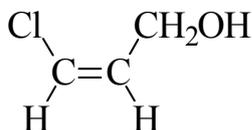
№ вопроса	Содержание ответа	№ ответа
1.5	Основным продуктом, образующимся при действии спиртового раствора KOH на 2-бром-2-метилбутан, является 2-метилбут-2-ен $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{Br}}{\text{C}}}-\text{CH}_3 \xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}} \text{CH}_3-\text{CH}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_3 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$ <p>2-бром-2-метилбутан 2-метилбут-2-ен</p>	4
1.6	Основным продуктом, образующимся при действии водного раствора NaOH на 3-бром-2-метил-3-фенилпентан, является 2-метил-3-фенилпентан-3-ол $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\overset{\text{Br}}{\text{C}}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3 \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\overset{\text{OH}}{\text{C}}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3 + \text{NaBr}$ <p>3-бром-2-метил-3-фенилпентан 2-метил-3-фенилпентан-3-ол</p>	1
1.7	$\text{C}_2\text{H}_5-\text{OH} < \text{H}_2\text{O} < \underset{\text{OH}}{\text{H}_2\text{C}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2} < \text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}$ <p>этанол вода этан-1,2-диол пропановая кислота б а в г</p>	4
1.8	Веществом X является бензилхлорид $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3 \xrightarrow[\text{h}\nu]{\text{Cl}_2} \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{Cl} \xrightarrow[\text{NaOH}]{\text{HOH}} \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2\text{OH}$ <p>бензилхлорид</p>	3
1.9	Ацетон реагирует с реагентом б (NH ₂ OH · HCl) и реагентом в (NaHSO ₃). $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}} \text{CH}_3-\overset{\text{N}-\text{OH}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{HCl}$ $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{NaHSO}_3} \text{CH}_3-\overset{\text{SO}_3\text{Na}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$	2
1.10	При взаимодействии этанола и бензойной кислоты в кислой среде образуется сложный эфир $\text{C}_6\text{H}_5-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} \xrightarrow[\text{-H}_2\text{O}]{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} / \text{H}^+} \text{C}_6\text{H}_5-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OC}_2\text{H}_5$ <p>этилбензоат</p>	2

№ вопроса	Содержание ответа	№ ответа
1.11	<p>Два структурных изомера монохлорпроизводных образуются при хлорировании на свету пропана и <i>n</i>-бутана</p> $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_3 \xrightarrow[\text{-HCl}]{\text{Cl}_2, h\nu} \begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{CH}_3\text{--CH--CH}_3 \\ \text{2-хлорпропан} \end{array} + \begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2 \\ \text{1-хлорпропан} \end{array}$ $\text{CH}_3\text{--(CH}_2\text{)}_2\text{--CH}_3 \xrightarrow[\text{-HCl}]{\text{Cl}_2, h\nu} \begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{CH}_3\text{--CH--CH}_2\text{--CH}_3 \\ \text{2-хлорбутан} \end{array} + \begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{CH}_3\text{--(CH}_2\text{)}_2\text{--CH}_2 \\ \text{1-хлорбутан} \end{array}$	3
1.12	<p>Среди приведенных веществ уксусная кислота обладает наибольшей температурой кипения вследствие образования наиболее прочных межмолекулярных водородных связей</p> <p style="text-align: center;">межмолекулярная водородная связь</p> 	1
1.13	<p>В качестве основного продукта при хлорировании 4-нитротолуола в присутствии AlCl₃ образуется 4-нитро-2-хлортолуол</p> 	4
1.14	<p>Согласованная ориентация заместителей в условиях реакций электрофильного замещения наблюдается у соединений а, б, г</p> 	3
1.15	<p>При полимеризации бут-1-ена высокомолекулярное соединение с изображенным ниже мономерным звеном</p> $n \text{ CH}_2=\overset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}} \longrightarrow \left(\text{CH}_2-\overset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}} \right)_n$ <p style="text-align: center;">бут-2-ен</p>	2

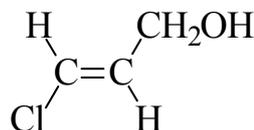
Условия заданий 2–5 перед решением записываются обязательно.

Образец оформления задания 2 (на примере задачи 2.1)

Для существования *цис-транс*-изомеров в соединении необходимо наличие двойной связи и присутствие двух различных заместителей при каждом атоме углерода двойной связи.

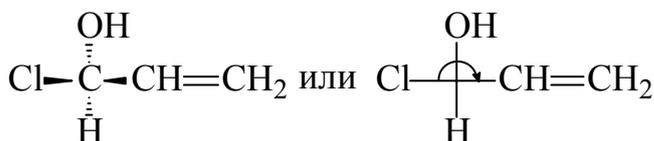


цис-3-хлорпроп-2-ен-1-ол

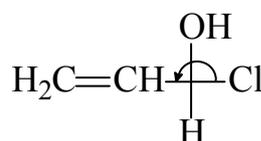


транс-3-хлорпроп-2-ен-1-ол

Для существования энантиомеров в соединении необходимо наличие асимметрического центра, т. е. атома углерода, содержащего 4 различных заместителя (атомы или группы атомов).



R-1-хлорпроп-2-ен-1-ол



S-1-хлорпроп-2-ен-1-ол

Образец оформления задания 3 (на примере задачи 3.1)

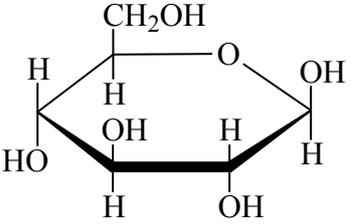
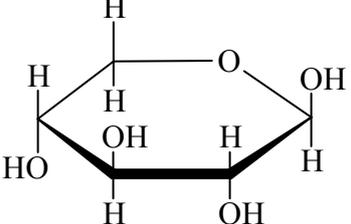
Уравнение реакции сополимеризации этилена и дивинила:



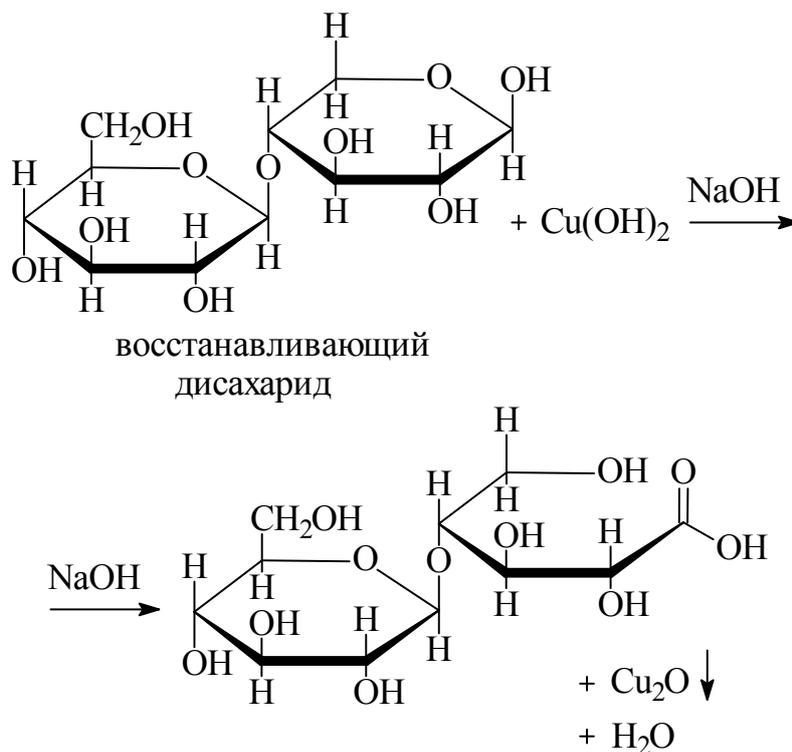
Образец оформления задания 4 (на примере задачи 4.1)

Первоначально необходимо нарисовать открытую и одну из циклических форм для D-глюкозы и D-ксилозы (табл. 4).

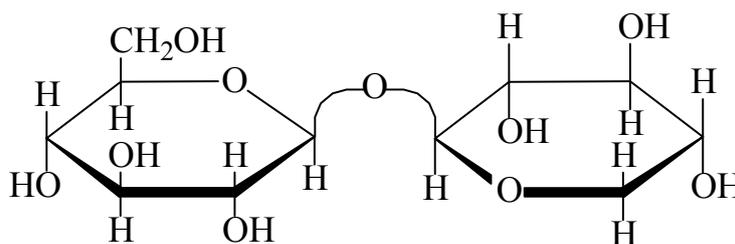
Открытая и циклическая формы D-глюкозы и D-ксилозы

D-глюкоза		D-ксилоза	
Открыта форма	Циклическая форма	Открыта форма	Циклическая форма
$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	 <p>β-D-глюкопираноза</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	 <p>β-D-ксилопираноза</p>

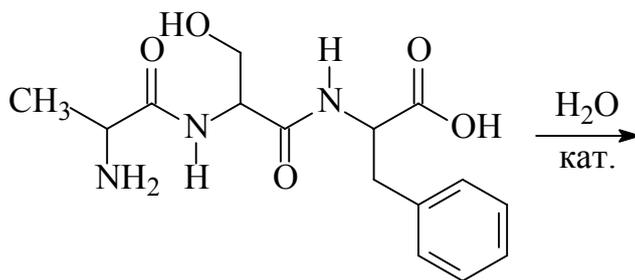
Восстанавливающий дисахарид D-глюкозы и D-ксилозы и уравнение реакции, подтверждающее его восстанавливающие свойства:



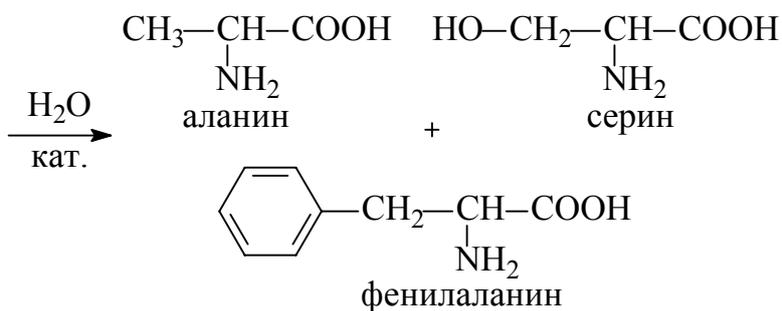
Структура невосстанавливающего дисахарид D-глюкозы и D-ксилозы:



**Образец оформления задания 5
(на примере задачи 5.1)**

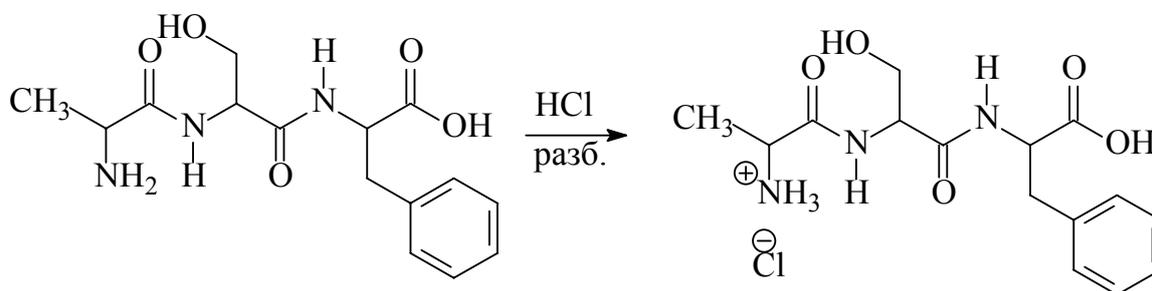


аланилсерилфенилаланин

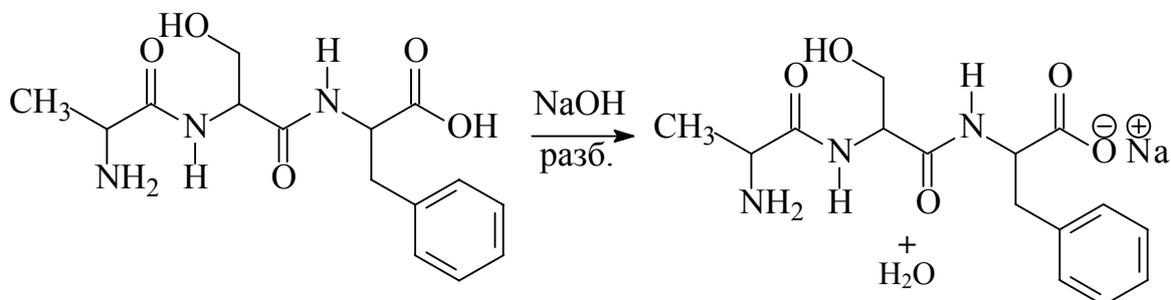


Реакции, подтверждающие амфотерные свойства трипептида.

Основные свойства трипептида подтверждаются реакцией с кислотой:



Кислотные свойства трипептида подтверждаются реакцией с основанием:

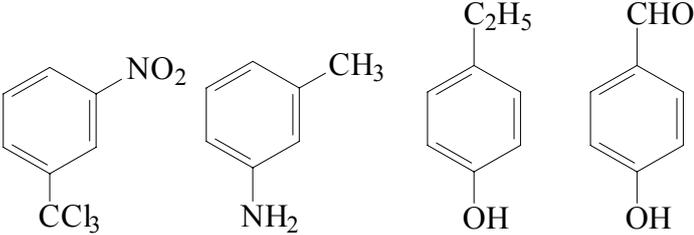


КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

ЗАДАНИЕ I

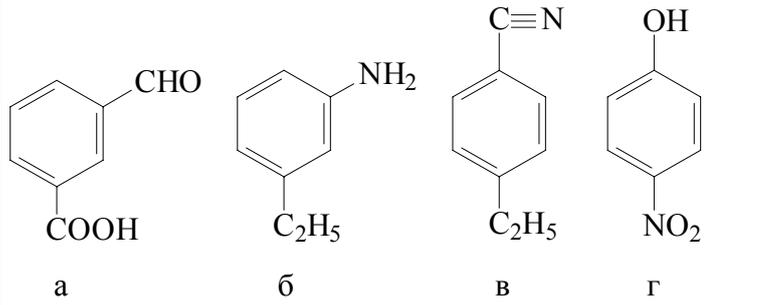
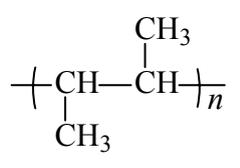
Тест I

1.1	<p>Правильным названием приведенного ниже соединения является</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2 \qquad \qquad \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	<p>1) <i>цис</i>-2-метил-5-этилгекс-3-ин 2) 2-метил-5-этилгекс-3-ин 3) 5-метил-2-этилгекс-3-ин 4) 2,5-диметилгепт-3-ин</p>
1.2	Среди указанных веществ ближайшим высшим гомологом 1,4-диметилбензола является	<p>1) этилбензол 2) изопропилбензол 3) толуол 4) 1,4-диэтилбензол</p>
1.3	Изомером 3,4,5-триметилгепт-3-ена является	<p>1) бутилциклогексан 2) дец-2-ен 3) дец-1-ин 4) 4-этилокт-4-ен</p>
1.4	<p>Расположите в ряд по увеличению основности следующие вещества: а) аммиак; б) анилин; в) метиламин; г) диметиламин</p>	<p>1) а < б < в < г 2) г < в < б < а 3) в < г < б < а 4) б < а < в < г</p>
1.5	Какой основной продукт образуется при действии спиртового раствора KOH на 2-бром-2-метилбутан?	<p>1) 2-метилбутан-2-ол 2) 3-метилбут-2-ен 3) 2-метилбут-1-ен 4) 2-метилбут-2-ен</p>
1.6	Какой основной продукт образуется при действии водного раствора NaOH на 3-бром-2-метил-3-фенилпентан?	<p>1) 2-метил-3-фенилпентан-3-ол 2) 4-метил-3-фенилпент-2-ин 3) 2-метил-3-фенилпент-3-ен 4) 2-метил-3-фенилпент-2-ен</p>
1.7	<p>Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие вещества: а) вода; б) этанол; в) этан-1,2-диол; г) пропановая кислота</p>	<p>1) а < б < в < г 2) г < в < б < а 3) в < г < б < а 4) б < а < в < г</p>
1.8	<p>Определите вещество X. В цепочке превращений укажите условия протекания реакции</p> $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 \xrightarrow[h\nu]{\text{Cl}_2} \text{X} \xrightarrow{?} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$	<p>1) хлорбензол 2) 4-хлортолуол 3) бензилхлорид 4) 2-хлортолуол</p>

1.9	Выберите реагент(ы), с которым(и) реагирует ацетон: а) $\text{Cu}(\text{OH})_2$; б) $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$; в) NaHSO_3 ; г) NaHCO_3	1) а, б, в, г 2) б, в 3) б, в, г 4) в, г
1.10	Какое функциональное производное карбоновой кислоты образуется при взаимодействии этанола и бензойной кислоты в кислой среде?	1) простой эфир 2) сложный эфир 3) ангидрид кислоты 4) соль
1.11	Два структурных изомера монохлорпроизводных образуются при хлорировании на свету: а) метана; б) этана; в) пропана; г) <i>n</i> -бутана	1) а, б 2) а, г 3) в, г 4) б, г
1.12	Среди указанных веществ выберите соединение, обладающее наибольшей температурой кипения.	1) уксусная кислота 2) этанол 3) хлорэтан 4) этаналь
1.13	Укажите реакции(ю), в которых(ой) в виде основного продукта образуется 4-нитро-2-хлортолуол: а) нитрование по Коновалову 2-хлортолуола; б) хлорирование 4-нитротолуола; в) действие $\text{CH}_3\text{Cl} / \text{AlCl}_3$ на 4-нитротолуол; г) нитрование 2-хлортолуола нитрующей смесью	1) а, б 2) г 3) в, г 4) б
1.14	В каких приведенных ниже соединениях наблюдается согласованная ориентация заместителей в условиях реакций электрофильного замещения?  а б в г	1) а, б, в 2) а, г 3) а, б, г 4) б, г
1.15	Выберите вещество, при полимеризации которого образуется высокомолекулярное соединение с изображенным ниже мономерным звеном: $\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}} \right)_n$	1) <i>n</i> -бутан 2) бут-1-ен 3) бут-2-ен 4) этилен

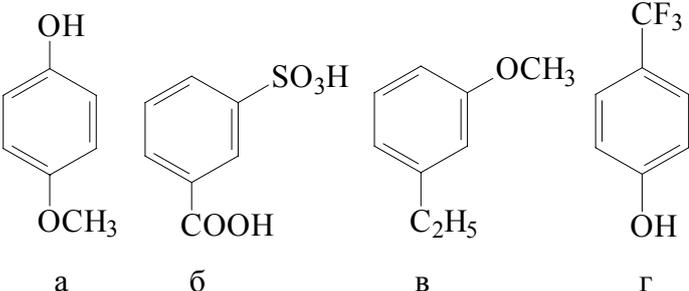
Тест 2

2.1	<p>Правильным названием приведенного ниже соединения является</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2 \qquad \qquad \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2 \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array}$	<p>1) 2,2,5-триметил-5-этилгепт-3-ин 2) 3,6,6-триметил-3-этилгепт-4-ин 3) 2,2-диметил-5,5-диэтилгекс-3-ин 4) 2,2-диэтил-5,5-диметилгекс-3-ин</p>
2.2	<p>Среди указанных веществ ближайшим высшим гомологом толуола является</p>	<p>1) 1,4-диэтилбензол 2) бензол 3) 1,4-диметилбензол 4) метилбензол</p>
2.3	<p>Изомером 2,3,4,5-тетраметилгепт-3-ена является</p>	<p>1) 4-пропилокт-2-ен 2) бутилциклогексан 3) 4,4-диметилокт-1-ен 4) метилбензол</p>
2.4	<p>Расположите в ряд по увеличению основности следующие вещества: а) дипропиламин; б) анилин; в) 4-нитроанилин; г) 4-метиланилин</p>	<p>1) а < б < в < г 2) г < в < б < а 3) в < б < г < а 4) б < а < в < г</p>
2.5	<p>Какой основной продукт образуется при действии спиртового раствора КОН на 2-бром-2-фенилбутан?</p>	<p>1) 2-фенилбутан-2-ол 2) 3-фенилбут-2-ен 3) 2-фенилбут-1-ен 4) 2-фенилбут-2-ен</p>
2.6	<p>Какой основной продукт образуется при действии водного раствора NaOH на 2,2-дибромпентан?</p>	<p>1) пент-2-ин 2) пент-1-ин 3) пента-1,2-диен 4) пентан-2-он</p>
2.7	<p>Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие вещества: а) фенол; б) 2,4-динитрофенол; в) вода; г) метанол</p>	<p>1) а < б < в < г 2) г < в < а < б 3) в < б < г < а 4) г < в < б < а</p>
2.8	<p>Определите вещество X. В цепочке превращений укажите условия протекания реакции</p> $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{Br}_2, h\nu} \text{X} \xrightarrow{?} \begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	<p>1) 1-бромпропан 2) 2-бромпропан 3) 1,2-дибромпропан 4) 1,1-дибромпропан</p>

2.9	Выберите реагент(ы), с которым(и) реагирует уксусный альдегид: а) $\text{Cu}(\text{OH})_2$; б) $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$; в) NaHSO_3 ; г) I_2/NaOH	1) а, б, в, г 2) а 3) б, в, г 4) в, г
2.10	Какое функциональное производное карбоновой кислоты образуется при взаимодействии уксусной кислоты и гидрокарбоната натрия?	1) простой эфир 2) соль 3) ангидрид кислоты 4) амид
2.11	Два структурных изомера монохлорпроизводных образуются при хлорировании на свету: а) <i>n</i> -пентана; б) этана; в) пропана; г) <i>n</i> -бутана	1) а, б 2) а, г 3) в, г 4) а, б, г
2.12	Среди указанных веществ выберите соединение, обладающее наибольшей температурой кипения.	1) пропаналь 2) пропан-2-ол 3) пропан-1,2-диол 4) пропан-1-ол
2.13	Укажите реакцию(ю), в которой(ой) в виде основного продукта образуется 4-нитро-3-хлорбензойная кислота: а) нитрование 3-хлорбензойной кислоты; б) хлорирование 4-нитробензойной кислоты; в) нитрование по Коновалову 3-хлортолуола; г) действие $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$ на 4-нитро-3-хлортолуол	1) г 2) а 3) в, г 4) б
2.14	В каких приведенных ниже соединениях наблюдается согласованная ориентация заместителей в условиях реакций электрофильного замещения? 	1) а, б, в 2) а, г 3) а, в, г 4) а, б, в, г
2.15	Выберите вещество, при полимеризации которого образуется высокомолекулярное соединение с изображенным ниже мономерным звеном: 	1) этилен 2) бут-1-ен 3) бут-2-ен 4) пент-2-ен

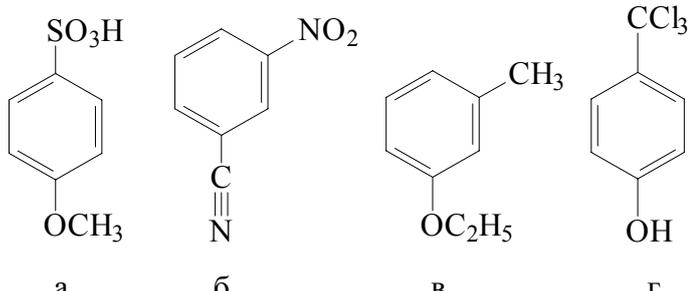
Тест 3

3.1	<p>Правильным названием приведенного ниже соединения является</p> $ \begin{array}{cccc} \text{CH}_3 & -\text{CH}_2 & \text{CH}_3 & \text{CH}_3 \\ & & & \\ \text{CH}_3 & -\text{CH} & -\text{C}=\text{C} & -\text{CH}_2 \\ & & & \\ & & \text{CH}_3 & \end{array} $	<p>1) 3,4-диметил-2-этилгекс-3-ен 2) 3,4,5-триметилгепт-3-ен 3) 3,4-диметил-5-этилгекс-3-ен 4) 3,4,5-триметилгепт-4-ен</p>
3.2	<p>Среди указанных веществ ближайшим высшим гомологом гексана является</p>	<p>1) 2,2-диметилпентан 2) 2-метилпентан 3) 2-метилбутан 4) 3-этилгептан</p>
3.3	<p>Изомером 2,5-диметилгепт-3-ина является</p>	<p>1) 4-этилгепт-3-ен 2) 3,3-диэтилпент-1-ен 3) 3,3-диэтилпент-1-ин 4) циклононан</p>
3.4	<p>Расположите в ряд по увеличению основности следующие вещества: а) <i>N</i>-метиланилин; б) анилин; в) диметиламин; г) аммиак</p>	<p>1) а < б < в < г 2) г < в < б < а 3) в < б < г < а 4) б < а < г < в</p>
3.5	<p>Какой основной продукт образуется при действии спиртового раствора KOH на 3-бром-2-метил-3-фенилпентан?</p>	<p>1) 2-метил-3-фенилпентан-3-ол 2) 4-метил-3-фенилпент-2-ин 3) 2-метил-3-фенилпент-3-ен 4) 2-метил-3-фенилпент-2-ен</p>
3.6	<p>Какой основной продукт образуется при действии водного раствора NaOH на 2,5-дибромгексан?</p>	<p>1) гексан-2,5-диол 2) гекса-1,4-диен 3) гекса-2,4-диен 4) гекса-1,5-диен</p>
3.7	<p>Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие вещества: а) муравьиная кислота; б) бутановая кислота; в) фенол; г) вода</p>	<p>1) а < б < в < г 2) г < в < б < а 3) в < б < г < а 4) б < а < в < г</p>
3.8	<p>Определите вещество X. В цепочке превращений укажите условия протекания реакции</p> $ \begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array} \xrightarrow{\text{NaOH} / \text{H}_2\text{O}} \text{X} \xrightarrow{?} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array} $	<p>1) пропен 2) пропаналь 3) пропан-2-ол 4) пропан-1-ол</p>

3.9	Выберите реагент(ы), с которым(и) реагирует бензол: а) $\text{Br}_2/\text{FeBr}_3$; б) KMnO_4/H^+ ; в) HNO_3 (конц.)/ H_2SO_4 ; г) NaHCO_3	1) в 2) а, б 3) а, в 4) а, г
3.10	Какое функциональное производное карбоновой кислоты образуется при нагревании продукта взаимодействия пропионовой кислоты с аммиаком?	1) простой эфир 2) соль 3) ангидрид кислоты 4) амид
3.11	Два структурных изомера монохлорпроизводных образуются при хлорировании на свету: а) толуола; б) этилбензола; в) пропилбензола; г) кумола	1) а, б 2) а, г 3) а, в, г 4) б, г
3.12	Среди указанных веществ выберите соединение, обладающее наибольшей температурой кипения.	1) бутаналь 2) бутановая кислота 3) 1-бромбутан 4) бут-1-ин
3.13	Укажите реакции(ю), в которых(ой) в виде одного из основных продуктов образуется 2-бромнитробензол: а) бромирование на свету нитробензола; б) бромирование ($\text{Br}_2/\text{AlBr}_3$) нитробензола; в) действие нитрующей смеси на бромбензол; г) окисление ($\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$) 2-броманилина	1) а, б 2) б, г 3) в, г 4) в
3.14	В каких приведенных ниже соединениях наблюдается согласованная ориентация заместителей в условиях реакций электрофильного замещения?  а б в г	1) а, б 2) а, г 3) а, в, г 4) б, в, г
3.15	Выберите вещество, при полимеризации которого образуется высокомолекулярное соединение с изображенным ниже мономерным звеном: $\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} \right)_n$	1) изобутан 2) бут-1-ен 3) бут-2-ен 4) 2-метилпропен

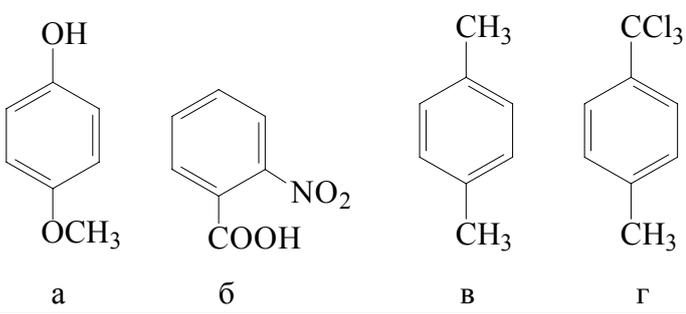
Тест 4

4.1	<p>Правильным названием приведенного ниже соединения является</p> $\begin{array}{ccccccc} \text{CH}_3 & - & \text{CH}_2 & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 \\ & & & & & & \\ \text{CH}_3 & - & \text{CH} & - & \text{C} = \text{C} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_3 & & & & \end{array}$	<p>1) 2,3,4-триметил-5-этилгекс-3-ен 2) 2,3,4,5-тетраметил-5-этилгепт-3-ен 3) 2,3,4,5-тетраметилгепт-3-ен 4) 3,4,5,6-тетраметилгепт-4-ен</p>
4.2	Среди указанных веществ ближайшим высшим гомологом циклогексана является	<p>1) циклогептан 2) гекс-1-ен 3) гепт-1-ен 4) этилциклобутан</p>
4.3	Изомером 2,3,4,5-тетраметилгекс-3-ена является	<p>1) дец-3-ен 2) окт-3-ен 3) нон-1-ен 4) 2-этилгепт-3-ен</p>
4.4	<p>Расположите в ряд по увеличению основности следующие вещества: а) <i>N</i>-изопропиланилин; б) анилин; в) метиламин; г) диметиламин</p>	<p>1) г < а < в < б 2) г < в < б < а 3) в < г < б < а 4) б < а < в < г</p>
4.5	Какой основной продукт образуется при действии спиртового раствора KOH на 1,1-дибромбутан?	<p>1) бутан-1,2-диол 2) бутаналь 3) бут-2-ин 4) бут-1-ин</p>
4.6	Какой основной продукт образуется при действии водного раствора NaOH на 1-бром-3-фенилбутан?	<p>1) 3-фенилбутан-1-ол 2) 3-фенилбут-1-ен 3) 2-фенилбут-1-ин 4) 3-фенилбутаналь</p>
4.7	<p>Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие вещества: а) пропановая кислота; б) 2-хлорпропановая кислота; в) 3-хлорпропановая кислота; г) 2,2-дихлорпропановая кислота</p>	<p>1) а < в < б < г 2) г < в < б < а 3) в < г < б < а 4) б < а < в < г</p>
4.8	<p>Определите вещество X. В цепочке превращений укажите условия протекания реакции</p> $\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \quad \text{Br} \\ \quad \\ \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array} \xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}} \text{X} \xrightarrow{?} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{OH} \quad \text{OH} \\ \quad \quad \\ \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array}$	<p>1) пент-2-ен 2) пент-1-ен 3) пентан-2-ол 4) бут-2-ен</p>

4.9	Выберите реагент(ы), с которым(и) реагирует бут-1-ин: а) $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$; б) $\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$; в) $\text{H}_2\text{O}/(\text{Hg}^{2+}, \text{H}_2\text{SO}_4)$; г) $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$	1) а, б 2) а, б, в 3) а, г 4) а, б, в, г
4.10	Какое функциональное производное карбоновой кислоты образуется при взаимодействии хлорангидрида уксусной кислоты с натриевой солью пропионовой кислоты?	1) простой эфир 2) сложный эфир 3) ангидрид 4) амид
4.11	Два структурных изомера монохлорпроизводных образуются при хлорировании на свету: а) 1,4-диметилбензола; б) 4-этилтолуола; в) пропана; г) <i>n</i> -бутана	1) а, б 2) а, г 3) а, в, г 4) в, г
4.12	Среди указанных веществ выберите соединение, обладающее наибольшей температурой кипения.	1) этан 2) этен 3) этанол 4) этаналь
4.13	Укажите реакцию(ю), в которых(ой) в виде основного продукта образуется 3-нитробензойная кислота: а) действие нитрующей смеси на бензойную кислоту; б) действие NaNO_2 на 3-хлорбензойную кислоту; в) нитрование по Коновалову бензойной кислоты; г) действие HNO_2 на бензойную кислоту	1) а 2) а, г 3) в, г 4) б
4.14	В каких приведенных ниже соединениях наблюдается согласованная ориентация заместителей в условиях реакций электрофильного замещения?  а б в г	1) а, б, в 2) а, г 3) а, в, г 4) а, б, в, г
4.15	Выберите вещество, при полимеризации которого образуется высокомолекулярное соединение с изображенным ниже мономерным звеном: $\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}} \right)_n$	1) фенилацетилен 2) этилбензол 3) <i>n</i> -дивинилбензол 4) стирол

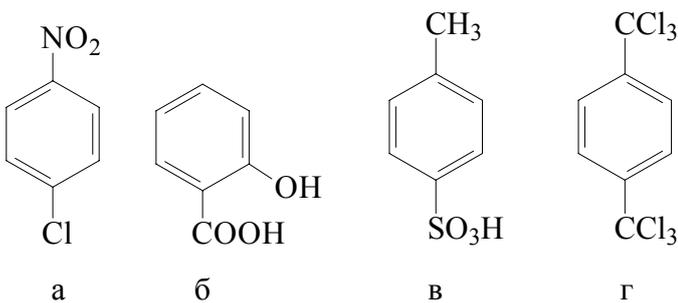
Тест 5

5.1	<p>Правильным названием приведенного ниже соединения является</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2 \qquad \qquad \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{Br} \end{array}$	<p>1) 2-бром-2-метил-5-этилгекс-3-ин 2) 2-метил-2-бром-5-этилгекс-3-ин 3) 3-бром-3,6-диметилгепт-3-ин 4) 5-бром-2,5-диметилгепт-3-ин</p>
5.2	<p>Среди указанных веществ ближайшим высшим гомологом 4-метилпент-1-ина является</p>	<p>1) 4-метилпент-2-ин 2) гекс-1-ин 3) гепта-1,3-диен 4) гепт-3-ин</p>
5.3	<p>Изомером 2-бром-3,4-диметилгекс-3-ена является</p>	<p>1) 2-бромокт-2-ен 2) окт-2-ен 3) 2,2-дибромгепт-3-ен 4) 2-бром-3-метил-4-этилгекс-3-ена</p>
5.4	<p>Расположите в ряд по увеличению основности следующие вещества: а) <i>N</i>-изопропиланилин; б) анилин; в) метиламин; г) диметиламин</p>	<p>1) г < а < б < в 2) г < в < б < а 3) в < г < б < а 4) б < а < в < г</p>
5.5	<p>Какой основной продукт образуется при действии спиртового раствора KOH на 1,1-дибром-3-фенилпропан?</p>	<p>1) 3-фенилпропаналь 2) 3-фенилпроп-1-ен 3) 3-фенилпроп-1-ин 4) 3-фенилпропан-1,2-диол</p>
5.6	<p>Какой основной продукт образуется при действии водного раствора NaOH на 1,4-дибромбутан?</p>	<p>1) бута-1,2-диен 2) бута-1,3-диен 3) бут-2-ин 4) бутан-1,4-диол</p>
5.7	<p>Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие вещества: а) 4-нитрофенол; б) 4-метилфенол; в) вода; г) метанол</p>	<p>1) г < а < б < в 2) г < в < б < а 3) в < г < б < а 4) б < а < в < г</p>
5.8	<p>Определите вещество X. В цепочке превращений укажите условия протекания реакции</p> $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH} \xrightarrow{\text{CrO}_3/\text{H}^+} \text{X} \xrightarrow{?} \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{array}$	<p>1) диэтиловый эфир 2) этилен 3) этаналь 4) этан</p>

5.9	Выберите реагент(ы), с которым(и) реагирует бензойная кислота: а) металлический Na; б) NaHCO ₃ ; в) NaOH; г) Br ₂ /FeBr ₃	1) а, б, в, г 2) а, г 3) а, в 4) а, б, в
5.10	Какое функциональное производное карбоновой кислоты образуется при взаимодействии бутановой кислоты с P ₂ O ₅ ?	1) простой эфир 2) сложный эфир 3) ангидрид кислоты 4) амид
5.11	Два структурных изомера монохлорпроизводных образуются при хлорировании на свету: а) <i>n</i> -октана; б) 2-метилпентана; в) пропана; г) 2,2-диметилпропана	1) а, б 2) а, г 3) а, в, г 4) в
5.12	Среди указанных веществ выберите соединение, обладающее наибольшей температурой кипения.	1) пентановая кислота 2) пентаналь 3) пентан-1-ол 4) пентан-2-он
5.13	Укажите реакцию(ю), в которой(ой) в виде основного продукта образуется 2-метил-5-нитробензойная кислота: а) нитрование 2-метилбензойной кислоты; б) метилирование 3-нитробензойной кислоты; в) действие NaNO ₂ на 2-метил-5-хлорбензойную кислоту; г) действие избытком KMnO ₄ /H ₂ SO ₄ на 2-метил-5-нитротолуол	1) а 2) а, б 3) в, г 4) б
5.14	В каких приведенных ниже соединениях наблюдается согласованная ориентация заместителей в условиях реакций электрофильного замещения?  а б в г	1) а, б, в 2) а, г 3) а, в, г 4) а, б, в, г
5.15	Выберите вещество, при полимеризации которого образуется высокомолекулярное соединение с изображенным ниже мономерным звеном: $\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right)_n$	1) пропен 2) этилен 3) пропиен 4) пропан

Тест 6

6.1	<p>Правильным названием приведенного ниже соединения является</p> $\begin{array}{ccccccc} & \text{CH}_3 & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & \\ & & & & & & \\ \text{CH}_3 & -\text{CH} & -\text{C} & =\text{C} & -\text{CH} & -\text{CH}_3 \\ & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_3 & & \end{array}$	<p>1) 2,3,4,5-тетраметилгекс-3-ен 2) 3,4-диметил-2-изопропилпент-2-ен 3) 2,3-изопропилбут-2-ен 4) 2,3,4,5-триметилгекс-3-ен</p>
6.2	<p>Среди указанных веществ ближайшим нижшим гомологом пента-1,3-диена является</p>	<p>1) бута-1,3-диен 2) гекса-1,4-диен 3) бут-1-ин 4) бут-2-ин</p>
6.3	<p>Изомером 3-иод-4-метилпент-1-ина является</p>	<p>1) 3-иодгепт-1-ин 2) 1-иод-4-метилпент-1-ина 3) гекс-1-ин 4) 3-иодпента-1,3-диен</p>
6.4	<p>Расположите в ряд по увеличению основности следующие вещества: а) 4-метиланилин; б) 4-метоксианилин; в) 4-нитроанилин; г) анилин</p>	<p>1) г < а < б < в 2) г < в < б < а 3) в < г < а < б 4) б < а < в < г</p>
6.5	<p>Какой основной продукт образуется при действии спиртового раствора КОН на 2-бром-пентан</p>	<p>1) пент-2-ен 2) пент-1-ен 3) пент-2-ин 4) пентан-2-ол</p>
6.6	<p>Какой основной продукт образуется при действии водного раствора NaOH на 2-бром-2-метилбутан</p>	<p>1) 2-метилбутан-2-ол 2) 3-метилбут-2-ен 3) 2-метилбут-1-ен 4) 2-метилбут-2-ен</p>
6.7	<p>Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие вещества: а) пропан-1,2,3-триол; б) бутан-1-ол; в) 4-метилфенол; г) бензойная кислота</p>	<p>1) г < а < б < в 2) б < в < г < а 3) в < г < а < б 4) б < а < в < г</p>
6.8	<p>Определите вещество X. В цепочке превращений укажите условия протекания реакции</p> $\text{C}_6\text{H}_6 \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ\text{C}]{\text{HNO}_3} \text{X} \xrightarrow{?} \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	<p>1) нитробензол 2) анилин 3) бензолсульфоновая кислота 4) 1,3-динитробензол</p>

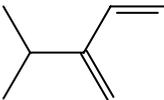
6.9	Выберите реагенты, с которыми реагирует бензиловый спирт: а) металлический Na; б) NaHCO ₃ ; в) NaOH; г) Br ₂ /FeBr ₃	1) а, б, в, г 2) а, г 3) а, в 4) а, в, г
6.10	Какое функциональное производное карбоновой кислоты образуется при взаимодействии хлорэтана с цианистым калием в апротонном растворителе?	1) простой эфир 2) нитрил 3) ангидрид кислоты 4) амид
6.11	Четыре структурных изомера монохлорпроизводных образуется при хлорировании на свету: а) <i>n</i> -пентана; б) бензола; в) этилбензола; г) <i>n</i> -гептана	1) а, б 2) а, г 3) а, в, г 4) г
6.12	Среди указанных веществ выберите соединение, обладающее наибольшей температурой кипения.	1) бутанон 2) 2-метилпропан-2-ол 3) бутаналь 4) бут-2-ен
6.13	Укажите реакции(ю), в которых(ой) в виде основного продукта образуется 4-бромбензойная кислота: а) бромирование на свету бензойной кислоты; б) бромирование (Br ₂ /AlBr ₃) бензойной кислоты; в) действие HBr/AlBr ₃ на бензойную кислоту; г) окисление (KMnO ₄ /H ₂ SO ₄) 4-бромэтилбензола	1) г 2) а, г 3) в, г 4) б
6.14	В каких приведенных ниже соединениях наблюдается согласованная ориентация заместителей в условиях реакций электрофильного замещения? 	1) а, б, в 2) б, в 3) а, в, г 4) а, б, в, г
6.15	Выберите вещество, при полимеризации которого образуется высокомолекулярное соединение с изображенным ниже мономерным звеном: $\left(\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{---C---CH---} \\ \\ \text{Cl} \end{array} \right)_n$	1) винилхлорид 2) 2-хлорбут-2-ен 3) 2-хлорбут-1-ен 4) 1-хлорбут-2-ен

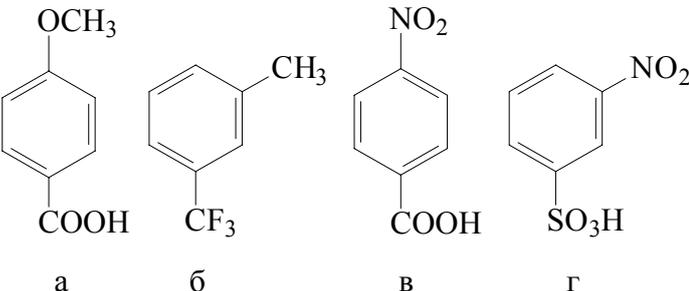
Тест 7

7.1	<p>Правильным названием приведенного ниже соединения является</p> $\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \quad \text{Br} \\ \quad \\ \text{CH}_3-\text{C}=\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	<p>1) 2-бром-3-метил-4-этилпент-3-ен 2) 2-бром-3,4-диметилгекс-3-ен 3) 4-бром-3-метил-2-этилпент-2-ен 4) 5-бром-3,4-диметилгекс-3-ен</p>
7.2	Среди указанных веществ ближайшим низшим гомологом циклогексана является	<p>1) пент-1-ен 2) метилциклопентан 3) циклопентан 4) пент-2-ен</p>
7.3	Изомером метилциклогексана является	<p>1) циклогексан 2) циклогептан 3) циклопентан 4) <i>n</i>-гептан</p>
7.4	<p>Расположите в ряд по увеличению основности следующие вещества: а) анилин; б) <i>N</i>-метиланилин; в) дифениламин; г) аммиак</p>	<p>1) $\text{г} < \text{а} < \text{б} < \text{в}$ 2) $\text{в} < \text{а} < \text{б} < \text{г}$ 3) $\text{в} < \text{г} < \text{а} < \text{б}$ 4) $\text{б} < \text{а} < \text{в} < \text{г}$</p>
7.5	Какой основной продукт образуется при действии спиртового раствора KOH на 2,2-дибромпентан?	<p>1) пент-2-ин 2) пент-1-ин 3) пента-1,2-диен 4) пентан-2-он</p>
7.6	Какой основной продукт образуется при действии водного раствора NaOH на 2-бром-2-фенилбутан?	<p>1) 2-фенилбутан-2-ол 2) 3-фенилбут-2-ен 3) 2-фенилбут-1-ен 4) 2-фенилбут-2-ен</p>
7.7	<p>Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие вещества: а) бензойная кислота; б) бензиловый спирт; в) фенол; г) вода</p>	<p>1) $\text{г} < \text{а} < \text{б} < \text{в}$ 2) $\text{б} < \text{г} < \text{в} < \text{а}$ 3) $\text{в} < \text{г} < \text{а} < \text{б}$ 4) $\text{б} < \text{а} < \text{в} < \text{г}$</p>
7.8	<p>Определите вещество X. В цепочке превращений укажите условия протекания реакции.</p> $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{Br}_2, h\nu} \text{X} \xrightarrow{?} \begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	<p>1) 1-бромпропан 2) 2-бромпропан 3) 1,2-дибромпропан 4) 1,1-дибромпропан</p>

7.9	Выберите реагент(ы), с которым(и) не реагирует фенол а) H_2SO_4 (разб.); б) Br_2/H_2O ; в) $C_2H_5Br/FeBr_3$; г) $CH_3COBr/FeBr_3$	1) а, б, в, г 2) а 3) а, в 4) а, в, г
7.10	Какое функциональное производное карбоновой кислоты образуется при взаимодействии пентановой кислоты с аммиаком?	1) простой эфир 2) соль 3) ангидрид кислоты 4) амид
7.11	Два структурных изомера монохлорпроизводных образуются при хлорировании на свету: а) кумола; б) гексана; в) толуола; г) <i>n</i> -бутана	1) а, б 2) а, г 3) а, в, г 4) а, б, г
7.12	Среди указанных веществ выберите соединение, обладающее наибольшей температурой кипения.	1) метан 2) метанол 3) метаналь 4) метановая кислота
7.13	Укажите реакцию(ю), в которых(ой) в виде основного продукта образуется фенилнитрометан: а) действие нитрующей смеси на толуол; б) действие $NaNO_2/DMFA$ на бензилхлорид; в) действие H_2SO_4 (разб.) на бензиламин при $20^\circ C$; г) нитрование по Коновалову толуола	1) а, б 2) а, г 3) в, г 4) б, г
7.14	В каких приведенных ниже соединениях наблюдается согласованная ориентация заместителей в условиях реакций электрофильного замещения? а б в г	1) а, б 2) а, г 3) а, в, г 4) б, в, г
7.15	Выберите вещество, при полимеризации которого образуется высокомолекулярное соединение с изображенным ниже мономерным звеном: $\left(CH_2 - \underset{\substack{ \\ Cl}}{C} = CH - CH_2 \right)_n$	1) бута-1,3-диен 2) хлоропрен 3) 2-хлорбут-2-ен 4) изопрен

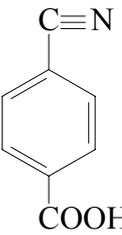
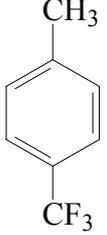
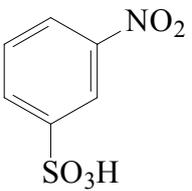
Тест 8

8.1	<p>Правильным названием приведенного ниже соединения является</p> 	<p>1) 3,4-диметилпент-1-ен 2) 2-изопропилбута-1,3-диен 3) 2-винил-3-метилбут-1-ен 4) 3-изопропилбута-1,3-диен</p>
8.2	<p>Среди указанных веществ ближайшим низшим гомологом окт-1-ена является</p>	<p>1) циклогексан 2) пен-1-ен 3) 4,4-диметилпент-2-ен 4) этилциклопентан</p>
8.3	<p>Изомером 4,6-диметил-3-этилокта-1,7-диена является</p>	<p>1) 4,4-диэтилгепта-1,5-диен 2) 4-пропил-4-этилгепта-1,6-диен 3) 4,4-диметилгепта-1,5-диен 4) пентилциклогексан</p>
8.4	<p>Расположите в ряд по увеличению основности следующие вещества: а) трифениламин; б) дифениламин; в) аммиак; г) анилин</p>	<p>1) г < а < б < в 2) г < в < б < а 3) а < б < г < в 4) б < а < в < г</p>
8.5	<p>Какой основной продукт образуется при действии спиртового раствора KOH на 2,5-дибромгексан?</p>	<p>1) гексан-2,5-диол 2) гекса-1,4-диен 3) гекса-2,4-диен 4) гекса-1,5-диен</p>
8.6	<p>Какой основной продукт образуется при действии водного раствора NaOH на 2-бромпентан?</p>	<p>1) пент-2-ен 2) пент-1-ен 3) пент-2-ин 4) пентан-2-ол</p>
8.7	<p>Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие вещества: а) глицерин; б) этановая кислота; в) вода; г) этанол</p>	<p>1) г < в < а < б 2) г < в < б < а 3) а < б < г < в 4) г < а < в < б</p>
8.8	<p>Определите вещество X. В цепочке превращений укажите условия протекания реакции</p> $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} \xrightarrow{\text{NaHCO}_3} \text{X} \xrightarrow{?} \text{CH}_4$	<p>1) этаналь 2) этанол 3) этан 4) ацетат натрия</p>

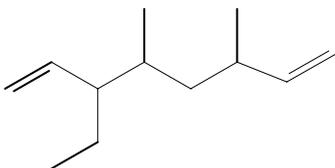
8.9	Выберите реагент(ы), с которым(и) реагирует винилбензол: а) $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$; б) $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}/\text{FeBr}_3$; в) $\text{KMnO}_4/\text{NaHCO}_3$; г) $\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$	1) а, б, в, г 2) б, г 3) а, в 4) б, в, г
8.10	Какое функциональное производное карбоновой кислоты образуется при щелочном гидролизе этилацетата	1) простой эфир 2) соль 3) ангидрид кислоты 4) кислота
8.11	Два структурных изомера монохлорпроизводных образуются при хлорировании на свету: а) метана; б) 2-метилпропана; в) пропана; г) 3-этилпентана	1) а, б 2) а, г 3) б, в, г 4) б, в
8.12	Среди указанных веществ выберите соединение, обладающее наибольшей температурой кипения.	1) пропанон 2) пропан-1-ол 3) пропаналь 4) пропен
8.13	Укажите реакцию(ю), в которой(ой) в виде основного продукта образуется <i>m</i> -бромтолуол: а) бромирование на свету толуола; б) бромирование ($\text{Br}_2/\text{AlBr}_3$) толуола; в) действие H_3PO_2 на 4-бром-2-метилфенилдиазоний-хлорид; г) метилирование ($\text{CH}_3\text{Cl}/\text{AlCl}_3$) бромбензола	1) а, б 2) а, г 3) в, г 4) в
8.14	В каких приведенных ниже соединениях наблюдается согласованная ориентация заместителей в условиях реакций электрофильного замещения? 	1) а, б 2) а, г 3) а, в, г 4) в, г
8.15	Выберите вещество, при полимеризации которого образуется высокомолекулярное соединение с изображенным ниже мономерным звеном: $\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right)_n$	1) хлорэтан 2) хлорэтин 3) винилхлорид 4) пропен

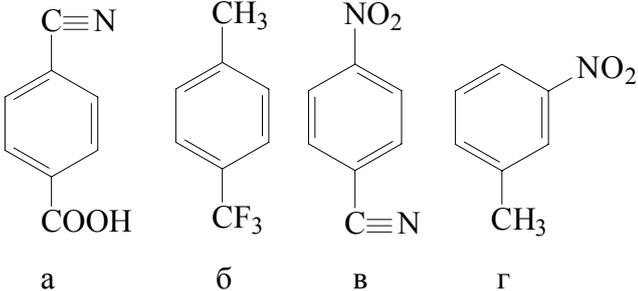
Тест 9

9.1	<p>Правильным названием приведенного ниже соединения является</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}-\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{I} \end{array}$	<p>1) 2-метил-3-иодпент-4-ин 2) 3-иод-4-метилпент-1-ин 3) 4-метил-3-иодпент-1-ин 4) 3-иод-4-метилгекс-1-ин</p>
9.2	<p>Среди указанных веществ ближайшим низшим гомологом 1,2-дипропилбензола является</p>	<p>1) пентилбензол 2) гексилбензол 3) бутилбензол 4) толуол</p>
9.3	<p>Изомером 2,5-диметилгепт-3-ина является</p>	<p>1) 3,6-диметилгепт-3-ин 2) 2-метилгепт-3-ин 3) окта-1,3-диен 4) дец-3-ин</p>
9.4	<p>Расположите в ряд по увеличению основности следующие вещества: а) 4-этиланилин; б) анилин; в) 4-нитроанилин; г) <i>N</i>-метиланилин</p>	<p>1) в < б < а < г 2) г < в < б < а 3) а < б < г < в 4) б < а < в < г</p>
9.5	<p>Какой основной продукт образуется при действии спиртового раствора KOH на 1-бром-3-фенилбутан?</p>	<p>1) 2-фенилбутан-1-ол 2) 3-фенилбут-1-ен 3) 2-фенилбут-1-ин 4) 3-фенилбутаналь</p>
9.6	<p>Какой основной продукт образуется при действии водного раствора NaOH на 1,1-дибромбутан?</p>	<p>1) бутан-1,2-диол 2) бутаналь 3) бут-2-ин 4) бут-1-ин</p>
9.7	<p>Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие вещества: а) 4-этилфенол; б) 4-нитрофенол; в) вода; г) этиленгликоль</p>	<p>1) в < б < а < г 2) в < г < а < б 3) а < б < г < в 4) г < в < а < б</p>
9.8	<p>Определите вещество X. В цепочке превращений укажите условия протекания реакции</p> $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} \xrightarrow{\text{NaHCO}_3} \text{X} \xrightarrow{?} \text{CH}_3-\text{CH}_3$	<p>1) этан 2) этанол 3) этаналь 4) ацетат натрия</p>

9.9	<p>Выберите реагент(ы), с которым(и) реагирует фенил-ацетилен:</p> <p>а) $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$; б) $\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$; в) $\text{H}_2\text{O}/(\text{Hg}^{2+}, \text{H}_2\text{SO}_4)$; г) $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}$</p>	<p>1) а, б 2) а, б, в 3) а, г 4) а, б, в, г</p>
9.10	<p>Какое функциональное производное карбоновой кислоты образуется при нагревании продукта взаимодействия бензойной кислоты с аммиаком?</p>	<p>1) простой эфир 2) соль 3) ангидрид кислоты 4) амид</p>
9.11	<p>Три структурных изомера монохлорпроизводных образуются при хлорировании на свету:</p> <p>а) циклогексана; б) <i>n</i>-гексана; в) пропана; г) <i>n</i>-гептана</p>	<p>1) а, б 2) а, г 3) а, в, г 4) б</p>
9.12	<p>Среди указанных веществ выберите соединение, обладающее наибольшей температурой кипения.</p>	<p>1) этан-1,2-диол 2) этаналь 3) бромэтан 4) этанол</p>
9.13	<p>Укажите реакции(ю), в которых(ой) в виде основного продукта образуется <i>m</i>-нитротолуол:</p> <p>а) действие нитрующей смеси на толуол; б) метилирование ($\text{CH}_3\text{Cl}/\text{AlCl}_3$) нитробензола; в) действие H_3PO_2 на 3-метил-5-нитрофенилдиазоний-хлорид; г) нитрование по Коновалову толуола</p>	<p>1) а, б 2) а, г 3) в, г 4) в</p>
9.14	<p>В каких приведенных ниже соединениях наблюдается согласованная ориентация заместителей в условиях реакций электрофильного замещения?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>а</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>б</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>в</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>г</p> </div> </div>	<p>1) а, б 2) а, г 3) а, б, в 4) б, в, г</p>
9.15	<p>Выберите вещество, при полимеризации которого образуется высокомолекулярное соединение с изображенным ниже мономерным звеном:</p> $\left(\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{---C---C---} \\ \quad \\ \text{CH}_3\text{CH}_3 \end{array} \right)_n$	<p>1) пропен 2) изопрен 3) 2,3-диметилбутан 4) 2,3-диметилбут-2-ен</p>

Тест 10

10.1	<p>Правильным названием приведенного ниже соединения является</p> 	<p>1) 4,6-диметил-3-этил-окта-1,7-диен 2) 2,5-диметил-6-этил-окта-1,7-диен 3) 3,5-диметил-6-этилнона-1,7-диен 4) 4,6-диметил-3-этилнона-1,7-диен</p>
10.2	<p>Среди указанных веществ ближайшим низшим гомологом 3,4,5-триметилгепт-3-ена является</p>	<p>1) пропилциклогексан 2) нон-2-ен 3) 5-метилгепт-2-ен 4) циклононен</p>
10.3	<p>Изомером 2,2,5-триметил-5-этилгепт-3-ина является</p>	<p>1) дец-3-ен 2) 2-метилгепт-3-ин 3) нона-1,3-диен 4) дец-3-ин</p>
10.4	<p>Расположите в ряд по увеличению основности следующие вещества: а) 4-нитроанилин; б) анилин; в) 4-этиланилин; г) этиламин</p>	<p>1) в < б < а < г 2) г < в < б < а 3) а < б < г < в 4) а < б < в < г</p>
10.5	<p>Какой основной продукт образуется при действии спиртового раствора КОН на 1,4-дибромбутан?</p>	<p>1) бута-1,2-диен 2) бута-1,3-диен 3) бут-2-ин 4) бутан-1,4-диол</p>
10.6	<p>Какой основной продукт образуется при действии водного раствора NaOH на 1,1-дибром-3-фенилпропан?</p>	<p>1) 3-фенилпропаналь 2) 3-фенилпроп-1-ен 3) 3-фенилпроп-1-ин 4) 3-фенилпропан-1,2-диол</p>
10.7	<p>Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие вещества: а) 4-метилфенол; б) пропановая кислота; в) вода; г) пропан-1-ол</p>	<p>1) в < б < а < г 2) г < в < б < а 3) а < б < г < в 4) г < в < а < б</p>
10.8	<p>Определите вещество X. В цепочке превращений укажите условия протекания реакции</p> $ \begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{C}_2\text{H}_5-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array} \xrightarrow[t^\circ\text{C}]{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{X} \xrightarrow{?} \begin{array}{c} \text{Br} \quad \text{Br} \\ \quad \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array} $	<p>1) пропен 2) бут-2-ен 3) бут-1-ен 4) дивторбутиловый эфир</p>

10.9	Выберите реагент(ы), с которым(и) реагирует 2-метилпентановая кислота а) металлический Na; б) NaHCO ₃ ; в) NaOH; г) Br ₂ /FeBr ₃	1) а, б, в 2) а, г 3) а, в 4) а, б, в, г
10.10	Какое функциональное производное карбоновой кислоты образуется при а взаимодействии пропионовой кислоты с бензиловым спиртом?	1) простой эфир 2) сложный эфир 3) ангидрид кислоты 4) амид
10.11	Три структурных изомера монохлорпроизводных образуются при хлорировании на свету: а) <i>n</i> -гептана; б) 2-метилгептана; в) пропана; г) 3-этилпентана	1) а, б 2) а 3) а, в, г 4) б, г
10.12	Среди указанных веществ выберите соединение, обладающее наибольшей температурой кипения	1) бутан-2,3-диол 2) бутанон 3) бутаналь 4) бутан-2-ол
10.13	Укажите реакции(ю), в которых(ой) в виде основного продукта образуется 3-нитро-5-хлортолуол: а) нитрование 3-хлортолуола; б) метилирование (CH ₃ Cl/AlCl ₃) <i>m</i> -хлорнитробензола; в) действие H ₃ PO ₂ на 4-метил-2-нитро-6-хлорфенил-дiazонийхлорид; г) нитрование по Коновалову 3-хлортолуола	1) а, б 2) а, г 3) в 4) а, б, в
10.14	В каких приведенных ниже соединениях наблюдается согласованная ориентация заместителей в условиях реакций электрофильного замещения? 	1) а, б 2) а, г 3) б 4) в, г
10.15	Выберите вещество, при полимеризации которого образуется высокомолекулярное соединение с изображенным ниже мономерным звеном: $\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} = \overset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_2 \right)_n$	1) изопрен 2) 2,3-диметилбут-1-ен 3) 2,3-диметилбута-1,3-диен 4) 2,3-диметилбут-2-ен

ЗАДАНИЕ 2

Задачи 2.1–2.20. Нарисуйте формулы двух структурных изомеров приведенного состава (табл. 5), один из которых может существовать в виде *цис-транс*-изомеров, а второй в виде энантиомеров (*R*, *S*-изомеров). Приведите также формулы и названия этих четырех пространственных изомеров. (Образец оформления задания 2 представлен на с. 23).

Таблица 5

Варианты задач для задания 2

№ задачи	Брутто-формула	№ задачи	Брутто-формула
2.1	C_3H_5ClO	2.11	$C_4H_7NO_2$
2.2	C_4H_7BrO	2.12	$C_5H_8O_2$
2.3	$C_3H_4Cl_2$	2.13	C_7H_{14}
2.4	C_3H_7NO	2.14	$C_3H_4Br_2$
2.5	C_4H_7Cl	2.15	C_4H_7Cl
2.6	C_6H_{12}	2.16	C_5H_9NO
2.7	$C_3H_5NO_3$	2.17	C_4H_8O
2.8	$C_4H_8O_2$	2.18	$C_4H_5ClO_2$
2.9	C_4H_7I	2.19	C_6H_{10}
2.10	C_4H_9N	2.20	C_5H_9F

ЗАДАНИЕ 3

Задачи 3.1–3.20. Нарисуйте формулы сополимеров, которые могут образоваться при взаимодействии приведенных ниже соединений (табл. 6). (Образец оформления задания 3 представлен на с. 23).

Таблица 6

Перечень мономеров для выполнения задания 3

№ задачи	Мономеры	№ задачи	Мономеры
3.1	этилен, дивинил	3.11	бута-1,3-диен, пропилен
3.2	винилхлорид, стирол	3.12	1,4-дивинилбензол, этилен
3.3	2-метилпропен, этен	3.13	дивинил, акрилонитрил
3.4	2-фенилпропен, бут-2-ен	3.14	бут-2-ен, пропен
3.5	винилацетат, этилен	3.15	акрилонитрил, хлоропрен
3.6	винилбензол, акрилонитрил	3.16	хлорэтен, тетрафторэтилен
3.7	хлоропрен, 2-метилпропен	3.17	пента-1,3-диен, этилен
3.8	тетрафторэтилен, этилен	3.18	фенилэтилен, пент-2-ен
3.9	изопрен, бут-1-ен	3.19	винилхлорид, гекса-2,4-диен
3.10	этен, фенилэтен	3.20	акрилонитрил, винилацетат

ЗАДАНИЕ 4

Задачи 4.1–4.10. Напишите формулы (открытую и одну циклическую формы) моносахаридов А и Б (табл. 7). На основе этих моносахаридов представьте формулы одного невосстанавливающего и одного восстанавливающего дисахаридов. Для последнего подтвердите восстанавливающие свойства уравнением реакции. (Образец оформления задания 4 представлен на с. 23, 24).

Таблица 7

Перечень моносахаридов для выполнения задач 4.1–4.10

№ задачи	А	Б
4.1	D-глюкоза	D-ксилоза
4.2	D-глюкоза	D-фруктоза
4.3	D-глюкоза	D-арабиноза
4.4	D-глюкоза	D-манноза
4.5	D-глюкоза	D-галактоза
4.6	D-ксилоза	D-арабиноза
4.7	D-ксилоза	D-галактоза
4.8	D-ксилоза	D-рибоза
4.9	D-ксилоза	D-фруктоза
4.10	D-ксилоза	D-манноза

4.11. Напишите структурный элемент целлюлозы и реакцию гидролиза этого полисахарида. Какой дисахарид может образоваться при гидролизе целлюлозы?

4.14. Напишите структурный элемент амилозы (содержится в крахмале) и реакцию гидролиза этого полисахарида. Какой дисахарид может образоваться при гидролизе амилозы?

4.13. Напишите структурный элемент амилопектина (содержится в крахмале) и реакцию гидролиза этого полисахарида. Какой дисахарид может образоваться при гидролизе амилопектина?

4.14. Напишите структурный элемент гликогена и реакцию гидролиза этого полисахарида. Какой дисахарид может образоваться при гидролизе гликогена?

4.15. Напишите структурный элемент инулина (содержится в топинамбуре) и реакцию гидролиза этого полисахарида. Какой дисахарид может образоваться при гидролизе гликогена?

4.16. Приведите формулу сахарозы и напишите уравнение ее гидролиза. К восстанавливающему или невосстанавливающему типу дисахаридов относится сахароза? Дайте пояснения.

4.17. Приведите формулу мальтозы и напишите уравнение ее гидролиза. К восстанавливающему или невосстанавливающему типу дисахаридов относится мальтоза? Дайте пояснения.

4.18. Приведите формулу целлобиозы и напишите уравнение ее гидролиза. К восстанавливающему или невосстанавливающему типу дисахаридов относится целлобиоза? Дайте пояснения.

4.19. Приведите формулу лактозы и напишите уравнение ее гидролиза. К восстанавливающему или невосстанавливающему типу дисахаридов относится лактоза? Дайте пояснения.

4.20. Приведите формулу трегалозы и напишите уравнение ее гидролиза. К восстанавливающему или невосстанавливающему типу дисахаридов относится трегалоза? Дайте пояснения.

ЗАДАНИЕ 5

Задачи 5.1–5.20. Приведите реакцию гидролиза трипептида (табл. 8), назовите полученные аминокислоты. Докажите с помощью химических реакций амфотерность трипептида. (Образец оформления задания 5 представлен на с. 25).

Таблица 8

Перечень трипептидов для выполнения задания 5

№ задачи	Трипептид
5.1	аланилсерилфенилаланин
5.2	тирозилглицилметионин
5.3	изолейцилпролилцистеин
5.4	аспарагилтреонилаланин
5.5	валилаланиласпарагин
5.6	метионилаланилизольцин
5.7	треонилтреонилглицин
5.8	фенилаланилсерилметионин
5.9	метионилизольцилаланин
5.10	аланиласпарагилсерин
5.11	пролилглицилтирозин
5.12	глицилфенилаланилвалин
5.13	серилцистеилглицин
5.14	аланилглицилвалин
5.15	серилфенилаланилаланин
5.16	аланилвалилпролин
5.17	изолейцилаланилметионин
5.18	аланиласпарагилглицин
5.19	лейцилаланиласпарагин
5.20	цистеилаланилтирозин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМУ

Выполнение лабораторного практикума по курсу «Органическая химия» студентами заочной формы обучения ограничивается сжатыми сроками, выделяемыми на его отработку в период сессии. Поэтому, перед тем как приступить к экспериментальной работе, студентам требуется предварительная подготовка. В ходе этой подготовки необходимо усвоить теоретический материал и четко осознать суть химического эксперимента, который предстоит выполнить в лаборатории.

Задачей малого практикума по органической химии является экспериментальное ознакомление с общими свойствами и характерными реакциями основных классов органических соединений. Наблюдение и изучение характерных свойств и превращений отдельных веществ-представителей определенных классов органических соединений в реальном эксперименте является иллюстрацией и дополнением теоретического и описательного материала курса. Кроме того, выполнение лабораторных работ малого практикума позволяет провести сравнительный анализ химических свойств и превращений веществ различного строения. В опытах с использованием соединений, принадлежащих к разным классам, выявляется связь между химическим строением веществ и их свойствами и убедительно доказывается возможность сделать вывод о строении вещества по этим свойствам.

Список реактивов, которые необходимы для выполнения лабораторных работ, находятся в штативе-лаборатории под соответствующими номерами и в вытяжном шкафу в штативах-колодках или эксикаторе и указаны в табл. 9, 10.

После ознакомления с основами техники безопасной работы в лаборатории органического анализа и получения допуска к работе необходимо тщательно изучить ход предстоящих операций всех лабораторных экспериментов и в лабораторном журнале оформить таблицу обзорных реакций, соответствующую выполняемой работе. Перечень представителей классов соединений, изучаемых при выполнении лабораторной работы, ход выполнения эксперимента, задания для защиты лабораторной работы и пример оформления этого задания при отчете для лабораторной работы № 1 указаны в табл. 11–14, а для лабораторной работы № 2 в табл. 15–17.

Таблица 9

Список реактивов и препаратов и их номера в штативе-лаборатории

1. Вода дистиллированная	19. Этиленгликоль (этан-1,2-диол)
3. KMnO_4 , 1%-ный	20. Этиловый спирт
4. Na_2CO_3 , 5%-ный	21. Этилацетат
5. NaHCO_3 , 5%-ный	22. KOH , 10%-ный
6. NaOH , 5%-ный	25. NaHSO_3 , насыщ. раствор
7. CuSO_4 , 5%-ный	27. AgNO_3 , 4%-ный
8. FeCl_3 , 1%-ный	28. $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$, 3%-ный
11. Гексан	30. H_2SO_4 , 20%-ная
12. Гекс-1-ен	41. Альдегид
13. Гекс-1-ин	42. Натрий металлический
14. Толуол	43. CuSO_4 , безводный
15. Бромистый бутил	47. Индикаторная бумага (унив.)
16. Уксусная кислота	49. Фенолфталеин, 1%-ный
17. Фенол	50. Метиловый оранжевый, 0,2%-ный
18. Ацетон	52. $\text{Cu}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}$

Таблица 10

Список реактивов, помещенных в вытяжном шкафу
в штативах-колодках или эксикаторе

Название реагента	Формула	Концентрация, %	d_4^{20}
Серная кислота конц.	H_2SO_4	98	1,84
Азотная кислота конц.	HNO_3	68	1,41
Соляная кислота конц.	HCl	34	1,17
Бромная вода	$\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1–3	~1,02

Лабораторные работы № 1 и 2 оформляют заранее при подготовке к ним в соответствии с табл. 12, 16, не переписывая условия опытов. После заполнения соответствующей таблицы и усвоения химической сущности предстоящих экспериментов можно приступать к выполнению перечисленных опытов. Визуальные наблюдения при выполнении работы и выводы необходимо записывать в правую колонку (№ 3) оформленных таблиц.

После выполнения эксперимента и заполнения таблиц студентам следует защитить лабораторные работы. Защита включает решение контрольных заданий в соответствии с вариантом (табл. 13, 17). Пример решения и его оформление приведены после выполнения лабораторной работы (табл. 14).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 СВОЙСТВА УГЛЕВОДОРОДОВ И ГАЛОГЕНПРОИЗВОДНЫХ

В табл. 11 приведены углеводороды и галогенпроизводные углеводородов, анализ которых необходимо провести в данной лабораторной работе.

Таблица 11

Анализируемые соединения

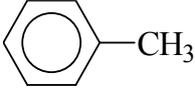
Класс органического соединения	Представитель класса	Номер, соответствующий веществу в штативе-лаборатории
Алканы	Гексан	11
Алкены	Гекс-1-ен	12
Алкины с тройной связью в конце цепи	Гекс-1-ин	13
Арены с алифатической цепью	Толуол (метилбензол)	14
Галогенпроизводные углеводородов с галогеном в алифатической цепи	Бутилбромид (1-бромбутан)	15

Лабораторную работу № 1 оформляют в соответствии с табл. 12, без переписывания хода эксперимента.

Таблица 12

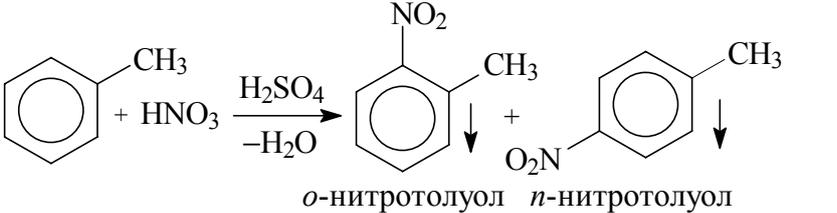
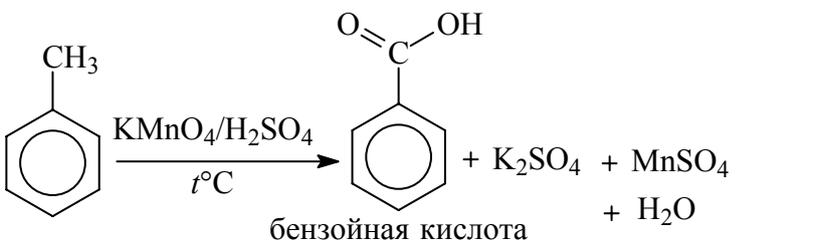
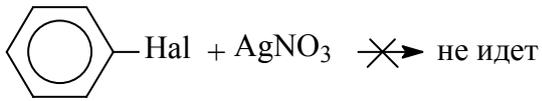
Свойства углеводородов и галогенпроизводных углеводородов

Исследуемые вещества	Последовательность выполнения опытов. Физические свойства. Уравнения реакций. Замечания	Наблюдаемый эффект
1	2	3
<i>1. Исследование физических свойств веществ. Растворимость в воде и определение относительной плотности</i>		
	В пробирку вносят 2–3 капли органической жидкости, добавляют 1 мл холодной воды (1) и смесь встряхивают. Если жидкость расслаивается, то обращают внимание на то, в каком слое находится органическое вещество – над поверхностью или под слоем воды (плотность воды при 4°C равна 1,0). По этому признаку определяют относительную плотность вещества d_4^{20} .	
Гексан	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_3$	
Гекс-1-ен	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}=\text{CH}_2$	
Гекс-1-ин	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\text{C}\equiv\text{CH}$	

1	2	3
Толуол		
Бутил бромистый	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Br}$ <p>Пробирки после опыта с водой оставляют в штативе в соответствующей последовательности и используют далее в реакции с бромной водой (опыт 4)</p>	
<i>2. Горение органических веществ. Проба на свечение пламени</i>		
	<p>В маленькую металлическую ложечку помещают 2–3 капли вещества. Сжигание производят под тягой, постепенно продвигая ложечку в верхнюю бесцветную часть пламени горелки, и внимательно наблюдают за изменениями, происходящими с веществом. Отмечают: характер горения (медленное, быстрое, со вспышкой), цвет пламени, наличие и количество копоти. Чем больше содержание углерода, тем более коптящим пламенем горит вещество.</p>	
Гексан	$2\text{C}_6\text{H}_{14} + 19\text{O}_2 = 12\text{CO}_2 + 14\text{H}_2\text{O}$ $\omega_{\text{C}} = 83,6\%; \quad \omega_{\text{H}} = 16,4\%$	
Гекс-1-ен	$\text{C}_6\text{H}_{12} + 9\text{O}_2 = 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ $\omega_{\text{C}} = 85,6\%; \quad \omega_{\text{H}} = 14,4\%$	
Гекс-1-ин	$2\text{C}_6\text{H}_{10} + 17\text{O}_2 = 12\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$ $\omega_{\text{C}} = 87,7\%; \quad \omega_{\text{H}} = 12,3\%$	
Толуол	$\text{C}_7\text{H}_8 + 9\text{O}_2 = 7\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ $\omega_{\text{C}} = 91,3\%; \quad \omega_{\text{H}} = 8,7\%$	
Бутил бромистый	$\text{C}_4\text{H}_9\text{Br} + 6\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{HBr}$ $\omega_{\text{C}} = 35,1\%; \quad \omega_{\text{H}} = 6,6\%; \quad \omega_{\text{Br}} = 58,3\%$	
<i>3. Проба Бейльштейна на галоген (открытие галогенпроизводных углеводов с галогеном в алифатической цепи или ароматическом кольце)</i>		
Бутил бромистый	<p>Медную проволоку, кончик которой загнут в петлю, тщательно прокалывают над пламенем горелки до покраснения. Петлю охлаждают, наносят каплю вещества (15), а затем петлю вносят в бесцветную часть пламени и нагревают до появления устойчивой окраски пламени. Отмечают изменение цвета пламени.</p> $\text{Cu} \xrightarrow[400^\circ\text{C}]{\text{O}_2} \text{CuO} \xrightarrow[500^\circ\text{C}]{\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}} \text{CuBr} \xrightarrow{\text{HOH}} \text{CuOH}$	

1	2	3
<i>4. Реакция с бромной водой (открытие кратной связи в алкенах и алкинах)</i>		
	<p>В пробирки после опыта 1 доливают по 0,5 мл бромной воды. Смесь энергично встряхивают. Наблюдают за изменением окраски слоев. При наличии в соединении кратной связи нижний слой бромной воды и верхний слой углеводорода обесцвечиваются.</p>	
Гексан	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_3 + \text{Br}_2/\text{H}_2\text{O} \longrightarrow$ не идет	
Гекс-1-ен	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2/\text{H}_2\text{O} \longrightarrow$ $\longrightarrow \text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}_2}$ <p style="text-align: center;">1,2-дибромгексан</p>	
Гекс-1-ин	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{Br}_2/\text{H}_2\text{O} \longrightarrow$ $\longrightarrow \text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\underset{\text{Br}}{\text{C}}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}$ <p style="text-align: center;">1,1,2,2-тетрабромгексан</p>	
Толуол	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + \text{Br}_2/\text{H}_2\text{O} \longrightarrow$ не идет	
Содержимое пробирок после проведения опыта выливают в находящуюся в вытяжном шкафу емкость для сбора отходов органических веществ		
<i>5. Реакция с перманганатом калия (реакция Вагнера) (открытие кратной связи в алкенах и алкинах)</i>		
	<p>К 4–5 каплям вещества добавляют 4–5 капель 5%-ного раствора соды (4), а затем постепенно при встряхивании приливают 2–3 капли 1%-ного раствора перманганата калия (3). Пробирку встряхивают. Отмечают изменение окраски.</p>	
Гексан	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_3 + \text{KMnO}_4/\text{Na}_2\text{CO}_3 \not\longrightarrow$ не идет	
Толуол	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3 + \text{KMnO}_4/\text{Na}_2\text{CO}_3 \not\longrightarrow$ не идет	
Гекс-1-ен	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{KMnO}_4/\text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow$ $\longrightarrow \text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2} + \text{MnO}_2 \downarrow + \text{KOH}$	

1	2	3
Гекс-1-ин	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{KMnO}_4/\text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow$ $\longrightarrow \text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\underset{\text{OH}}{\underset{ }{\text{CH}_2}} + \text{MnO}_2 \downarrow + \text{KOH}$ <p>Содержимое пробирок после проведения опыта выливают в емкость для сбора отходов органических веществ. При необходимости пробирки промывают водой с добавлением соляной кислоты</p>	
<i>6. Реакция с раствором хлорида меди (I) (открытие алкина с концевой тройной связью)</i>		
Гекс-1-ин	<p>В пробирку помещают 3–4 капли гекс-1-ина (13) и по каплям доливают аммиачный раствор хлорида меди (I) (52). Если появляются красно-бурые хлопья ацетиленида меди, значит, вещество – алкин с концевой тройной связью.</p> $\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{Cu}(\text{NH}_3)_2\text{Cl} \longrightarrow$ $\longrightarrow \text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\text{C}\equiv\text{CCu} \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ <p>Содержимое пробирки после проведения опыта выливают в емкость для сбора отходов солей меди</p>	
<i>7. Нитрование арена в кольцо нитрующей смесью (открытие бензольного кольца)</i>		
	<p>Реакцию проводят под тягой!</p> <p>Первоначально готовят нитрующую смесь. Для этого в сухой широкой пробирке смешивают 3 капли концентрированной азотной и 6 капель концентрированной серной кислот (находятся в вытяжном шкафу). К полученной смеси добавляют 4–6 капель вещества, все <i>тщательно перемешивают</i> и осторожно при постоянном встряхивании нагревают пробирку до появления бурого газа. После этого выносят пробирку из пламени и продолжают встряхивание до полного охлаждения реакционной смеси, затем добавляют 5–8 мл холодной воды (1) для разбавления кислот, взбалтывают и дают отстояться. Наблюдают образование твердого осадка или осаждение нерастворимой в воде тяжелой желтоватой маслянистой жидкости (плотность нитросоединений >1)</p>	

1	2	3
Толуол	 <p style="text-align: center;">o-нитротолуол n-нитротолуол</p>	
<p>8. Реакция с перманганатом калия в кислой среде (открытие аренов с алифатической цепью)</p>		
Толуол	<p>В пробирку наливают 3 капли 1%-ного водного раствора перманганата калия (3), 8 капель 20%-ной серной кислоты (30), 5 капель воды (1) и после тщательного перемешивания добавляют 3 капли толуола (14). Пробирку сильно встряхивают и осторожно нагревают. Следят за изменением окраски.</p>  <p style="text-align: center;">бензойная кислота</p>	
<p>9. Реакция с нитратом серебра (открытие галогенпроизводных углеводородов с галогеном в алифатической цепи)</p>		
Бутил бромистый	<p>В сухую пробирку наливают несколько капель 4%-ного спиртового раствора нитрата серебра (27), затем добавляют 3 капли бутила бромистого (15). Полученную смесь перемешивают, и если осадок не выпадает, то смесь осторожно нагревают до кипения.</p> $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Br} + \text{AgNO}_3 \xrightarrow{\text{спирт}} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{N}(\text{O})_2 + \text{AgBr} \downarrow$ <p>Галоген, связанный с ароматическим кольцом, в условиях этого опыта не замещается.</p>  <p style="text-align: center;">не идет</p>	
<p>Содержимое пробирки выливают в емкость для сбора отходов солей серебра</p>		

КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 1

С помощью каких последовательно проведенных качественных реакций можно различить соединения А, Б, В, приведенные в табл. 13? Напишите уравнения реакций, укажите их внешние признаки.

Таблица 13

**Варианты контрольного задания
по теме «Углеводороды и галогенпроизводные углеводородов»**

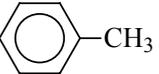
№ варианта	Вещества для анализа		
	А	Б	В
1	1,2-диметилбензол	бензол	винилбензол
2	хлорбензол	бензилбромид	бутилэтилен
3	пент-2-ен	пент-1-ин	дипропилметан
4	2-хлорпропан	гепт-1-ин	гепт-2-ин
5	триметилэтилен	1,4-диметилбензол	фенилацетилен
6	бромбензол	изобутилбромид	диизопропилбензол
7	циклогексен	изопропилацетилен	этилбензол
8	бута-1,3-диен	<i>втор</i> -бутилацетилен	2-бромбутан
9	<i>втор</i> -бутилхлорид	1,3-диэтилбензол	иодбензол
10	гептан	изопропилбензол	бензилхлорид
11	аллилхлорид	4-хлортолуол	<i>втор</i> -бутилбромид
12	пропилбензол	1-фенил-2-хлорпропан	пента-1,3-диен
13	3-метилгекс-1-ин	диизопропилацетилен	<i>втор</i> -бутилбензол
14	<i>симм</i> -диизопропилэтилен	циклогексилхлорид	1,2,3-триметилбензол
15	1,2-диэтилбензол	диметилэтилметан	2-хлорпентан
16	1-метил-4-этилбензол	1,4-дивинилбензол	2-хлортолуол
17	1,3,5-триметилбензол	метилфенилацетилен	бензилацетилен
18	пропилхлорид	3-хлорпроп-1-ен	<i>н</i> -гептан
19	пента-1,4-диен	4-фенилпент-1-ин	бутилбензол
20	бензилхлорид	3-бромтолуол	1,3-диметилбензол

Пример решения контрольного задания для защиты лабораторной работы № 1

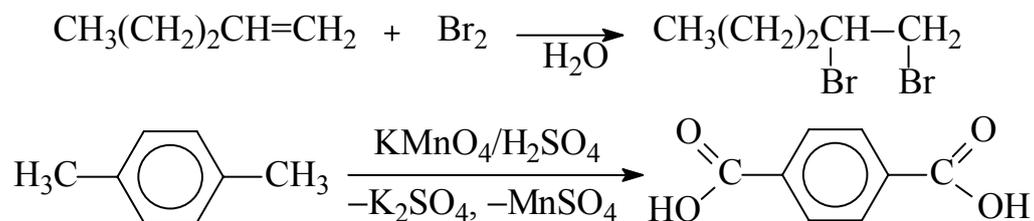
Различить с помощью последовательно проведенных качественных реакций следующие вещества: пент-1-ен, бензол, 1,4-диметилбензол.

1) Заполним табл. 14, куда вносим анализируемые вещества с указанием класса органических соединений и реагенты, которые перечисляются в порядке их применения. На все предложенные вещества, за исключением алканов, необходимо найти соответствующий реагент. Для положительных опытов запишем наблюдаемые эффекты.

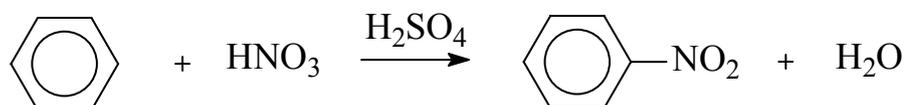
Органические соединения и реагенты для их качественного анализа

Название и структурная формула соединения	Класс органических соединений	Реагенты		
		1. Br ₂ /H ₂ O	2. KMnO ₄ /H ₂ SO ₄	3. HNO ₃ /H ₂ SO ₄
Пент-1-ен CH ₃ (CH ₂) ₂ CH=CH ₂	Алкен	Обесцвечивание растворов	Не проводим	Не проводим
Бензол 	Арен без алифатической цепи	Окраска не исчезает	Малиновая окраска не исчезает	Образование маслянистой жидкости тяжелее воды
1,4-Диметилбензол CH ₃ -  -CH ₃	Арен с алифатической цепью	Окраска не исчезает	Исчезновение малиновой окраски	Не проводим

2) Запишем уравнения реакций, давших положительную пробу:



Опыт 3 подтверждает наличие ароматического кольца в молекуле.



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

СВОЙСТВА КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

В табл. 15 приведены кислородсодержащие производные углеводов, анализ которых необходимо провести в данной лабораторной работе.

Таблица 15

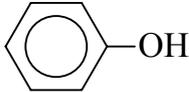
Анализируемые соединения

Класс органического соединения	Представитель класса	Номер, соответствующий веществу в штативе-лаборатории
Карбоновые кислоты	Уксусная кислота	16
Фенолы	Фенол	17
Кетоны	Ацетон	18
Спирты многоатомные	Этиленгликоль (этан-1,2-диол)	19
Спирты одноатомные	Этиловый спирт (этанол)	20
Сложные эфиры	Этилацетат	21
Альдегиды	Уксусный альдегид	41

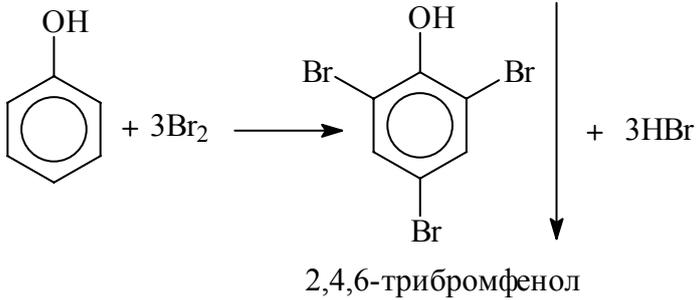
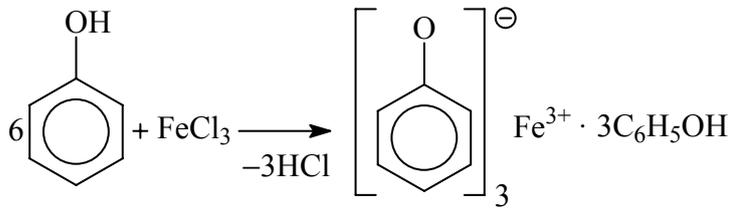
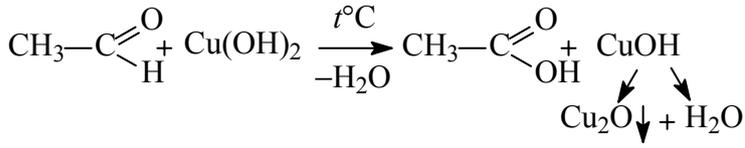
Лабораторную работу № 2 оформляют в соответствии с табл. 16, не переписывая условия опытов.

Таблица 16

Свойства кислородсодержащих производных углеводов

Исследуемые вещества	Последовательность выполнения опытов. Физические свойства. Уравнения реакций. Замечания	Наблюдаемый результат
1	2	3
<i>1. Исследование физических свойств веществ. Внешний вид вещества, растворимость в воде</i>		
Уксусная кислота	В пробирку вносят 2–3 капли органического вещества, анализируют цвет, вязкость, запах. Добавляют 1 мл холодной воды (1) и смесь встряхивают. Если вещество нерастворимо, то добавляют еще 5 капель воды и пробирку нагревают на водяной бане. $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	
Фенол		

1	2	3
Уксусный альдегид	$\text{CH}_3-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$	
Ацетон	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{O} \end{array}-\text{CH}_3$	
Этиленгликоль	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	
Спирт этиловый	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	
Этилацетат	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	
<p>Пробирки, содержащие растворы уксусной кислоты и фенола используют в опытах 2, 3 и 4 соответственно. Пробирку с этилацетатом оставляют в штативе для проведения опыта 11. Пометьте эти пробирки с указанием номеров предстоящих опытов, в которых они будут использованы</p>		
2. Определение кислотности (pH водного раствора). Открытие карбоновых кислот		
Уксусная кислота	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{O}^\ominus \end{array} + \text{H}_3\text{O}^\oplus$	<p>В пробирку с уксусной кислотой из предыдущего опыта помещают стеклянную палочку, с помощью которой наносят каплю вещества на универсальную индикаторную бумажку (47), и сравнивают ее цвет со шкалой pH универсального индикатора, определяя значение pH.</p>
3. Реакция с гидрокарбонатом натрия (открытие карбоновых кислот)		
Уксусная кислота	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array} + \text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{ONa} \end{array} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ацетат натрия	<p>В ту же пробирку с уксусной кислотой наливают 1 мл раствора гидрокарбоната натрия (5) и наблюдают изменения.</p>
4. Реакция с бромной водой (открытие фенолов)		
		<p>К водному раствору фенола из опыта 1 добавляют при встряхивании по каплям бромную воду. При наличии фенола сначала наблюдается обесцвечивание бромной воды, а при дальнейшем прибавлении реагента – образование мути и выпадение белого или окрашенного осадка</p>

1	2	3
<p>Фенол</p>	 <p>2,4,6-трибромфенол</p> <p>Содержимое пробирки после проведения опыта выливают в емкость для сбора отходов органических веществ</p>	
<p>5. Реакция с хлоридом железа (III) (открытие фенолов)</p>		
<p>Фенол</p>	<p>К 5 каплям водного раствора фенола (17) добавляют при встряхивании 1–2 капли 1%-ного раствора FeCl₃ (8)</p>  <p>Содержимое пробирки после проведения опыта выливают в емкость для сбора отходов органических веществ</p>	
<p>6. Окисление альдегидов гидроксидом меди (II) (открытие альдегидов)</p>		
<p>Уксусный альдегид</p>	<p>Предварительно получают гидроксид меди. В пробирку помещают 10 капель 5%-ного раствора NaOH (6) и добавляют 1–2 капли 5%-ного раствора CuSO₄ (7). К выпавшему осадку Cu(OH)₂ добавляют 2–3 капли уксусного альдегида (41), полученный раствор тщательно встряхивают. Затем пробирку медленно нагревают в пламени горелки до начала кипения, при этом постоянно встряхивая. В случае альдегида первоначально образуется гидроксид меди (I) желтого цвета, который при нагревании превращается в оксид меди (I) красного цвета.</p>  <p>Содержимое пробирки после проведения опыта выливают в емкость для сбора отходов солей меди. При необходимости пробирку промывают водой с добавлением соляной кислоты</p>	

1	2	3
<p>7. Реакция с гидросульфитом натрия (открытие альдегидов и метилкетонов)</p>		
Ацетон	<p>На предметное стекло помещают 1 каплю насыщенного раствора бисульфита натрия (25) и прибавляют 1 каплю ацетона (18). Образовавшуюся смесь перемешивают стеклянной палочкой. При наличии кетона или альдегида образуются кристаллы.</p> $ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} + \text{NaHSO}_3 \longrightarrow \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{OH} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{SO}_3\text{Na} \end{array} \downarrow $	
<p>8. Реакция с гидросиламином солянокислым (открытие альдегидов и кетонов)</p>		
Ацетон	<p>В пробирку помещают 7 капель 3%-ного раствора $\text{HO}-\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}$ (28), прибавляют 2–3 капли ацетона (18) и раствор нагревают на водяной бане. Затем добавляют 1 каплю метилового оранжевого (50)</p> $ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} + \text{NH}_2-\text{OH} \cdot \text{HCl} \xrightarrow{\text{метилоранжевый}} \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{N}-\text{OH} \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O} $ <p style="text-align: center;">оксим ацетона</p> <p>Содержимое пробирки после проведения опыта выливают в емкость для сбора отходов органических веществ</p>	
<p>9. Образование гликоксидов с $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (открытие многоатомных спиртов с вицинальным расположением гидроксильных групп)</p>		
	<p>Вначале готовят гидроксид меди. В пробирку помещают 3 капли 5%-ного раствора CuSO_4 (7) и 8 капель 5%-ного раствора NaOH (6). Немедленно выпадает голубой осадок гидроксида меди $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Затем добавляют 1–2 капли этиленгликоля (19) и раствор встряхивают</p>	
<p>10. Реакция с металлическим натрием (открытие одноатомных спиртов)</p>		
Этиленгликоль	$ 2 \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{OH} \end{array} + \text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow[-\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{O} \\ \\ \text{CH}_2-\text{O}-\text{H} \end{array} \text{Cu} \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{O}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{O}-\text{CH}_2 \end{array} $ <p>Содержимое пробирки после проведения опыта выливают в емкость для сбора отходов солей меди</p>	

1	2	3
<i>10. Реакция с металлическим натрием (открытие одноатомных спиртов)</i>		
Спирт этиловый	<p>Первоначально проводят реакцию обезвоживания этилового спирта. Для этого в сухую пробирку помещают 10 капель этилового спирта (20), добавляют 0,1 г безводного сульфата меди (43), взбалтывают и дают отстояться. В другую сухую пробирку помещают маленький кусочек натрия металлического (42) и осторожно из первой пробирки приливают несколько капель обезвоженной жидкости, сливая ее с осадка.</p> $2\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{ONa} + \text{H}_2\uparrow$ <p style="text-align: center;">этилат натрия</p> <p>К содержимому пробирки после проведения опыта добавляют еще 10 капель спирта (20) для дезактивации непрореагировавшего натрия. Только при отсутствии газовыделения пробирку промывают водой</p>	
<i>11. Щелочной гидролиз сложного эфира в присутствии фенолфталеина (открытие сложного эфира)</i>		
Этилацетат	<p>В пробирку с этилацетатом после опыта 1 приливают 5 капель воды (1), 1 каплю фенолфталеина (49), а затем добавляют 1 каплю 5%-ного раствора NaOH (6) (не допускать избытка щелочи). Появляется малиновое окрашивание. Пробирку осторожно нагревают на пламени горелки, периодически встряхивая. Если окраска не изменяется, то пробирку выносят из пламени, чуть охлаждают и добавляют еще несколько капель этилацетата (21). Наблюдают изменение окраски.</p> $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array} + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{фенолфта-}} \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{ONa} \end{array} + \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH} \\ \text{ацетат натрия} \end{array}$ <p>Содержимое пробирки после проведения опыта выливают в емкость для сбора отходов органических веществ</p>	

КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 2

С помощью каких последовательно проведенных качественных реакций можно различить соединения А, Б, В, приведенные в табл. 17? Напишите уравнения реакций, укажите внешние признаки их протекания (оформить аналогично примеру, приведенному на с. 57, 58).

Таблица 17

Варианты контрольного задания по теме «Кислородсодержащие производные углеводов»

№ варианта	Вещества для анализа		
	А	Б	В
1	этилбутаноат	метилэтилкетон	бутан-2-ол
2	бензиловый спирт	бензойная кислота	бензальдегид
3	4-бромфенол	метилэтилкарбинол	пропановая кислота
4	уксусный альдегид	<i>o</i> -метилфенол	пропан-1,3-диол
5	бутан-2,3-диол	1-фенилэтан-1-он	фенилуксусная кислота
6	этилуксусный альдегид	3-метилфенол	пентан-2-он
7	пропаналь	пропан-1,2-диол	метилпропилкетон
8	3-метилбутан-1-ол	изопропилацетат	триметилуксусная кислота
9	2-метилпропан-2-ол	<i>втор</i> -бутиловый эфир уксусной кислоты	4-этилфенол
10	циклогексанол	пропанон	4-этилбензойная кислота
11	<i>m</i> -бромфенол	2,2-диметилпропаналь	бензилкарбинол
12	гексаналь	метилизобутилкетон	2,3-диметилбутановая кислота
13	этиловый эфир пропановой кислоты	проп-2-ен-1-ол	3,4-диметилфенол
14	пентановая кислота	циклопентанол	метил <i>втор</i> -бутилкетон
15	2-бромфенол	диизобутилкарбинол	бутан-1,2-диол
16	диметилэтилкарбинол	2,2-диметилпентановая кислота	пентаналь
17	метилаллилкетон	циклогексилкарбинол	изобутилацетат
18	гексан-2-он	2-изопропилфенол	диэтилуксусный альдегид
19	бутан-2,3-диол	этилкарбинол	3-метил-2-этилбутановая кислота
20	циклогексанон	фенилуксусный альдегид	пентан-3-ол

ПРИЛОЖЕНИЕ

НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Под номенклатурой органических соединений понимают систему терминов, обозначающих строение веществ и пространственное расположение атомов в их молекулах. Основным принципом любой научной номенклатуры является следующее: каждому соединению должно соответствовать одно название и наоборот. В настоящее время используют несколько номенклатур.

Тривиальная номенклатура использует систему исторически сложившихся названий, не отражающих строение органического вещества. Тривиальные названия запоминаются. К примеру: щавелевая кислота, ментол.

Систематическая номенклатура ИЮПАК (IUPAC) – Международный союз теоретической и прикладной химии) является наиболее признанной и универсальной. Систематические названия полностью составлены из специально созданных или выбранных слогов и слов и связаны со структурными особенностями соединений.

Родоначальное название – та часть названия, от которого по определенным правилам строится название целиком (главная цепь или циклическая основа). Родоначальное название может быть как систематическим (например, «этан» и от него «этанол»), так и тривиальным (например, «бензол» и от него «хлорбензол»).

Главная цепь – самая длинная, самая разветвленная последовательность углеродных атомов, содержащая максимальное число функциональных групп и кратных связей.

Заместитель – любой атом или группа атомов, замещающие в исходном соединении водород.

Старшая (главная) группа – функциональная группа, название которой в номенклатуре ИЮПАК отражается суффиксом. Никаких других преимуществ не имеет.

Умножающие префиксы – приставки *ди-*, *три-*, *тетра-* и т. д., применяемые для обозначения числа одинаковых заместителей или кратных связей.

Локант – цифра или буква, указывающая положение заместителя или кратной связи в главной цепи или цикле.

Алкильная группа (углеводородный радикал) – фрагмент, который остается после удаления атома водорода из молекулы алкана. В качестве общего символа для обозначения алкильной группы принята латинская буква **R** (табл. П.1).

Родоначальные названия гомологического ряда **алканов**:

Формула	Название
CH_4	метан
CH_3CH_3 (C_2H_6)	этан
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ (C_3H_8)	пропан
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ (C_4H_{10})	бутан
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$ (C_5H_{12})	пентан
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ (C_6H_{14})	гексан
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$ (C_7H_{16})	гептан
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$ (C_8H_{18})	октан
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$ (C_9H_{20})	нонан
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$ ($\text{C}_{10}\text{H}_{22}$)	декан

Таблица П.1

**Названия некоторых алкильных групп
(перечисляются в порядке возрастания старшинства)**

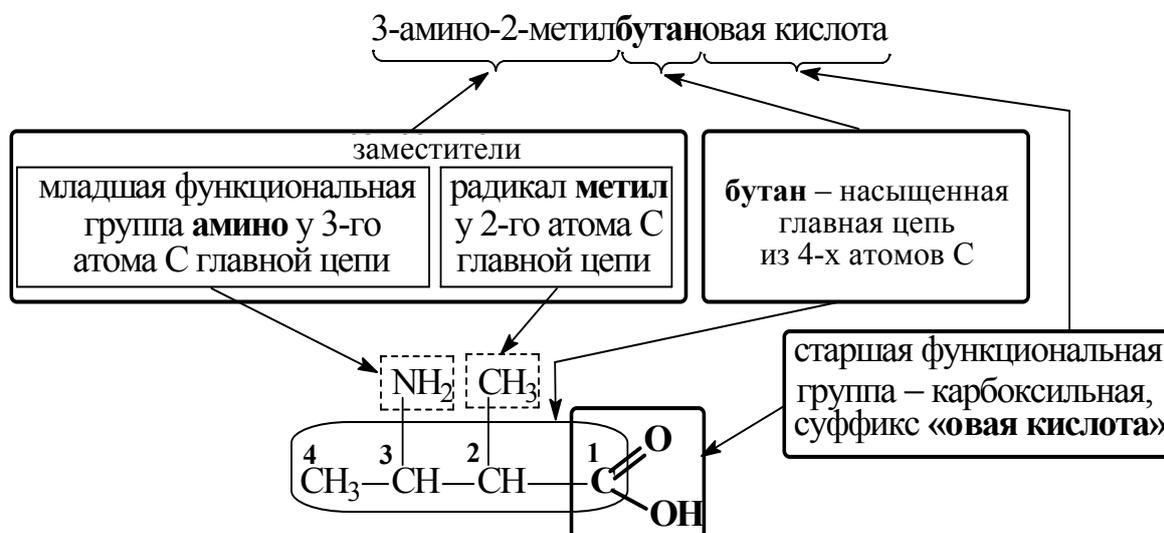
Структурная формула группы	Название и краткое обозначение
CH_3-	Метил (Me)
CH_3-CH_2-	Этил (Et)
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	Пропил (Pr)
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Изопропил (<i>i</i> -Pr)
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	Бутил (Bu)
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	<i>втор</i> -Бутил (<i>s</i> -Bu)
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Изобутил (<i>i</i> -Bu)
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	<i>трет</i> -Бутил (<i>t</i> -Bu)
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2-$	Пентил (амил)
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Изопентил (изоамил)
$\text{CH}_2=\text{CH}-$	Винил, этенил
$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-$	Пропенил
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$	Аллил
$\text{HC}\equiv\text{C}-$	Этинил
C_6H_5-	Фенил (Ph)
$\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-$	Толил (<i>o</i> -, <i>m</i> -, <i>n</i> -)
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-$	Бензил (Bn)

Чтобы назвать соединение по систематической номенклатуре ИЮПАК, нужно:

- 1) выбрать родоначальную структуру;
- 2) выявить имеющиеся в соединении старшую и младшие функциональные группы; при этом название старшей функциональной группы указывают в конце названия соединения в виде суффикса, названия младших – в виде *префиксов* (приставок);
- 3) обозначить наличие двойной и тройной связей суффиксами *-ен* или *-ин* соответственно, поместив их перед суффиксом старшей функциональной группы;
- 4) пронумеровать главную цепь, придавая старшей группе наименьший из возможных номеров (локантов);
- 5) перечислить префиксы (приставки) в алфавитном порядке, при этом названия одноименных заместителей группировать при помощи умножающих приставок *ди-*, *три-*, *тетра-* и т. д. (данные умножающие приставки при выборе алфавитного порядка не учитываются);
- 6) указать положение каждого заместителя, старшей и младших функциональных групп, двойной, тройной связей с помощью локантов;
- 7) составить полное название соединения согласно схеме:



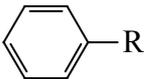
Пример:



Рациональная номенклатура – номенклатура, за основу названия в которой принимают название наиболее простого (чаще первого, реже второго) члена гомологического ряда. Все остальные соединения рассматривают как его производные, образованные замещением в нем атомов водорода алкильными группами, атомами или функциональными группами (табл. П.2).

Таблица П.2

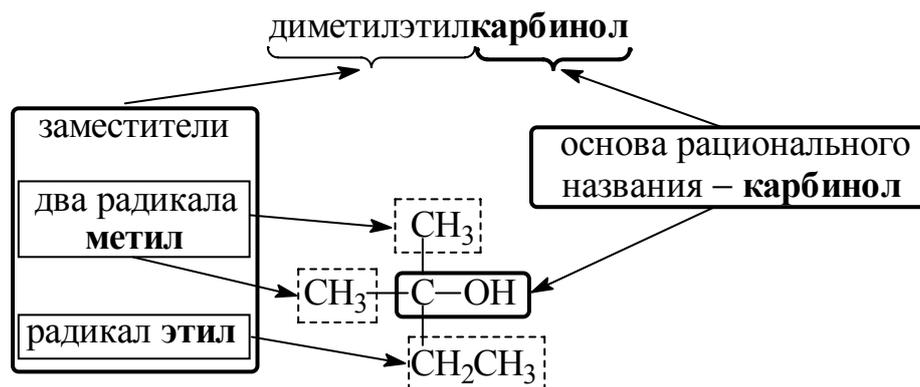
**Основы рациональных названий и суффиксов
по систематической номенклатуре основных классов органических соединений**

Класс соединений	Общая структурная формула	Основа по рациональной номенклатуре	Название основы по рациональной номенклатуре	Суффикс по номенклатуре IUPAC
Алканы	$R-CH_2-CH_2-R^1$	$\begin{array}{c} \\ -C- \\ \end{array}$	метан	ан
Алкены	$\begin{array}{c} R & & R^2 \\ & \diagdown & / \\ & C=C & \\ & / & \diagdown \\ R^1 & & R^3 \end{array}$	$\begin{array}{c} & & \\ & \diagdown & / \\ & C=C & \\ & / & \diagdown \end{array}$	этилен	ан + ен
Алкины	$R-C\equiv C-R^1$	$-C\equiv C-$	ацетилен	ан + ин
Арены			бензол	бензол
Спирты	$R-OH$	$\begin{array}{c} \\ -C-OH \\ \end{array}$	карбинол	+ ол
Альдегиды	$\begin{array}{c} O \\ // \\ R-C \\ \backslash \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} \\ -C-C=O \\ \quad \backslash \\ \quad \quad H \end{array}$	уксусный альдегид	+ аль
Кетоны	$\begin{array}{c} O \\ // \\ R-C \\ \backslash \\ R^1 \end{array}$	$\begin{array}{c} & & \\ & \diagdown & / \\ & C=O & \end{array}$	кетон	+ он
Кислоты	$\begin{array}{c} O \\ // \\ R-C \\ \backslash \\ OH \end{array}$	$\begin{array}{c} \\ -C-C=O \\ \quad \backslash \\ \quad \quad OH \end{array}$	уксусная кислота	+ овая кислота
Амины	$\begin{array}{c} R^2 \\ \\ R^1-N-R^3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \\ -N- \\ \end{array}$	амин	амин

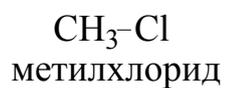
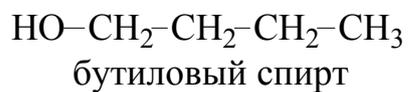
Чтобы назвать соединение по рациональной номенклатуре, нужно:

- 1) определить класс называемого соединения;
- 2) выбрать основу названия;
- 3) перечислить окружающие основу заместители по степени их усложнения, при этом одноименные радикалы группировать с приставками *ди-*, *три-* и *тетра-*;
- 4) составить название, начиная с названия заместителей от более простых к более сложным и заканчивая названием основы.

Пример:



Радикально-функциональная номенклатура – номенклатура, использующая те же приемы, что и рациональная, но вместо суффиксов применяющая названия классов соединений.



СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грандберг, И. И. Органическая химия / И. И. Грандберг – М.: Высшая школа, 2004. – 672 с.
2. Артеменко А. И. Органическая химия / А. И. Артеменко – М.: Высшая школа, 2007. – 558 с.
3. Потапов В. М. Органическая химия / В. М. Потапов, С. Н. Татаринчик. – М.: Химия, 1989. – 448 с.
4. Органическая химия. Реакционная способность основных классов органических соединений / А. Э. Щербина [и др.]. – Минск: БГТУ, 2000. – 624 с.
5. Писаренко, А. П. Курс органической химии / А. П. Писаренко, З. Я. Хавин. – М.: Высшая школа, 1985. – 527 с.
6. Міляшкевіч, Я. Г. Арганічная хімія: лаб. работы для студэнтаў нехімічных спецыяльнасцяў / Я. Г. Міляшкевіч, Л. В. Чырыч. – Мінск: БДТУ, 1999. – 56 с.
8. Каток, Я. М. Органическая химия. Задачи и упражнения: учеб.-метод. пособие / Я. М. Каток, О. Я. Толкач. – Минск: БГТУ, 2010. – 167 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические указания.....	3
Программа дисциплины.....	7
Теоретические представления в органической химии	7
Углеводороды	8
Функциональные производные углеводов	11
Углеводы	15
Азотсодержащие соединения	16
Указания к выполнению контрольных работ	19
Контрольные задания	26
Задание 1	26
Задание 2	46
Задание 3	46
Задание 4	47
Задание 5	48
Методические указания для подготовки к лабораторному практикуму	49
Лабораторная работа № 1. Свойства углеводов и галогенпроизводных.....	51
Контрольное задание для защиты лабораторной работы № 1	56
Лабораторная работа № 2. Свойства кислородсодержащих производных углеводов.....	58
Контрольное задание для защиты лабораторной работы № 2	63
Приложение	64
Список рекомендуемой литературы	69

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Составители: **Кузьменок** Нина Михайловна
Михалёнок Сергей Георгиевич
Шевчук Михаил Олегович

Редактор *Р. М. Рябая*
Компьютерная верстка *П. В. Прохоровская*
Корректор *Р. М. Рябая*

Подписано в печать 16.05.2011. Формат 60×841/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 4,1. Уч.-изд. л. 4,2.
Тираж 50 экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.