

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Н.Л. Багнавец, А.В. Осипова, И.И. Дмитриевская, Л.О. Сушкова, Г.С. Браташ

ПРАКТИКУМ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Учебное пособие

Москва
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
2022

УДК - 547(075)

ДОИ 10.26897/978-5-9675-1945-1-2022-104

Рецензенты:

Дайдакова И.В., кандидат химических наук, доцент,
руководитель отдела аналитических проектов НПО ООО "Аналитикум"
Торшин С.П., доктор биологических наук, профессор

Багнавец Н.Л. Практикум по органической химии: учебное пособие / Н.Л. Багнавец, А.В. Осипова, И.И. Дмитриевская, Л.О. Сушкова, Г.С. Браташ; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва: РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2022. – 111 с. – Текст: электронный. – ISBN 978-5-9675-1945-1

Учебное пособие по разделу «Органическая химия» содержит краткий теоретический материал, лабораторный практикум, индивидуальные домашние задания, а также вопросы для самопроверки учащихся.

Учебное пособие предназначено для студентов очной и заочной форм обучения по направлениям подготовки: 35.03.03- «Агрохимия и агропочвоведение».

Возможно использование данного учебного пособия для подготовки бакалавров по направлению 19.03.01- «Биотехнология».

Учебное пособие содержит сведения, необходимые для формирования профессиональных компетенций при подготовке бакалавров по направлению подготовки 35.03.03 - Агрохимия и агропочвоведение и рекомендуется Федеральным УМО для использования в учебном процессе.

Bagnavets N.L. Workshop on organic chemistry: textbook / N.L. Bagnavets, A.V. Osipova, I.I. Dmitrevskaya, L.O. Sushkova, G.S. Bratash, Russian state agrarian University- Moscow state Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev. – Moscow : RSAU-MTAA named after K. A. Timiryazev, 2022. – 104p. – Text: electronic.

The textbook on the section "Organic Chemistry" contains a brief theoretical material, a laboratory workshop, individual homework assignments, as well as questions for self-examination of students.

The textbook is intended for full-time and part-time students in the following training areas: 35.03.03 - " Agrochemistry and agrosoil science ".

It is possible to use this textbook for the preparation of bachelors in the direction of 19.03.01 - "Biotechnology".

The textbook contains the information necessary for the formation of professional competencies in the preparation of bachelors in the direction of training 35.03.03 - Agrochemistry and agrosoil science and is recommended by the Federal Educational Institution for use in the educational process.

УДК - 547(075)

©Багнавец Н.Л., 2022
© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени

Оглавление

Введение	4
Правила работы в лаборатории органической химии	6
Правила оказания первой помощи	7
Порядок оформления лабораторной работы	8
Предисловие	9
Глава 1. Углеводороды и их галогенпроизводные	10
1.1 Теоретическое вступление	10
1.2 Практическая часть	11
1.2.1 Лабораторная работа №1. Изучение свойств предельных и непредельных углеводородов	11
1.2.2 Контрольные вопросы к Лабораторной работе №1	14
1.2.3 Индивидуальные домашние задания по теме «Алканы, алкены, циклоалканы»	15
1.2.4 Лабораторная работа №2. Изучение свойств аренов и галогенпроизводных углеводородов	31
1.2.5 Контрольные вопросы к Лабораторной работе №2	35
1.2.6 Индивидуальные домашние задания по теме «Алкадиены, алкины, арены и галогенпроизводные углеводородов»	36
1.2.7 Тестовые задания для самопроверки	53
Глава 2. Кислородсодержащие органические соединения	64
2.1 Теоретическое вступление	64
2.2 Практическая часть	68
2.2.1 Лабораторная работа №3. Изучение свойств спиртов и фенолов	68
2.2.2 Контрольные вопросы к Лабораторной работе №3	73
2.2.3 Лабораторная работа №4. Изучение свойств кислородсодержащих органических веществ.	74
2.2.4 Контрольные вопросы к Лабораторной работе №4	79
2.2.5 Индивидуальные домашние задания по теме «Кислородсодержащие органические соединения»	80
2.2.6 Тестовые задания для самопроверки	96
Приложение 1. Ответы на тестовые задания для самопроверки	103
Глоссарий (список основных названий терминов)	104

Введение

Учебное пособие по разделу «Органическая химия» предназначено для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.03.03- «Агрохимия и агропочвоведение». Может быть использовано для направления подготовки 19.03.01- «Биотехнология».

Учебное пособие содержит краткий теоретический материал по темам, лабораторный практикум, индивидуальные домашние задания, а также вопросы для самопроверки учащихся.

В пособии рассмотрены вопросы организации лабораторных работ, техника безопасности при работе с органическими веществами, правила оказания первой медицинской помощи.

В лабораторном практикуме представлены лабораторные работы по получению и изучению физико-химических свойств углеводов, функциональных производных углеводов: галогенпроизводных, гидроксисоединений, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот и их производных.

В результате выполнения лабораторных работ по разделу «Органическая химия» студенты должны:

знать:

- строение и свойства органических соединений;
- химические и физико-химические методы установления строения вещества;

уметь:

- прогнозировать поведение химических соединений;
- пользоваться оборудованием, инструментами и реактивами для проведения лабораторных работ;

владеть навыками:

- написания химических формул и реакций;
- проведения качественного химического анализа органических соединений.

Одной из важных частей изучения органической химии является лабораторный практикум, в ходе которого студент должен научиться осуществлять несложные синтезы, устанавливать основные физико-химические свойства органических веществ, познакомиться с методами качественного анализа основных классов органических соединений, пользоваться справочной химической литературой, правильно вести лабораторный журнал.

Одной из задач лабораторного практикума является получение студентами навыков обращения с лабораторной посудой, оборудованием, выполнение различных операций в химической лаборатории. В процессе работы необходимо уделять внимание чистоте химической посуды, так как даже мельчайшие примеси могут привести не только к неправильному течению опыта, но и к несчастному случаю.

Рабочий стол следует содержать в чистоте и не загромождать посторонними предметами: учебниками, папками, пакетами и т. д.

Для обеспечения безопасности условий труда в лаборатории в первую очередь необходимо, чтобы внимание студентов было полностью сосредоточено на выполняемой ими работе. Все операции должны выполняться тщательно и аккуратно.

Образующиеся при лабораторных работах отходы нельзя выбрасывать в мусорные корзины или спускать в канализацию. Отработанные растворы концентрированной серной кислоты сливают в бутылку, установленную в вытяжном шкафу. Выливая в раковины разбавленные растворы кислот и щелочей, следует пускать сильную струю воды. Органические растворители собирают в специально предназначенные для них бутылки. Вещества, выделяющие ядовитые газы, уничтожают, руководствуясь указаниями преподавателя.

Опыты, связанные с использованием токсичных веществ, проводят в вытяжном шкафу!

Для подготовки к лабораторной работе и оформления результатов выполненных лабораторных работ студенты ведут лабораторный журнал, в котором содержатся отчеты по каждой лабораторной работе. Форма ведения рабочего журнала предлагается в данном пособии и может быть скорректирована преподавателем.

Для успешного выполнения лабораторной работы студент предварительно должен изучить теорию по теме. В ходе выполнения лабораторной работы внимательно следовать методике, соблюдать правила безопасной работы в лаборатории, внимательно записывать результаты анализа. После выполнения лабораторной работы представить результаты эксперимента преподавателю.

Для закрепления лекционного материала учащиеся выполняют индивидуальные домашние задания, которые сдают на проверку преподавателю. Для самостоятельной проработки материала по темам учащиеся могут воспользоваться имеющимися в пособии заданиями для самопроверки, которые выполнены в тестовой форме. Ответы на задания для самопроверки приведены в приложении 1 пособия.

Правила работы в лаборатории органической химии

1. К работе допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и проверку подготовки к работе преподавателем.
2. Запрещается приступать к работе без разрешения преподавателя или дежурного лаборанта.
3. Во время работы следует соблюдать тишину, порядок, чистоту, быть предельно внимательным, аккуратным, точно соблюдать методику эксперимента.
4. Запрещается осуществлять в лаборатории какие-либо опыты, не связанные с выполнением полученного задания в рамках учебного процесса.
5. Запрещается использовать грязную посуду для выполнения опытов.

6. О возникновении любой внештатной ситуации следует незамедлительно сообщить преподавателю или лаборанту.

7. Работу с едкими, токсичными или летучими веществами следует проводить только в вытяжном шкафу в резиновых перчатках и защитных очках.

8. Остатки химических реактивов и растворителей следует сливать в специальные склянки, находящиеся в вытяжном шкафу. Запрещается выливать в раковину

9. Все вещества должны храниться в посуде, снабженной этикетками.

10. Нельзя путать пробки от склянок, содержащих разные реактивы, во избежание загрязнения других реактивов.

11. В лаборатории запрещается принимать пищу.

12. Нельзя пробовать на вкус вещества.

13. Нельзя использовать посуду, имеющую сколы и трещины.

14. Нюхать вещества можно только в том случае, если доподлинно известно, что в малых концентрациях они не обладают токсическим действием. При этом следует осторожно направлять к себе их пары легким движением руки, а не наклоняться к сосуду и не вдыхать полной грудью.

15. По окончании лабораторной работы следует привести рабочее место в порядок и предъявить его преподавателю.

Оказание первой помощи

В случае любого, даже незначительного, на первый взгляд, происшествия немедленно поставить в известность преподавателя!

При химических ожогах вследствие попадания разъедающего органического вещества, необходимо быстро промыть пораженный участок кожи этиловым спиртом, а затем водой с мылом.

При ожогах кожи концентрированными кислотами промывают обожженное место под сильной струей воды, а затем 1%-м раствором гидрокарбоната натрия.

При ожогах кожи концентрированными щелочами пораженное место промывают большим количеством воды, затем обрабатывают 1%-м раствором уксусной кислоты. При попадании щелочи в глаза их следует промывать 2%-м раствором борной кислоты и обязательно обратиться к врачу.

При ожогах бромом его смывают этиловым спиртом и смазывают пораженное место мазью от ожогов.

При ожогах фенолом побелевший участок кожи растирают глицерином до тех пор, пока не восстановится нормальный цвет кожи.

При порезах рук стеклом удаляют осколки стекла пинцетом или под сильной струей воды, останавливают кровотечение 3%-м раствором пероксида водорода, смазывают 5%-м раствором йода и накладывают повязку. При капиллярном или венозном кровотечении на рану накладывают давящую повязку, при сильных кровотечениях – жгут, и необходимо вызвать скорую медицинскую помощь.

Порядок оформления лабораторной работы

Каждому студенту на лабораторных работах необходимо иметь лабораторный журнал для записей и халат. Полученные результаты эксперимента записывают в лабораторный журнал. Студенты должны научиться ясно и точно описывать проведенные ими опыты, записывая в лабораторный журнал наблюдения в ходе опытов и уравнения химических реакций с указанием реагентов и продуктов реакции, уравнивающих коэффициентов, а также условий их протекания. Для написания уравнений реакций следует использовать графические формулы органических веществ. К каждому опыту должно быть дано пояснение тех наблюдений, которые сопровождали эксперимент.

Завершается выполнение лабораторной работы ее защитой у преподавателя, который оценивает полноту и правильность приведенных данных.

В лабораторном журнале должны находиться записи в следующем порядке:

- название лабораторной работы;
- цель работы;
- посуда и оборудование;
- описание проведенных опытов: уравнение протекающей реакции, наблюдения в ходе опыта, объяснения наблюдаемых явлений.
- ответы на задания к лабораторной работе.

Предисловие

Органическая химия изучает соединения углерода, в связи с чем ее называют также *химией соединений углерода*. Органическая химия может быть определена также как химия углеводородов и их производных. Разнообразие органических соединений велико, и на сегодняшний день известно более 10 млн. органических веществ.

Место органической химии в ряду других наук определяется не только ее соседством с общей и неорганической химией. Изучая сложнейшие органические вещества, играющие важную роль в жизнедеятельности животных и растительных организмов, органическая химия тесно соприкасается и с биологией. Наконец, вследствие все расширяющегося в настоящее время применения физических методов исследования органических веществ теснее становится связь органической химии с физикой.

Применение пестицидов, стимуляторов роста растений, проблемы экологической безопасности делают необходимыми знания в области органической химии для будущих специалистов агропромышленного комплекса.

Органическая химия, являясь одной из естественнонаучных дисциплин, формирует теоретический и экспериментальный фундамент знаний

студентов. Важной и неотъемлемой частью подготовки студентов по разделу «Органическая химия» является химический практикум.

Предлагаемое учебное пособие включает лабораторные работы, вопросы к лабораторным работам, индивидуальные домашние задания и тестовые задания для самоконтроля учащихся.

ГЛАВА 1. УГЛЕВОДОРОДЫ И ИХ ГАЛОГЕНПРОИЗВОДНЫЕ

1.1 Теоретическое вступление

Углеводороды (УВ) – это органические вещества, содержащие в составе только углерод и водород. В зависимости от строения УВ можно классифицировать следующим образом (рис.1):

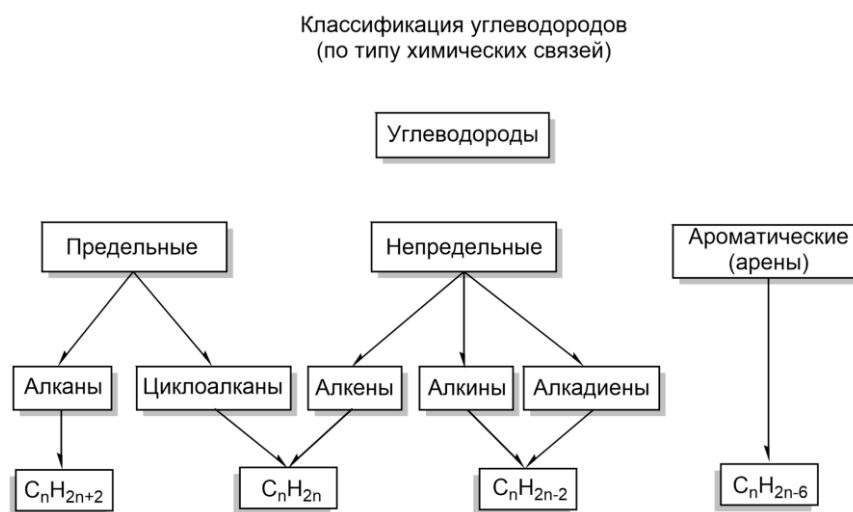


Рис.1. Классификация углеводородов

В зависимости от строения УВ проявляют определенные физические и химические свойства. Общим свойством УВ является их низкая растворимость в воде, горючесть, низкая плотность (меньше 1 г/мл). По

химическим свойствам серьезно отличаются предельные и непредельные УВ, а также арены.

Если для алканов характерны реакции радикального замещения и отщепления, они устойчивы к действию растворов окислителей, то для алкенов, диенов и алкинов характерны в целом реакции электрофильного присоединения и реакции окисления. Циклоалканы, в зависимости от размера цикла, участвуют в реакциях электрофильного присоединения (малые циклы: циклопропан и циклобутан и их производные) или радикального замещения (большие циклы C_5 и более), но и малые, и большие циклы устойчивы к действию окислителей. Таким образом, алканы и циклоалканы как предельные УВ не обесцвечивают бромную воду и раствор перманганата калия, а алкены, диены и алкины обесцвечивают бромную воду и раствор перманганата калия.

Арены содержат в составе ароматическую систему сопряженных связей и преимущественно вступают в реакции электрофильного замещения. Кроме этого, они могут окисляться растворами окислителей (кроме бензола). Таким образом, арены не обесцвечивают бромную воду, но обесцвечивают раствор перманганата калия (за исключением бензола).

1.2 Практическая часть

1.2.1 Лабораторная работа №1. Изучение свойств предельных и непредельных углеводородов

Цель работы: изучить физико-химические свойства углеводородов; научиться правильной работе с использованием лабораторного оборудования; научиться записывать наблюдения в ходе эксперимента и соответствующие уравнения реакций.

Приборы и оборудование: пробирки, снабженные пробкой с газоотводной трубкой; пробиркодержатель, фарфоровая чашка с пестиком, горелка.

Реактивы: ацетат натрия кристаллический, гидроксид натрия кристаллический, гексан, крекинг-бензин, этанол, концентрированная и 2 н. серная кислота, раствор перманганата калия, 5% раствор брома.

Опыт 1. Получение метана и исследование его свойств

Метан в лаборатории получают реакцией декарбосилирования при сплавлении солей карбоновых кислот со щелочами, рис.2:



Методика. Предварительно тщательно перемешивают кристаллический ацетат натрия и гидроксид натрия в фарфоровой чашке и растирают смесь пестиком до однородной массы. Полученную смесь насыпают в пробирку на $\frac{1}{4}$ ее объема и нагревают на пламени горелки.

Внимание! Сначала нужно равномерно прогреть всю пробирку, а затем нагревать твердую смесь.

Вопрос. Объясните, почему пробирку для сбора выделяющегося метана нужно держать вверх дном?

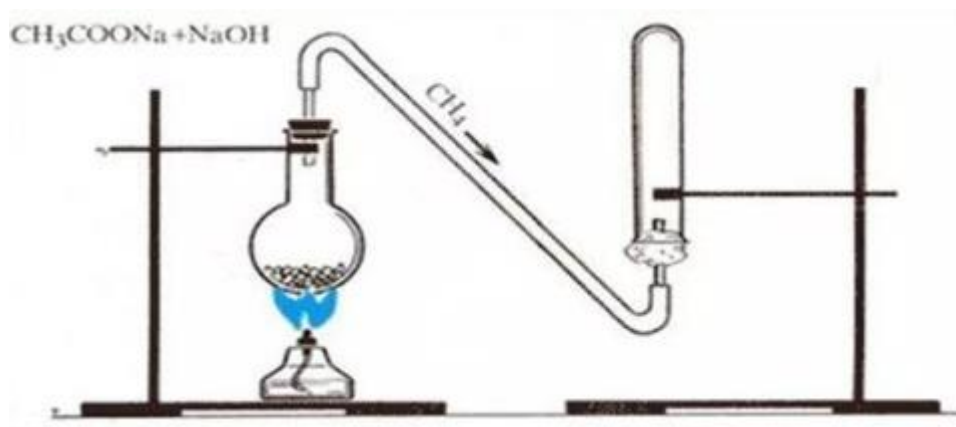


Рис. 2. Получение метана из ацетата натрия и гидроксида натрия

Выделяющийся газ пропускают последовательно через растворы перманганата калия и бромной воды. Запишите наблюдения. Объясните происходящее.

Не прекращая нагревания, поджигают газ у отверстия газоотводной трубки. Отметьте цвет пламени при горении метана. Запишите уравнение реакции горения метана.

Опыт 2. Изучение свойств жидких алканов

Опыт 2.1. Изучение растворимости предельных УВ в различных растворителях. В две пробирки наливают по 1 мл воды (полярный растворитель) и бензола (неполярный растворитель). К жидкостям добавляют по 10-12 капель гексана (или гептана). Пробирки встряхивают и ставят рядом в штатив. Отмечают, в каком растворителе гексан растворяется, а в каком – нет. Объясните причину наблюдаемых явлений.

В случае нерастворения, в каком слое (верхнем или нижнем) он окажется после смешивания с растворителем? Объясните, почему так происходит.

Опыт 2.2. Отношение алканов к окислителям. В две пробирки наливают по 10-12 капель бромной воды и раствора перманганата калия. В каждую пробирку добавляют по 5-6 капель гексана и встряхивают пробирки. Изменяется ли окраска растворов? Почему?

Опыт 3. Получение этилена и исследование его свойств

В лаборатории этилен можно получить реакцией дегидратации этанола в присутствии катализатора – концентрированной серной кислоты.

Опыт 3.1. Получение этилена из этилового спирта. В пробирку помещают 1/2 микрошпателя песка или кипелок (добавляются для равномерности процесса кипения), после чего 1 мл этилового спирта, 2 мл концентрированной серной кислоты. Закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагревают смесь на пламени спиртовки, рис.3. Выделяющийся газ поджигают у конца газоотводной трубки, он горит светящимся пламенем.

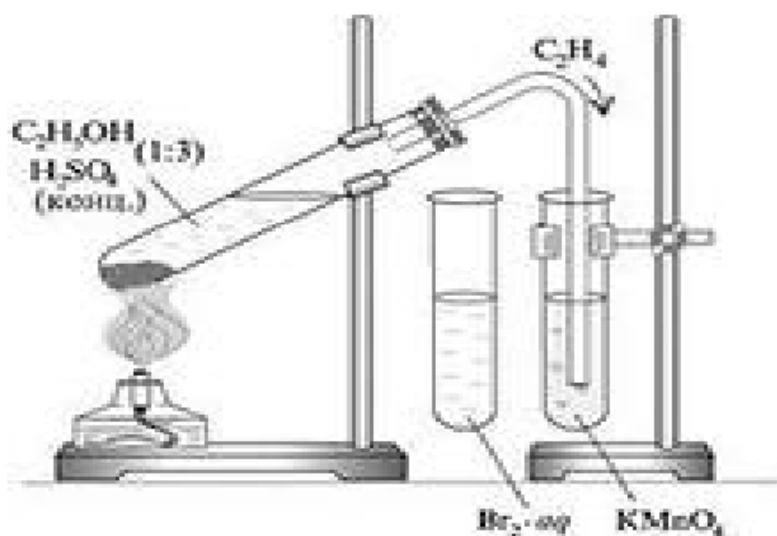
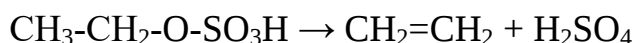
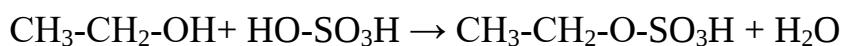


Рис.3. Получение этилена дегидратацией этанола

Уравнения протекающих реакций:



Опыт 3.2. Присоединение брома к этилену (реакция Байера)

Не прекращая нагревания пробирки со смесью спирта и серной кислоты, опускают конец газоотводной трубки в пробирку с 20 каплями бромной воды. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции взаимодействия этилена с бромной водой.

Опыт 3.3. Окисление этилена (реакция Е.Е. Вагнера)

Не прекращая нагревания пробирки со смесью спирта и серной кислоты, опускают конец газоотводной трубки в пробирку с 1 мл раствора перманганата калия. Что наблюдаете? Напишите реакцию взаимодействия этилена с водным раствором перманганата калия и уравняйте ее.

Сделайте вывод о возможности качественного определения алкенов и о возможности использовать реакции с бромной водой и раствором перманганата калия для отличия предельных и непредельных углеводородов.

Опыт 4. Свойства жидких алкенов

Крекинг-бензин, то есть бензин, дополнительно переработанный крекингом, содержит жидкие алкены $C_6 - C_9$, которые взаимодействуют с бромной водой и раствором $KMnO_4$.

В две пробирки наливают 10-12 капель крекинг-бензина. В первую добавляют такое же количество бромной воды, а во вторую перманганата калия.

Запишите наблюдения и уравнения соответствующих реакций, используя в качестве субстрата гексен-2. Уравняйте реакции.

1.2.2 Контрольные вопросы к Лабораторной работе №1

1. Какие классы углеводородов Вы знаете?
2. В чем принципиальное различие в свойствах алканов и алкенов?
3. Каким образом Вы получали метан в ходе лабораторной работы? Почему пробирку для сбора метана нужно держать дном вверх?
4. Какой цвет пламени Вы наблюдали при горении метана?
5. В каком растворителе растворяется гексан – в воде или в бензоле? Почему?
6. Изменилась ли окраска бромной воды и раствора перманганата калия при взаимодействии с гексаном? Почему?
7. Каким образом Вы получали этилен в ходе лабораторной работы? Какие вещества участвовали в этом процессе?
8. Какой цвет пламени Вы наблюдали при горении этилена?
9. Изменилась ли окраска бромной воды и раствора перманганата калия при взаимодействии с этиленом? Почему?
10. Чье имя носит реакция окисление этилена водным раствором перманганата калия? Что Вы наблюдали при проведении этой реакции?

1.2.3 Индивидуальные домашние задания по теме

«Алканы, алкены, циклоалканы»

Вариант 1

1. Напишите структурные формулы: а) 2,4-диметилгексана, б) 3-этилпентена-1, в) 1,1-диметилциклобутана.
2. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров состава C_5H_{10} , включая геометрические изомеры. Назовите их. Укажите соединения, содержащие третичные атомы углерода.
3. Получите 2-метилпентен-2 из гексана. Запишите уравнения реакций с указанием условий их протекания.
4. Напишите реакцию взаимодействия циклогексана с хлором на свету с написанием механизма протекания данной реакции.
5. Осуществите цепочку превращений:
 $1,5\text{-дибромпентан} \rightarrow \text{циклопентан} \rightarrow \text{бромциклопентан} \rightarrow \text{циклопентен} \rightarrow \text{циклопентандиол-1,2}.$

Вариант 2

1. Напишите структурные формулы алканов: а) 2,2,3,4-тетраметилпентан; б) 2,3,6-триметил-3-этилгептан; в) 2,4-диметилпентан.
2. Напишите структурные формулы всех возможных одновалентных углеводородных радикалов состава: $-C_3H_7$. Назовите каждый из изображенных радикалов. Укажите вторичные атомы углерода.
3. Напишите структурную формулу органического вещества состава C_5H_{12} , если известно, что оно содержит в своем составе одну метиленовую группу, а при его бромировании получается преимущественно третичное бромпроизводное. Напишите реакцию бромирования данного углеводорода.
4. Образование каких монохлорпроизводных возможно при хлорировании 2,2,3-триметилпентана? Рассмотрите механизм реакции фотохимического хлорирования.
5. Осуществите цепочку превращений:
 $1,4\text{-дибромпентан} + Zn \rightarrow X \rightarrow \text{пентан} \rightarrow \text{изопентан} + Cl_2, h\nu \rightarrow X_2 \rightarrow 2,3\text{-дибромбутан}.$

Вариант 3

1. Напишите структурные формулы: а) 2,2,3,-триметилгексан; б) 2,3,6-триметилгептен-2; в) 1,3-диметилциклопентан
2. Напишите структурные формулы изомеров состава C_5H_{10} , включая межклассовые изомеры, содержащие третичные атомы углерода. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.
3. Получите 2-бромбутан из пропионата натрия.
4. Какова формула и название кислоты, из натриевой соли которой может быть получен изобутан? Напишите уравнение реакции.
5. Осуществите цепочку превращений:
 $1,2\text{-дибромбутан} + Zn \rightarrow X_1 \rightarrow \text{пропановая кислота} \rightarrow X_2 \rightarrow \text{этан} \rightarrow CO_2$.

Вариант 4

1. Напишите структурные формулы: а) 1,2,3,-триметилциклогексан; б) 2,2,4-триметилпентен-1; в) 3-изопропил-2-метилгептан
2. Напишите структурные формулы всех возможных изомерных циклоалканов состава C_6H_{12} , содержащих третичные атомы углерода. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.
3. Углеводород состава C_5H_{10} присоединяет бромоводород, а при жестком окислении этого углеводорода образуются две карбоновые кислоты. Определите структуру углеводорода и напишите уравнения указанных реакций.
4. Напишите уравнение реакции присоединения хлороводорода к пропену. Рассмотрите поэтапно механизм протекания данной реакции.
5. Осуществите цепочку превращений:
 $\text{циклопропан} \rightarrow 1\text{-бромпропан} \rightarrow X_1 \rightarrow \text{циклогексан} + Cl_2 (\text{свет}) \rightarrow X_2 \rightarrow \text{циклогексен}$.

Вариант 5

1. Напишите структурные формулы алканов: а) 2-метил-3-этилгексан; б) 2,5-диметил-3-этилгексан; в) 3,5-диметил-4-пропилгептан.
2. Напишите структурные формулы и названия всех возможных изомеров состава C_5H_{10} , включая межклассовые и геометрические изомеры.
3. Предложите способ получения бутена-2 из бутена-1.
4. Напишите реакции нитрования (по Коновалову) 2-метилпентана. Рассмотрите механизм фотохимического нитрования углеводорода.
5. Осуществите цепочку превращений:
 $2,2\text{-дихлорпентан} + \text{изб. KOH(спирт.)} \rightarrow X_1 \rightarrow \text{пентан} \rightarrow 2\text{-бромпентан} + \text{Na (t)} \rightarrow X_2 \rightarrow \text{CO}_2$.

Вариант 6

1. Напишите структурные формулы алканов: а) 4-трет-бутил-3-метилоктан; б) 2,2,3,4-тетраметилгексан в) 3-изопропил-2-метилгексан.
2. Напишите все возможные структурные формулы одновалентных углеводородных радикалов состава $-C_5H_{11}$. Назовите каждый из изображенных радикалов. Укажите третичные атомы углерода.
3. Напишите структурную формулу и название органического вещества состава C_6H_{14} , если известно, что оно содержит в своем составе две метиленовых группы. Напишите реакцию бромирования данного углеводорода.
4. Напишите реакцию гидробромирования циклобутана. Назовите продукт данной реакции и рассмотрите ее механизм.
5. Осуществите цепочку превращений:
 $1,6\text{-дихлоргексан} \rightarrow X_1 \rightarrow \text{бромциклогексан} + \text{KOH(спирт)} \rightarrow X_2 \rightarrow \text{циклогександиол-1,2}$.

Вариант 7

1. Напишите структурные формулы: а) 2,3-диметилпентен-2; б) 2,3,6-триметил-3-изопропилгептан; в) 1,1-диметилциклобутан

2. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров состава C_7H_{16} , содержащие третичные и четвертичные атомы углерода. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК
3. Получите ацетон (пропанон) из изобутана.
4. Напишите реакцию гидратации 2-метилпропена с механизмом ее протекания. Назовите продукт реакции.
5. Осуществите цепочку превращений:
 $2\text{-хлорпентан} \rightarrow X_1 \rightarrow \text{пропановая кислота} \rightarrow X_2 \rightarrow \text{этан} \rightarrow \text{нитроэтан}.$

Вариант 8

1. Напишите структурные формулы: а) 2,5-диметил-3-этилгексан; б) 4-изопропил-3,4-диметилгептен-1; в) 1-метил-2-этилциклопентан
2. Напишите структурные формулы всех возможных изомерных циклоалканов состава C_5H_{10} , включая геометрические (*цис*-, *транс*-) изомеры. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК. Укажите соединения, содержащие третичные атомы углерода.
3. Углеводород состава C_5H_{10} содержит в своем составе один третичный атом углерода, присоединяет одну молекулу водорода, не обесцвечивает раствор перманганата калия. Определите структуру углеводорода и напишите уравнение реакции его гидрирования.
4. Запишите реакцию гидратации бутена-1 с указанием условий ее протекания. Напишите постадийный механизм данной реакции.
5. Осуществите цепочку превращений:
 $1,3\text{-дихлорбутан} \rightarrow \text{метилциклопропан} \rightarrow X_1 \rightarrow 2\text{-бромбутан} \rightarrow X_2 \rightarrow \text{уксусная кислота}.$

Вариант 9

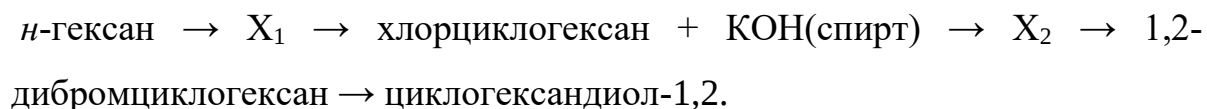
1. Напишите структурные формулы: а) 3,5-диметил-4-пропилгептан; б) 2,4-диметил-3-этилгексен-3; в) 1,3,3-триметилциклопентан

2. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров состава C_7H_{16} , содержащие третичные и четвертичные атомы углерода. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

3. Получите пропионовую кислоту из бутана.

4. Напишите уравнения реакций, необходимых для получения 2-бромбутана из этана.

5. Осуществите цепочку превращений:



Вариант 10

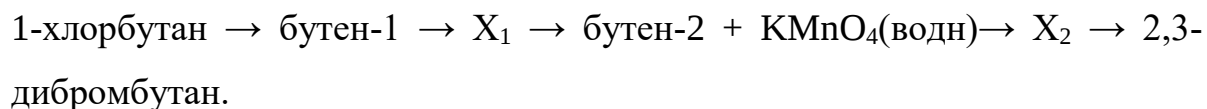
1. Напишите структурные формулы: а) 1,1,3-триметилциклогексан; б) 2,4,6-триметилгептен-2; в) 2-метил-3-этилпентан

2. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров циклоалкана состава C_6H_{12} , содержащие третичные атомы углерода, включая цис-транс-изомеры. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

3. Углеводород состава C_4H_8 обесцвечивает раствор иода, при жестком окислении в сернокислотном растворе перманганата калия образуется кетон. Определите структурную формулу углеводорода и напишите уравнения указанных реакций.

4. Какова формула и название кислоты, из натриевой соли которой при электролизе водного раствора может быть получен 2,3-диметилбутан? Напишите уравнение реакции электролиза.

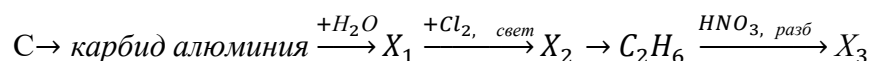
5. Осуществите цепочку превращений:



Вариант 11

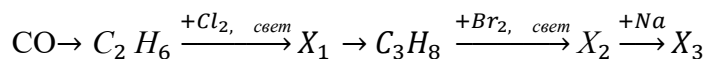
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 3,4-диметилгексен-1; б) 2,2,3,3-тетраметилбутен; в) 1-метил-2-этилциклобутан.

2. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров гептана, содержащих два третичных атома углерода. Назовите их.
3. Получите хлорвинил из метана.
4. Приведите реакцию и механизм монохлорирования *n*-бутана и запишите формулы всех свободных радикалов, образующихся на промежуточной стадии этой реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 12

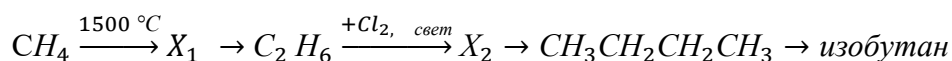
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2-метил-3-этилгептан; б) *цис*-2-метилгексен-3; в) 1,2-диметилциклопропан.
2. Напишите структурные формулы всех возможных первичных алкилов состава $C_5H_{11}-$. Назовите их.
3. Углеводород с брутто-формулой C_8H_{18} был получен электролизом натриевой соли триметилуксусной кислоты $(CH_3)_3COONa$. При его бромировании образуется только одно первичное монобромпроизводное. Какое строение имеет углеводород? Напишите уравнения указанных реакций.
4. Приведите реакцию и механизм монобромирования метилбутана и запишите формулы всех свободных радикалов, образующихся на промежуточной стадии этой реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 13

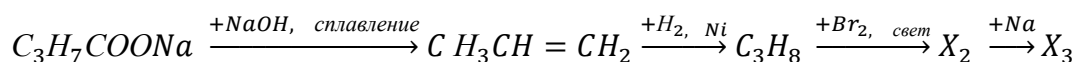
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 3,3-диметил-4-пропилгептан; б) 2,2,6-триметилгептен-1; в) 1,3-диметилциклобутан.

2. Напишите формулы структурных изомеров гексена, имеющих третичные и четвертичные атомы углерода. Напишите названия этих углеводородов.
3. Получите уксусную кислоту из 2,3-дибромпентана.
4. Приведите реакцию и механизм монохлорирования 3-метилпентана и запишите формулы всех свободных радикалов, образующихся на промежуточной стадии этой реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 14

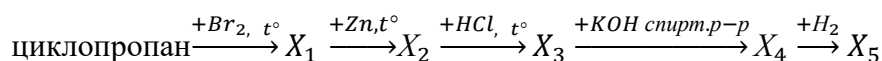
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 3-изопропил-2,2-диметилгексан; б) 3,3-диэтилпентена-1; в) этилциклопропан.
2. Изобразите структурные формулы всех изомеров состава C_6H_{14} , содержащих третичные и четвертичные атомы углерода. Напишите названия этих веществ.
3. Углеводород состава C_6H_{12} присоединяет бром, а при окислении перманганатом калия в серной кислоте образует кетон и карбоновую кислоту с одинаковым числом атомов углерода. Определите структуру и название углеводорода и напишите уравнения указанных реакций.
4. Приведите реакцию и механизм монобромирования 2-метилбутана и запишите формулы всех свободных радикалов, образующихся на промежуточной стадии этой реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 15

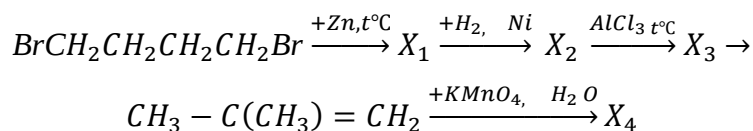
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 4-трет-бутил-3-этилоктан; б) 2,3-диметилбутен-2; в) 1,1-диметил-2-этилциклопентан.

- Предложите структурные формулы всех изомеров гептана, содержащих третичные и четвертичные атомы углерода. Укажите названия этих веществ.
- Получите бутен-2 из бутена-1.
- Приведите реакцию монохлорирования 3-метилпентана и запишите формулы всех свободных радикалов, образующихся на промежуточной стадии этой реакции.
- Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 16

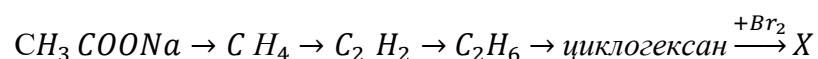
- Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2,3,4,6-тетраметил-5-пропил-3-этилгептан; б) 2,3,4-триметилпентен-1; в) 2-изопропил-1-этилциклогексан.
- Напишите структурные формулы всех возможных первичных алкилов состава $C_6H_{13}-$, содержащих четвертичный углеродный атом. Назовите их.
- Получите 3,4-диметилгексан из бутена-1.
- Приведите реакцию и механизм монобромирования *n*-пентана и запишите формулы всех свободных радикалов, образующихся на промежуточной стадии этой реакции.
- Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 17

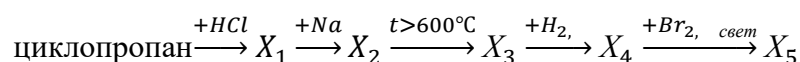
- Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2,2,5-триметил-4-пропил-3,3-диэтилгептан; б) 3,4,4-триметилпентен-2; в) 1,1-диметил-1,2-дипропилциклопентан.

- Предложите структурные формулы всех изомеров состава C_6H_{14} . Укажите третичные и четвертичные атомы углерода в составе изомеров.
- Углеводород состава C_5H_{10} , содержащий третичный атом углерода, обесцвечивает водный раствор брома. При его взаимодействии с сернокислым раствором перманганата калия образуется только одно органическое вещество, водный раствор которого окрашивает лакмус в красный цвет. Определите структуру углеводорода и напишите уравнения указанных реакций.
- Напишите реакцию и механизм нитрования *n*-бутана. Назовите продукт реакции.
- Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 18

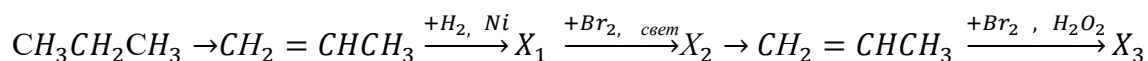
- Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2,2,4-триметил-3-этилпентан; б) 2-метилбутен-2; в) 2,4-диизобутил-1-этилциклопентан.
- Изобразите все возможные изомеры алкенов с пятью атомами углерода с разветвленным углеродным скелетом. Напишите их структурные формулы и дайте названия.
- Получите 2-бромбутан из этана.
- Напишите реакцию и механизм реакции нитрования изобутана.
- Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 19

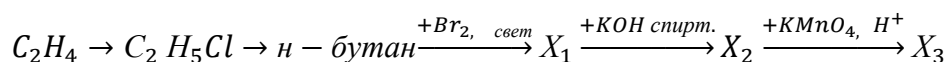
- Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2,2,4,4-тетраметил-3-этилпентан; б) 4-метилпентен-1; в) 1,1,2-триметилциклопропан.

2. Напишите структурные формулы изомерных гексенов с разветвленным углеродным скелетом. Назовите их по систематической номенклатуре.
3. Получите *n*-бутан из ацетилен.
4. Напишите реакцию и механизм нитрования 2-метилпентана. Назовите продукт данной реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 20

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2,2,3,3,4,4-гексаметилгексан; б) 3-метилбутен-1; в) 1,3-диметилциклобутан.
2. Предложите структурные формулы всех изомерных углеводородов состава C_8H_{18} , в которых есть третичные и четвертичные атомы углерода. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.
3. Получите пентен-2 из бутана-1.
4. Напишите реакцию и укажите механизм реакции сульфохлорирования 2-метилбутана. Назовите продукт данной реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 21

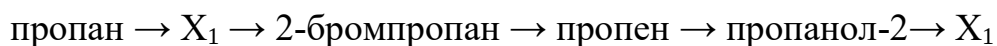
1. Напишите структурные формулы следующих углеводородов: а) 2,6-диметил-3,5-диэтил-4-пропилгептан; б) 2,5,5-триметилгексен-2; в) 1-метил-2-пропилциклогексан
2. Какие из приведённых углеводородов являются изомерами, а какие — гомологами: а) 2,2,3,3-тетраметилбутан; б) *n*-гептан; в) 3-этилгексан; г) 2,2,4-

триметилгексан; д) 3-метил-3-этилпентан? Напишите структурные формулы веществ.

3. Из каких соединений по методу Вюрца можно получить: а) нормальный бутан; б) 2,3-диметилбутан; в) изобутан? Напишите уравнения реакций получения перечисленных углеводородов по методу Вюрца.

4. Напишите уравнение реакции и механизм монохлорирования изобутана. Укажите название продукта, преимущественно образующегося в этой реакции.

5. Составьте уравнения реакций и укажите условия, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 22

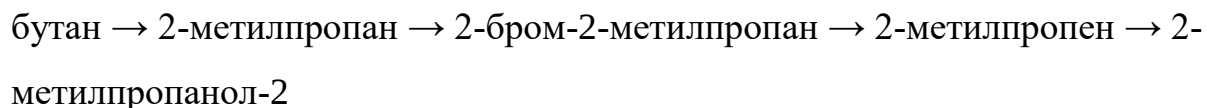
1. Напишите структурные формулы предельных углеводородов: а) 2,3,4-триметил-3-этилпентана; б) 1,3-диметилциклобутана; в) 2,2,5,5-тетраметилгексана.

2. Напишите структурные формулы *цис*- и *транс*-изомеров 1,2-диметилциклопропана.

3. Получите из этана бутен-1. Напишите уравнения протекающих реакций.

4. Напишите реакции мягкого и жесткого окисления пропена перманганатом калия и уравнивайте их.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 23

1. Напишите структурные формулы: а) изопропилциклогексан; б) 2,4-диметилгексен-2; в) 2,2,3-триметилбутан

2. Возможна ли пространственная цис-транс-изомерия у следующих соединений: а) изобутилен; б) 1,1-дихлорэтилен; в) пентен-2; г) 2,3-диметилбутен-2. Для выбранных углеводородов напишите графические формулы *цис*- и *транс*-изомеров.
3. Укажите главные и побочные продукты, образующиеся при взаимодействии металлического натрия со следующими реагентами: иодэтан и 2-иодпропан.
4. Напишите реакции получения пропилена из следующих соединений: а) нормального пропилового спирта; б) изопропилбромида.
5. Осуществите цепочку химических превращений:
$$\text{пропан} \rightarrow \text{2-бромпропан} \rightarrow X_1 \rightarrow \text{пропанол-2} \rightarrow \text{2-бромпропан} \rightarrow X_1$$

Вариант 24

1. Напишите структурные формулы: а) 2,3,4-триметилпентен-1; б) 2,2,4-триметилгексан; в) 1,1-диметилциклобутан
2. Назовите по систематической номенклатуре все этиленовые углеводороды, которые могут образоваться при каталитическом дегидрировании 2-метилпентана. Запишите уравнения соответствующих реакций.
3. Напишите графическую формулу углеводорода состава C_6H_{12} , присоединяющего бромоводород и дающего при окислении сернокислотным раствором перманганата калия единственное карбонильное соединение.
4. Написать уравнения реакций получения из пропилена следующих соединений: а) пропан; б) 2-бромпропан; в) уксусной кислоты.
5. Составьте уравнения реакций:



Вариант 25

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2,2-диметилбутан; б) 3-изопропил-2,5-диметилгептан; в) 1,1,3-триметилциклопентан?

2. Напишите возможные изомеры состава C_6H_{12} , содержащие 2 атома C в состоянии sp^2 -гибридизации. Дайте им название по номенклатуре ИЮПАК.
3. Напишите структурную формулу органического вещества состава C_5H_{10} , если известно, что оно содержит в своем составе только вторичные атомы углерода, а при его бромировании получается единственное монобромпроизводное. Напишите реакцию бромирования и нитрования данного углеводорода.
4. Какие из перечисленных алканов предпочтительно синтезировать по реакции Вюрца: 2,2-диметилбутан, пропан, гексан, 2-метилбутан? Свой ответ аргументируйте и запишите уравнения соответствующих химических реакций.
5. Составьте уравнения реакций и укажите условия, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
$$1\text{-хлорпропан} \rightarrow X_1 \rightarrow 1,2\text{-дихлорпропан} \rightarrow X_1 \rightarrow \text{пропиленгликоль} \rightarrow 1,2\text{-дибромпропан}$$

Вариант 26

1. Напишите структурные формулы: а) 2,2,3,6-тетраметил-5-этилгептана; б) 3,4-диметилгексена-1; в) 1,2-диэтилциклогексана.
2. Напишите структурные формулы углеводородов состава C_8H_{18} , в молекулах которых имеется наименьшее и наибольшее число первичных углеродных атомов.
3. Установите строение углеводорода C_8H_{18} , если он может быть получен в качестве единственного продукта реакции из первичного алкилгалогенида по реакции Вюрца, а при его мононитровании образуется третичное нитросоединение. Напишите уравнения указанных в условии реакций.
4. Напишите реакцию и механизм взаимодействия бутена-1 с хлороводородом. Запишите название продукта реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

2-хлорбутан $\rightarrow$ X_1 $\rightarrow$ уксусная кислота $\rightarrow$ ацетат калия $\rightarrow$ X_2 $\rightarrow$ ацетилен

Вариант 27

1. Напишите структурные формулы углеводородов: а) 2,2,4-триметилпентан; б) 2,4-диметилпентен-2; в) этилциклобутан.
2. Напишите графические формулы и назовите алкены состава C_6H_{12} , для которых возможно существование в виде цис-транс-изомеров. Изобразите цис-и транс-формы этих веществ.
3. Установите строение углеводорода состава C_5H_{10} , если известно, что все атомы углерода находятся в состоянии sp^3 -гибридизации и в составе есть 2 третичных атома углерода. Напишите реакции взаимодействия данного углеводорода с водородом и хлороводородом и назовите продукты этих реакций.
4. Напишите уравнение реакции фотохимического бромирования 2-метилбутана с постадийным механизмом данной реакции. Назовите продукт реакции.
5. Осуществите цепочку химических превращений:

циклобутан $\rightarrow$ 1-бромбутан $\rightarrow$ X_1 $\rightarrow$ пропионовая кислота $\rightarrow$ X_2 $\rightarrow$ этан

Вариант 28

1. Напишите структурные формулы углеводородов: а) 2,2,3-триметилбутан; б) 1,3-диметилциклогексан; в) 2,3-диметилбутен-2.
2. Напишите графические формулы всех возможных этиленовых углеводородов состава C_7H_{14} , которые содержат третичные и четвертичные атомы углерода. Назовите их по систематической номенклатуре.
3. Какие углеводороды образуются при действии металлического цинка на следующие соединения: 2,5-дибромгептан; 1,3-дибром-2-метилпентан; 1,4-дибром-2,2-диметилгексан? Напишите уравнения всех перечисленных реакций.

4. Напишите реакцию взаимодействия 3-хлорпропена с бромоводородом с рассмотрением механизма реакции. Назовите продукт данной реакции.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

бутан $\rightarrow$ 2-бромбутан $\rightarrow$ X_1 $\rightarrow$ бутен-2 $\rightarrow$ бутандиол-2,3 $\rightarrow$ 2,3-дихлорбутан

Вариант 29

1. Изобразите структурные формулы следующих соединений: а) 6-изопропил-2,3-диметилдекан; б) 1,4-диметилциклогексан; в) 3-этилгексен-2.

2. Напишите графические формулы всех возможных циклоалканов, включая геометрические изомеры (цис- транс-), состава C_5H_{10} . Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

3. Напишите графическую формулу непредельного углеводорода состава C_6H_{12} , имеющего симметричное строение и дающего при окислении сернокислотным раствором перманганата калия единственное карбонильное соединение. Напишите реакцию жесткого окисления данного углеводорода.

4. Какой из двух возможных продуктов будет преобладать при дегидробромировании 2-бром-2-метилпентана? Дайте необходимые пояснения и напишите уравнение указанной реакции.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

пропан $\rightarrow$ X_1 $\rightarrow$ 2-бромпропан $\rightarrow$ X_1 $\rightarrow$ пропанол-2 $\rightarrow$ X_1

Вариант 30

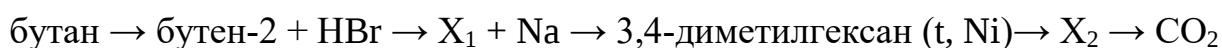
1. Изобразите структурные формулы следующих соединений: а) 4-*трет*-бутил-3-метилоктан; б) *транс*-1,2-диметилциклопропан; в) 2,3-диметилпентен-2.

2. Напишите графические формулы углеводородов состава C_7H_{16} , имеющие третичные и четвертичные атомы углерода. Назовите эти вещества по систематической номенклатуре.

3. Напишите графическую формулу циклоалкана состава C_6H_{12} , который содержит 2 третичных атома углерода и может существовать в виде цис-транс-изомеров. Назовите это вещество и напишите реакции его взаимодействия с водородом и бромом.

4. Используя в качестве исходных органические соединения, напишите уравнения реакций, в ходе которых получается пропен. Укажите условия проведения химических реакций и дайте названия исходным веществам.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



1.2.4 Лабораторная работа №2. Изучение свойств аренов и галогенпроизводных углеводородов

Цель работы: изучить физико-химические свойства бензола и его производных; научиться записывать наблюдения в ходе эксперимента и соответствующие уравнения реакций.

Приборы и оборудование: пробирки, фарфоровые чашки, горелка, кипелки.

Реактивы: бензол, толуол, этанол, диэтиловый эфир, животный жир (или растительное масло), хлороформ, хлорбензол, бензилхлорид, иод крист., хлорид натрия крист., раствор перманганата калия, 1% раствор $AgNO_3$, 0,5 М KI, 5% раствор брома, медная проволока.

Опыт 1. Изучение растворимости бензола в различных растворителях

В три пробирки наливают по 1 мл воды, этилового спирта и диэтилового эфира. К жидкостям добавляют по 10-12 капель бензола. Пробирки встряхивают и ставят рядом в штатив. Убеждаются, в каких жидкостях бензол растворяется. В случае отсутствия растворения отметьте, в каком слое (верхнем или нижнем) он окажется после расслаивания смеси с растворителем? Объясните, почему так происходит.

Опыт 2. Бензол как растворитель

Бензол является распространенным неполярным органическим растворителем для неполярных веществ.

Опыт 2.1. Растворимость жиров в бензоле. В одну пробирку наливают 1 мл бензола, в другую — столько же дистиллированной воды. В пробирки помещают по маленькому кусочку жира или по несколько капель растительного масла. Пробирки взбалтывают. Что наблюдается?

Опыт 2.2. Растворимость иода в бензоле. В одну пробирку наливают 0,5 мл бензола, а в другую — столько же дистиллированной воды. В каждую пробирку положите маленький кристалл иода и, как следует, перемешайте. Запишите в лабораторный журнал ваши наблюдения.

Опыт 2.3. Растворимость хлорида натрия в бензоле. В одну пробирку наливают 0,5 мл бензола, в другую — столько же дистиллированной воды. В каждую пробирку вносят несколько кристаллов хлорида натрия и, как следует, перемешивают. Запишите наблюдения в лабораторный журнал.

Сделайте вывод о растворимости в бензоле веществ разной природы.

Опыт 3. Горение бензола

Бензол горит коптящим пламенем вследствие высокого содержания углерода в молекуле бензола.

Возьмите две фарфоровые чашки. В одну из них поместите небольшой кусочек фильтровальной бумаги, а в другую — такой же кусочек бумаги, смоченный бензолом. *Внимание!* Фильтровальную бумагу лучше

немного смять для улучшения процесса горения. Сжигание бензола в фарфоровой чашечке всегда дает много копоти. В чем причины образования копоти при сгорании бензола? Объясните наблюдаемое явление. Рассчитайте массовую долю углерода в составе молекулы бензола. Напишите уравнение реакции горения.

Опыт 4. Получение бромбензола

В пробирку наливают 1 мл бензола и 0,5 мл брома. Отмечают, что реакция между веществами при нормальных условиях не происходит. Затем бросают в пробирку очень немного (на кончике шпателя) железных опилок и быстро закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опущен в стакан с водой (вода служит для поглощения образующегося бромистого водорода). Для обнаружения кислоты в воде в стакан следует предварительно добавить 2-3 капли раствора лакмуса.

Внимание! Обычно реакция бензола с бромом после добавления железных стружек начинается быстро, и, если она пойдет слишком бурно, пробирку охлаждают, погружая ее в чашку с холодной водой. Если реакция долго не начинается, пробирку слегка подогревают.

После окончания опыта жидкость из колбы выливают в стакан с водой. Отметьте растворимость бромбензола в воде. Плотность какого вещества выше: воды или бромбензола?

Запишите уравнение химической реакции. Каков механизм реакции получения бромбензола? Какова роль железа в этой реакции?

Опыт 5. Окисление бензола и толуола раствором перманганата калия

В две пробирки бросают по 1-2 кипелки. В одну пробирку добавляют 8-10 капель бензола, а в другую пробирку 8-10 капель толуола (или ксилола). В обе пробирки добавляют 2-3 капли раствора перманганата калия и 2-3 капли 2н. раствора серной кислотой. Смесь в обеих пробирках аккуратно взбалтывают и осторожно нагревают, стараясь, чтобы кончик пламени горелки не касался горлышка пробирок.

Запишите в лабораторный журнал наблюдения и объясните ваши наблюдения. Запишите уравнение реакции. Отметьте разницу в поведении бензола и его гомологов по отношению к растворам окислителей. С чем это связано?

Опыт 6. Открытие хлора по Бельштейну

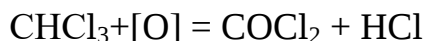
В пробирку наливают 15-20 капель хлороформа. Прокаливают медную проволоку в пламени горелки (спиртовки), опускают в раствор хлороформа и снова прокаливают. Пламя спиртовки окрашивается в красивый сине-зеленый цвет.

Прокаленная медная проволока, смоченная хлороформом, окрашивает бесцветное пламя горелки в сине-зеленый цвет вследствие образования летучих галоидных солей меди: $5 \text{ CuO} + 2 \text{ CHCl}_3 = 2 \text{ Cu} + 3 \text{ CuCl}_2 + 2 \text{ CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

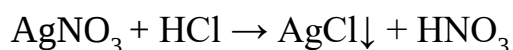
Опыт 7. Определение примесей хлороводорода и хлора в хлороформе

Хлороформ — один из первых препаратов, предложенных в качестве средства для наркоза. Однако в связи с тем, что была выявлена высокая токсичность хлороформа, это вещество было исключено из списка средств для общей анестезии. В настоящее время хлороформ в смеси с другими веществами используют для растирания при невралгиях и миозитах. Поэтому очень важно следить за химической чистотой этого вещества.

Под влиянием света и кислорода воздуха хлороформ постепенно разлагается с образованием хлороводорода и чрезвычайно ядовитого вещества фосген (COCl_2):

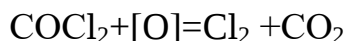


Опыт 7.1. Открытие хлороводорода в хлороформе. Для открытия в хлороформе хлороводорода в пробирку вносят 2 капли хлороформа, 3 капли воды и 1 каплю 0,2М раствора нитрата серебра. При наличии в хлороформе хлороводорода содержимое пробирки становится мутным от выпавшего осадка хлорида серебра:



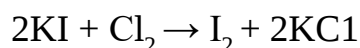
Эта проба свидетельствует о непригодности хлороформа для использования в медицинских целях.

При дальнейшем окислении фосген разлагается с выделением свободного хлора:



Наличие положительной пробы на свободный хлор также свидетельствует о недоброкачественности хлороформа.

Опыт 7.2. Открытие хлора в хлороформе. В пробирку вносят 3 капли хлороформа, 5 капель воды и 1 каплю 0,5М раствора иодида калия. Содержимое пробирки перемешивают. Розовая окраска нижнего слоя свидетельствует о наличии хлора:



Выделяющийся в реакции иод окрашивает хлороформ в розовый цвет. Если розовая окраска слабая, то добавляют 1 каплю крахмального клейстера. Синее окрашивание указывает на наличие в растворе иода.

По окончании опытов сделайте вывод о наличии примесей в хлороформе. Можно ли применить данный раствор для медицинских целей?

Опыт 8. Сравнение реакционной способности галогенидов в реакциях нуклеофильного замещения

Берут две пробирки. В одну добавляют 2-3 капли хлорбензола, в другую – 2-3 капли бензилхлорида. В обе пробирки добавляют 5-6 капель воды и осторожно нагревают до кипения на пламени горелки. После небольшого охлаждения растворов в пробирках в каждую из них добавляют по 1 капле нитрата серебра. Запишите наблюдения. Напишите уравнения реакций, которые протекали.

Почему в одном случае реакция гидролиза протекает, а в другом нет? Объясните это с точки зрения электронных эффектов в молекулах хлорбензола и бензилхлорида.

1.2.5 Контрольные вопросы к Лабораторной работе №2

1. В каких растворителях Вы растворяли бензол? В каких растворителях бензол растворился, а в каких нет? Почему?
2. Для каких веществ бензол является хорошим растворителем?
3. Что Вы наблюдаете при горении бензола? Почему так происходит?
4. Каково поведение бензола и его гомологов по отношению к растворам окислителей. С чем это связано? Поясните на примере опыта с окислением бензола и толуола сернокислотным раствором перманганата калия.
5. В какой цвет окрашивает пламя прокаленная медная проволока, смоченная хлороформом? С чем это связано?
6. Как можно обнаружить хлороводород в хлороформе?
7. В пробирку внесли 3 капли хлороформа, 5 капель воды и 1 каплю 0,5М раствора иодида калия. Содержимое пробирки перемешали и получили розовую окраску нижнего слоя. О чем свидетельствует эта окраска?
8. В пробирку внесли 2 капли хлороформа, 3 капли воды и 1 каплю 0,2М раствора нитрата серебра. Содержимое пробирки стало мутным. О чем это говорит?
9. Можно ли использовать хлороформ, который Вы исследовали в лабораторной работе, в медицинских целях?
10. Какое из галогенопроизводных легче вступает в реакции нуклеофильного замещения – хлорбензол или бензилхлорид? С чем это связано?

1.2.6 Индивидуальные домашние задания по теме

«Алкадиены, алкины, арены, галогенпроизводные углеводородов»

Вариант 1

1. Напишите структурные формулы: а) 2-метилпентадиена-1,4, б) 2,3-диметилгептина-1, в) *n*-ксилола.

2. Укажите, какие индуктивные и мезомерные эффекты проявляют следующие группы:

- а) Cl- б) CH₃-
в) –ОН г) –COOH

3. Какие углеводороды образуются при ароматизации следующих соединений: а) циклогексен; б) н-гептан; в) н-октан. Напишите уравнения всех возможных реакций и названия полученных продуктов реакций.

4. Установите структурную формулу вещества состава C₈H₆, если известно, что он обесцвечивает бромную воду, образует осадок с аммиачным раствором оксида серебра, окисляется перманганатом калия до бензойной кислоты. Напишите уравнения соответствующих реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

ацетат натрия → X₁ → ацетилен → винилацетилен → хлоропрен → хлоропреновый каучук

Вариант 2

1. Напишите структурные формулы: а) 1-изопропил-2,4-диметилбензола, б) изопрена, в) диметилацетилен.

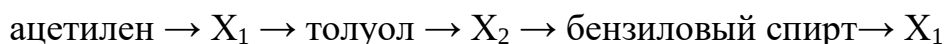
2. Напишите уравнение реакции между избытком спиртового раствора щелочи и а) 1,1-дибром-3-метилбутаном б) 2,2-дибромбутаном.

Продукты реакции назовите по ИЮПАК и рациональной номенклатурам.

3. Напишите уравнения реакций получения дивинилового и изопренового каучука.

4. Напишите структурную формулу алкина с молекулярной массой 68, если известно, что он реагирует с бромом, с аммиачным раствором оксида серебра, а при гидратации дает метилизопропилкетон. Все реакции напишите.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 3

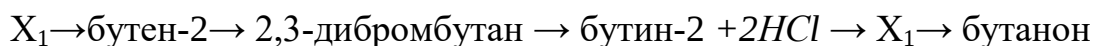
1. Напишите структурные формулы: а) 1,2 -дихлор-1-фенилэтана, б) 2,4-диметилгексадиена-1,4, в) 4-метил-3-этилгексин-1.
2. Напишите реакции замещения с указанием условий и постадийного механизма реакции: а) при взаимодействии толуола с хлором в присутствии железного катализатора; б) при взаимодействии толуола с хлором на свету.
3. Получите дивиниловый каучук из метана. Напишите уравнения необходимых для этого реакций.
4. При окислении арена состава $C_{10}H_{14}$ получили один из изомеров двухосновной ароматической кислоты. При нитровании этого арена нитрующей смесью получился один изомер моонитропроизводного. Определите структурную формулу арена. Напишите уравнения всех упомянутых реакций и назовите продукты этих реакций.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
бутадиен-1,3 $\rightarrow$ бутен-2 $\rightarrow$ 2,3-дибромбутан $\rightarrow X_1 \rightarrow$ 2,2-дибромбутан $+ KOH(водн) \rightarrow X_2$

Вариант 4

1. Напишите структурные формулы: а) *n*-ксилола, б) 1,1-дихлор-4-метилгексина-2, в) 2,4-диметилгексадиен -1,4.
2. Напишите реакции присоединения к пентадиену-1,3 с указанием механизма реакции: а) 1 моль бромоводорода; б) 1 моль брома. Назовите продукты этих реакций.
3. Получите бензойную кислоту из 1-бромбутана. Напишите уравнения необходимых для этого реакций с указанием условий их протекания.
4. Установите структурную формулу вещества состава C_5H_8 , при окислении которого сернокислотным раствором перманганата калия образуется только

одно органическое вещество, а при взаимодействии с аммиачным раствором оксида серебра выпадает осадок. Напишите уравнения всех упомянутых реакций и назовите продукты этих реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 5

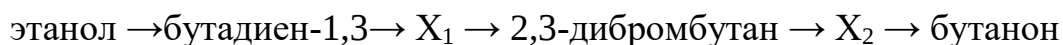
1. Напишите структурные формулы: а) *n*-нитротолуола, б) 1,2-дибром-2-метилгексина-3, в) 3,4-диметилгептадиен -1,3.

2. Напишите реакции взаимодействия этилбензола: а) с хлором в присутствии катализатора; б) с хлором на свету. Укажите механизм каждой реакции: Назовите продукты этих реакций.

3. Получите бутадиен-1,3 из метана. Напишите уравнения необходимых для этого реакций с указанием условий их протекания.

4. Установите структурную формулу вещества состава C_5H_8 , если при взаимодействии с аммиачным раствором оксида серебра выпадает осадок, а при окислении сернокислотным раствором перманганата калия образуется органическое вещество, содержащее третичный атом углерода. Напишите уравнения двух упомянутых реакций и назовите продукты этих реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 6

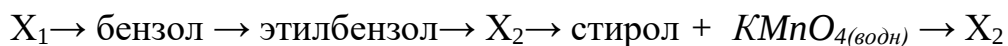
1. Напишите структурные формулы: а) кумола, б) 2,4-диметилпентадиена-1,4, в) диметилацетилен.

2. Напишите реакции присоединения к пропину: а) бромоводорода; б) воды. Укажите механизм реакций. Назовите продукты этих реакций.

3. Получите фенилхлорметан из метана. Напишите уравнения необходимых для этого реакций с указанием условий их протекания.

4. Установите структурную формулу вещества состава C_8H_{10} , если при его окислении сернокислотным раствором перманганата калия образуется дикарбоновая кислота, а при взаимодействии с избытком брома в присутствии катализатора образуется трибромзамещенное соединение. Напишите уравнения всех упомянутых реакций и назовите продукты этих реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 7

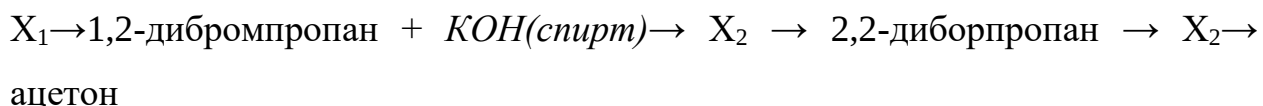
1. Напишите структурные формулы: а) 2,4-дибромгептадиена-1,3, б) 1-хлор-2,4-диметилбензола, в) 4-этилгептина-2.

2. Напишите реакции присоединения к бутадиену-1,3:: а) 1 моль хлороводорода; б) 1 моль водорода. Укажите механизм реакций. Назовите продукты этих реакций.

3. Получите кумол из метана. Напишите уравнения необходимых для этого реакций с указанием условий их протекания.

4. Установите структурную формулу вещества состава C_6H_{10} , при окислении которого сернокислотным раствором перманганата калия образуется только одно органическое вещество, а при полном бромировании образуется вещество симметричного строения. Напишите уравнения всех упомянутых реакций и назовите продукты этих реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 8

1. Напишите структурные формулы: а) 1-хлор-1-фенилэтана, б) 3,4-диметилгептадиена-2,4, в) метилэтилацетилен.
2. Напишите реакции взаимодействия 2-хлорбутана: а) с водным раствором щелочи; б) со спиртовым раствором щелочи. Укажите механизм реакций. Назовите продукты реакций.
3. Получите бутадиен-1,3 из метана. Напишите уравнения необходимых для этого реакций с указанием условий их протекания.
4. Установите структурную формулу вещества состава C_9H_{12} , если при его окислении сернокислотным раствором перманганата калия образуется монокарбоновая ароматическая кислота, а при каталитическом окислении образуется фенол и ацетон. Напишите уравнения всех упомянутых реакций и назовите продукты этих реакций.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

пентадиен-1,3 + $H_2 \rightarrow X_1 \rightarrow$ 2,3-дибромпентан + $KOH(спирт) \rightarrow X_1 \rightarrow$
пропановая кислота + $KOH \rightarrow X_3$

Вариант 9

1. Напишите структурные формулы: а) стирола, б) 1-бром-2,5-диметилгексина-3, в) *цис*-хлоропрена.
2. Напишите реакции присоединения к пентадиену-1,3: а) 1 моль бромоводорода; б) 1 моль брома. Укажите механизм реакций. Назовите продукты этих реакций.
3. Получите 2,2-дихлорбутан из метана. Напишите уравнения необходимых для этого реакций с указанием условий их протекания.
4. Установите структурную формулу вещества состава C_5H_8 , если при его окислении сернокислотным раствором перманганата калия образуется дикарбоновая кислота, а при взаимодействии с 1 моль брома образуется

только одно вещество. Напишите уравнения всех упомянутых реакций и назовите продукты этих реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 10

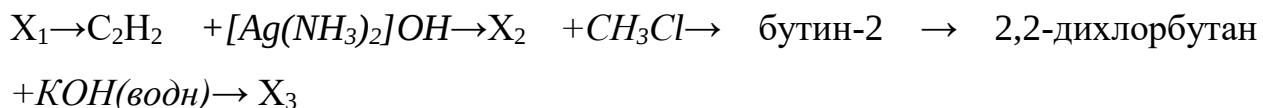
1. Напишите структурные формулы: а) изопрена, б) 1-нитро-2,3-диметилбензола, в) диэтилацетилен.

2. Напишите реакции присоединения к пропину: а) бромоводорода; б) воды. Укажите механизм реакций. Назовите продукты этих реакций.

3. Получите фенилхлорметан из метана. Напишите уравнения необходимых для этого реакций с указанием условий их протекания.

4. Установите структурную формулу вещества состава C_8H_{10} , если при его окислении сернокислотным раствором перманганата калия образуется дикарбоновая кислота, а при взаимодействии с избытком брома в присутствии катализатора образуется трибромзамещенное соединение. Напишите уравнения всех упомянутых реакций и назовите продукты этих реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 11

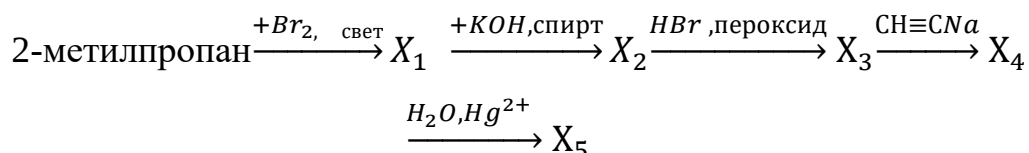
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2,2,5-триметилгексин-3, б) *цис*-пентадиен-1,3, в) *мета*-толуолсульфокислота.

2. Запишите уравнение присоединения бромоводорода к 3-метилбутину. Рассмотрите механизм превращения, объясните направление присоединения. Укажите символ реакции и способ разрыва связи.

3. Получите *мета*- и *пара*-бромбензойные кислоты из бензола.

4. Установите строение углеводорода C_8H_9Cl , который: а) легко бромруется на свету; б) при окислении образует хлорбензойную кислоту с согласованной ориентацией заместителей в S_E – реакциях. Нитрование хлорбензойной кислоты приводит к получению одного изомера. Запишите уравнения выше указанных реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 12

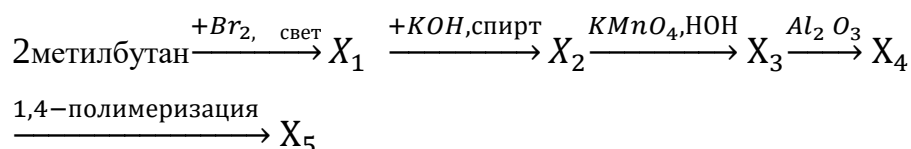
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2,5-диметил-5-этилгептин-3, б) *транс*-пентадиен-1,3, в) *мета*-диэтилбензол.

2. Запишите уравнение гидробромирования (1 моль) изопрена. Рассмотрите механизм превращения, объясните направление присоединения. Укажите символ реакции и способ разрыва связи.

3. Получите из бензола 4-нитробензойную кислоту.

4. Установите строение углеводорода C_8H_{10} , который: а) легко бромруется на свету; б) при окислении образует бензолдикарбоновую кислоту с согласованной ориентацией заместителей в S_E – реакциях. Запишите уравнения выше указанных реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 13

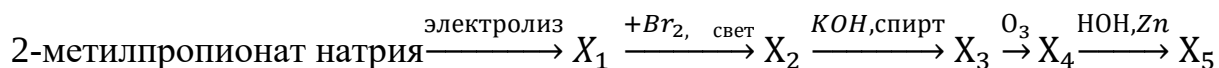
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 4-*трет*-бутил-3-изопропилгептин-1, б) 3-метилбутадиен-1,2, в) винилбензол.

2. Запишите уравнение нитрования хлорбензола. Рассмотрите механизм превращения, объясните направление присоединения. Укажите символ реакции и способ разрыва связи.

3. Получите из бромбензола *пара*-хлорбензилхлорид.

4. Установите строение углеводорода C_8H_8 , который: а) обесцвечивает бромную воду; б) легко вступает в реакцию полимеризации; в) при окислении образует бензойную кислоту. Запишите уравнения выше указанных реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 14

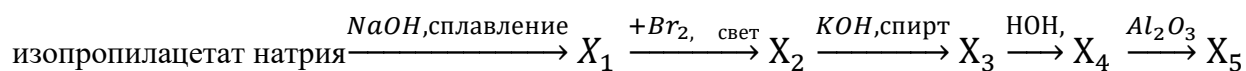
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) *пара*-трет-бутилметилбензол, б) винилацетилен, в) 5-бром-2-метил-3-хлорпентен-2.

2. Запишите уравнение взаимодействия бромоводорода (1 моль) и 4-метилпентадиена -1,3. Рассмотрите механизм превращения, объясните направление присоединения. Укажите символ реакции и способ разрыва связи.

3. Получите из бензола *пара*-бромбензилбромид.

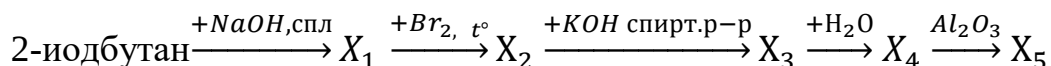
4. Установите строение углеводорода C_8H_6 , который: а) обесцвечивает бромную воду; б) образует белый осадок с аммиачным раствором оксида серебра; в) при окислении образует бензойную кислоту. Запишите уравнения выше указанных реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 15

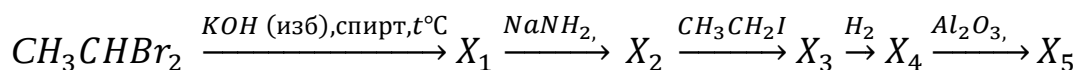
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) *орто*-метилизопропилбензол, б) 3,4-диметилгексин-2, в) винилхлорид.
2. Запишите уравнение присоединения 1 моль бромоводорода к 2-метилпентадиену-1,3. Рассмотрите механизм превращения, объясните направление присоединения. Укажите символ реакции и способ разрыва связи.
3. Получите 1-(4-сульфофенил)-2-бромэтан из бензола.
4. Запишите структурную формулу углеводорода состава C_9H_{12} , который при окислении образует бензолтрикарбоновую кислоту, а при бромировании в присутствии $FeBr_3$ – только одно монобромпроизводное. Запишите уравнения выше указанных реакций.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 16

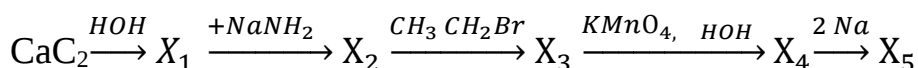
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 1-метил-3-изопропилбензол, б) 2,4-динитрофторбензол, в) метилацетилен.
2. Запишите уравнение присоединения 1 моль бромоводорода к 4-метилпентадиену-1,3. Рассмотрите механизм превращения, объясните направление присоединения. Укажите символ реакции и способ разрыва связи.
3. Получите 4-сульфо-2-хлоризопропилбензол из бромбензола.
4. Предложите структурную формулу углеводорода состава C_9H_{12} , который легко бромруется на свету с образованием смеси бромпроизводных, а при окислении хромовой смесью дает бензолдикарбоновую кислоту с согласованной ориентацией заместителей в S_E – реакциях. Запишите уравнения выше указанных реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 17

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) *пара*-вторбутилметилбензол, б) неопентилацетилен, в) 2,5-диметилгексадиен-1,5.
2. Запишите уравнение присоединения 1 моль бромоводорода к 2,4-диметилпентадиену-1,3. Рассмотрите механизм превращения, объясните направление присоединения. Укажите символ реакции и способ разрыва связи.
3. Получите из бензола *пара*-хлорбензотрихлорид.
4. Запишите структурную формулу углеводорода состава C_6H_{10} , если известно: а) окисляется реактивом Вагнера; б) не образует ацетиленидов; в) вступает в реакцию диенового синтеза; г) после присоединения 1 моль брома и последующего жесткого окисления образует 2-бромпропановую кислоту. Запишите уравнения выше указанных реакций.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

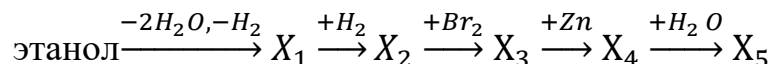


Вариант 18

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) изобутилбензол, б) 2-метил-*втор*-бутилацетилен, в) *транс*-пентадиен-1,3.
2. Запишите уравнение алкилирования толуола пропиленом. Рассмотрите механизм превращения, объясните направление присоединения. Укажите символ реакции и способ разрыва связи.
3. Получите из этилбензола 4-нитро-2-сульфобензойную кислоту.

4. Предложите структурную формулу углеводорода состава C_6H_{10} , который реагирует с бромной водой и реактивом Вагнера, при гидрировании присоединяет 2 моль водорода и образует диметилизопропилметан, а также вступает в реакцию диенового синтеза. Запишите уравнения выше указанных реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 19

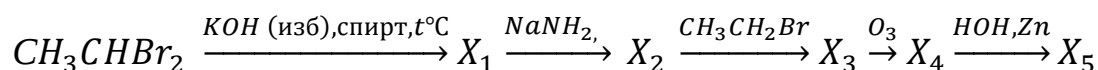
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 1,3,5-триметил-6-этилбензол, б) 2,7-диметил октин-3, в) *цис*-пентадиен-1,3.

2. Запишите уравнение реакции бромирования бензойной кислоты. Рассмотрите механизм превращения, объясните направление присоединения. Укажите символ реакции и способ разрыва связи.

3. Получите из хлорбензола *мета*-бромбензойную кислоту.

4. Определите строение углеводорода C_5H_8 , который образует осадок с аммиачным раствором оксида серебра и меди (I), обесцвечивает бромную воду, а при гидратации по Кучерову образует метилпропилкетон. Запишите уравнения выше указанных реакций.

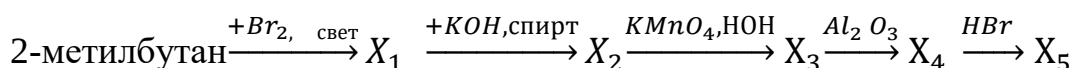
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 20

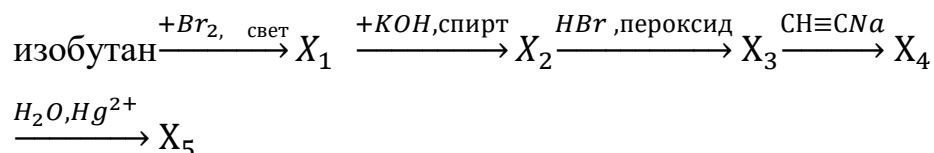
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) *пара*-бромэтилбензол, б) 3-метилгексадиин-1,5, в) 2,5-диметилгексадиен-1,5.

2. Запишите уравнение присоединения 1 моль иодоводорода к гексадиену-1,3. Рассмотрите механизм превращения, объясните направление присоединения. Укажите символ реакции и способ разрыва связи.
3. Получите из бензола 2-хлоро-2-(4-сульфофенил)бутан.
4. Запишите структурную формулу углеводорода состава C_6H_{10} , если известно: а) не вступает в реакцию Кучерова; б) может реагировать с 1 моль брома, образуя 2 изомерных продукта; в) при гидрировании 1 моль водорода образуется углеводород, дающих при озолизе смесь уксусного и диметилуксусного альдегидов. Запишите уравнения выше указанных реакций.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 21

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) *пара-трет*-бутилтолуол, б) 4,4-диметил-3-этилпентин, в) *втор*-бутилацетилен.
2. Запишите уравнение бромирования на свету этилбензола. Рассмотрите механизм превращения, объясните направление присоединения. Укажите символ реакции и способ разрыва связи.
3. Получите из бензола 1,2-дибромо-1-(4-нитрофенил)этан.
4. Запишите структурную формулу углеводорода состава C_9H_{10} , если известно, что он: а) обесцвечивает реактив Вагнера; б) вступает в реакцию полимеризации; в) существует в виде *цис-транс*-изомеров; г) при окислении образует бензойную кислоту. Запишите уравнения выше указанных реакций.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 22

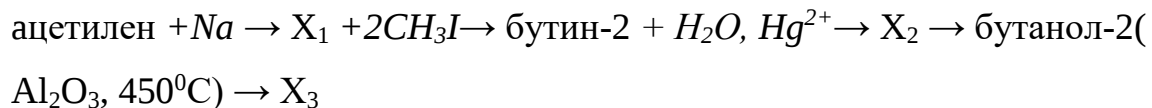
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) *мета*-сульфобензотрихлорид, б) 3,4-диметилгексадин-1,5, в) 2,3-диметилпентадиен-1,3.
2. Запишите уравнение нитрования 4-метилбензойной кислоты. Рассмотрите механизм превращения, объясните направление присоединения. Укажите символ реакции и способ разрыва связи.
3. Получите из бромбензола 4-бromo-3-нитробензойную кислоту.
4. Запишите структурную формулу углеводорода состава C_9H_{10} , если известно, что соединение обесцвечивает бромную воду и реактив Вагнера. При его жестком окислении образуется бензолдикарбоновая кислота с несогласованной ориентацией заместителей в S_E -реакциях, бромирование которой в присутствии $FeBr_3$ дает только один изомер. Запишите уравнения выше указанных реакций.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
ацетилен $+ Na \rightarrow X_1 + 2CH_3I \rightarrow$ бутин-2 $\rightarrow$ ацетат натрия $\rightarrow$ метан $\rightarrow$ ацетилен

Вариант 23

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2-бром-4-нитроизопропилбензол, б) 2,5-диметил октин-3, в) 2,3-диметил октадиен-2,6.
2. Запишите уравнение взаимодействия винилбензола и бромной воды. Рассмотрите механизм превращения, объясните направление присоединения. Укажите символ реакции и способ разрыва связи.
3. Получите из стирола 4-сульфо-2-нитроэтилбензол.
4. Запишите структурную формулу углеводорода состава $C_{10}H_{14}$, который при монобромировании в присутствии $FeBr_3$ образует только одно

монобромпроизводное, а при окислении образует бензолдикарбоновую кислоту. Запишите уравнения выше указанных реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 24

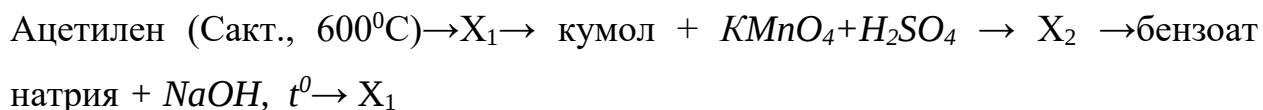
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) *пара*-нитростирол, б) 3,3-диметилгексадин-1,5, в) диметилацетилен.

2. Запишите уравнение сульфирования 3-нитротолуола. Рассмотрите механизм превращения, объясните направление присоединения. Укажите символ реакции и способ разрыва связи.

3. Получите из бензола (*пара*-бромфенил)ацетилен.

4. Запишите структурную формулу углеводорода состава $C_{10}H_{14}$, если известно: а) при окислении дихроматом калия в кислой среде образует бензолдикарбоновую кислоту с согласованной ориентацией заместителей в S_E - реакциях; б) после бромирования на свету и последующего дегидробромирования превращается в продукт, который может существовать в виде *цис-транс*-изомеров. Запишите уравнения выше указанных реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



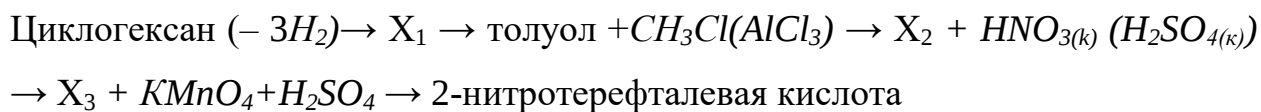
Вариант 25

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) *пара*-бромбензилбромид, б) метил-*втор*-бутилацетилен, в) 5,5-диметилгексадиен-1,3.
2. Запишите уравнение сульфирования *пара*-нитротолуола. Рассмотрите механизм превращения, объясните направление присоединения. Укажите символ реакции и способ разрыва связи.
3. Получите из хлорбензола 2-бromo-4-нитротолуол.
4. Запишите структурную формулу углеводорода состава $C_{10}H_{10}$, который может реагировать с аммиачным раствором оксида серебра и H_2O в присутствии сульфата ртути, а при окислении в различных условиях может образовать либо 1,4-бензолдикарбоновую, либо *пара*-этилбензойную кислоту. Запишите уравнения выше указанных реакций.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
 $\text{бутен-1} + HBr \rightarrow X_1 \rightarrow \text{бутен-2} \rightarrow X_2 \rightarrow \text{бутин-2} + H_2O, Hg^{2+} \rightarrow X_3$

Вариант 26

1. Напишите структурные формулы: а) *пара*-нитротолуол, б) 3,4-диметилгексадиена-1,4, в) изопропилацетилена.
2. Напишите реакции взаимодействия 2-хлорбутана: а) с водным раствором щелочи; б) со спиртовым раствором щелочи. Укажите механизм реакций. Назовите продукты реакций.
3. Получите бутадиен-1,3 из метана. Напишите уравнения необходимых для этого реакций с указанием условий их протекания.
4. Установите структурную формулу вещества состава C_9H_{12} , которое может быть получено тримеризацией пропина, а при его окислении сернокислотным раствором перманганата калия образуется трикарбоновая ароматическая кислота. Напишите уравнения всех упомянутых реакций и назовите продукты этих реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 27

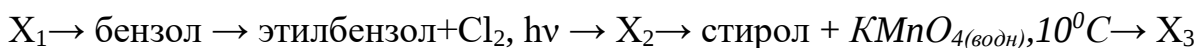
1. Напишите структурные формулы: а) 2,4-дибромкумол, б) 2-бром-5-метилгексина-3, в) *цис*-пентадиена-1,3.

2. Напишите реакцию бромирования толуола в присутствии бромида железа(III) с указанием механизма реакции. Объясните направление замещения. Назовите возможные продукты реакции.

3. Получите 2,2-дихлорбутан из метана. Напишите уравнения необходимых для этого реакций с указанием условий их протекания.

4. Установите структурную формулу вещества состава C_5H_8 , если при его окислении сернокислотным раствором перманганата калия образуется дикарбоновая кислота, а при взаимодействии с 1 моль брома образуется только одно вещество. Напишите уравнения всех упомянутых реакций и назовите продукты этих реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 28

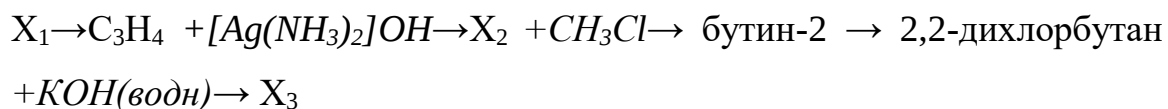
1. Напишите структурные формулы: а) 3,4-диметилгептадиен-2,4, б) 1-нитро-3,5-диметилбензола, в) изопропилметилацетилен.

2. Напишите реакции присоединения к пропину: а) бромоводорода; б) воды. Укажите механизм реакций. Назовите продукты этих реакций.

3. Получите фенилхлорметан из метана. Напишите уравнения необходимых для этого реакций с указанием условий их протекания.

4. Вещество состава C_8H_9Cl было подвергнуто хлорированию на свету при нагревании. При этом получилось вещество состава $C_8H_8Cl_2$. При окислении исходного вещества получилась *n*-хлорбензойная кислота. Определите строение исходного вещества и напишите все упомянутые реакции.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 29

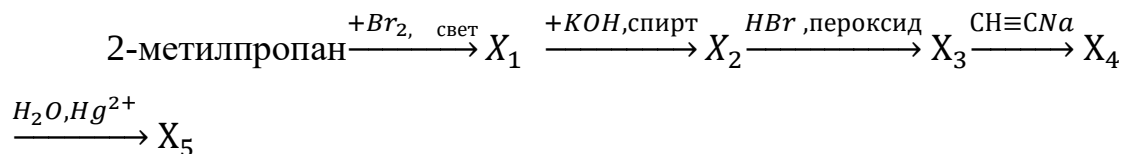
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 4,4,5-триметилгексин-2, б) *транс*-пентадиен-1,3, в) *мета*-нитроэтилбензол.

2. Запишите уравнение присоединения бромоводорода к 3-метилбутину. Рассмотрите постадийный механизм превращения, объясните направление присоединения. Укажите символ реакции и способ разрыва связи. Назовите продукты реакции.

3. Получите *мета*- и *пара*-хлорбензойные кислоты из бензола.

4. Установите строение углеводорода C_5H_8 , который имеет *цис*-, *транс*-изомеры, может присоединить 2 моль водорода, а его взаимодействие с 1 моль брома приводит к образованию изомерных дибромпроизводных. Напишите уравнения вышеперечисленных реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 30

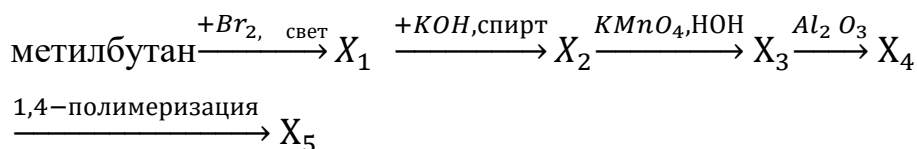
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 3,5-диметил-3-этилгептин-1, б) *цис*-пентадиен-1,3, в) *орто*-бромэтилбензол.

2. Запишите уравнение гидрохлорирования метилпропена. Рассмотрите механизм превращения, объясните направление присоединения. Укажите символ реакции и способ разрыва связи.

3. Получите из бензола 4-нитробензойную кислоту.

4. Определите строение вещества состава C_6H_{10} , которое присоединяет две молекулы бромоводородной кислоты с образованием геминального дигалогенида $C_6H_{12}Br_2$, дает осадок с аммиачным раствором оксида серебра, и содержит один третичный атом углерода. Напишите уравнения вышеперечисленных реакций.

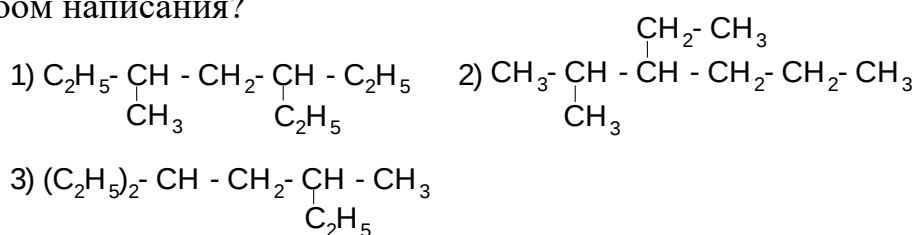
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



1.2.7 Тестовые задания для самопроверки

Теория строения органических веществ. Алканы

1. Есть ли среди указанных ниже формул одинаковые, отличающиеся лишь способом написания?



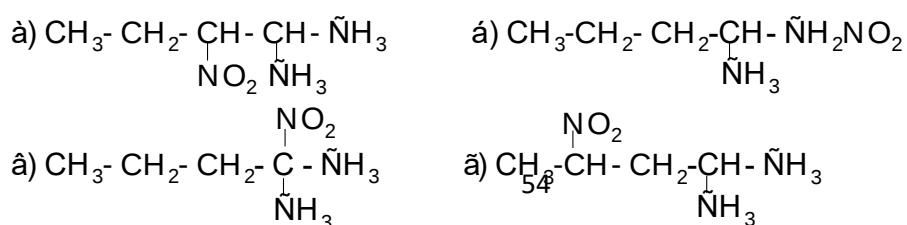
а) одинаковых нет

б) одинаковы 1 и 2

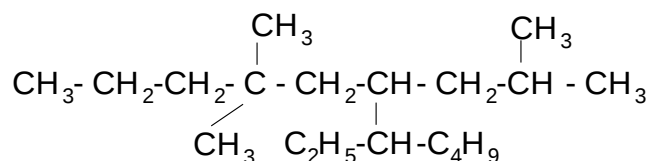
в) одинаковы 2 и 3

г) одинаковы 1 и 3

2. Какой продукт нитрования 2-метилпентана образуется преимущественно?

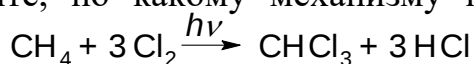


3. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



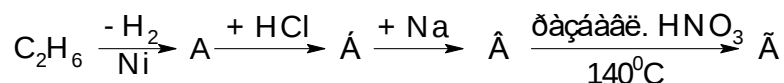
- а) 6-изобутил-4,4-диметил-7-этилундекан
- б) 5-этил-6-(2-метилпропил)-8,8-диметилундекан
- в) 4,4-диметил-6-изобутил-5-этилдекан
- г) 4,4-диметил-6-изопропил-7-этилундекан

4. Определите, по какому механизму протекает реакция хлорирования метана:



- а) электрофильный
- б) радикальный
- в) нуклеофильный
- г) нуклеофильный и радикальный

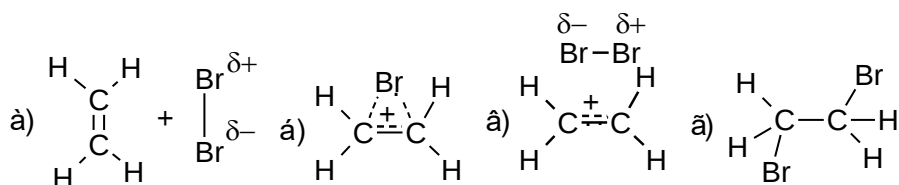
5. Укажите углеводород, производное которого образуется в результате превращений:



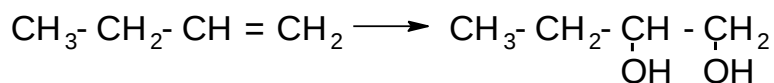
- а) бутан
- б) пропан
- в) пентан
- г) этан

6. Сплавление со щелочью натриевой соли масляной кислоты привело к углеводороду, а хлорирование последнего одним моль Cl_2 и последующее действие металлического натрия – к новому углеводороду. Назовите продукт нитрования этого последнего углеводорода 1 моль HNO_3 (разб.) при 140°C .

- а) 1-нитро-2,2-диметилпентан
- б) 2-нитропропан
- в) 2-нитро-2,3-диметилбутан
- г) 1-нитро-3-метилгексан

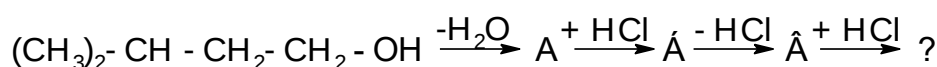


3. Какой из реагентов надо выбрать, чтобы осуществить реакцию:



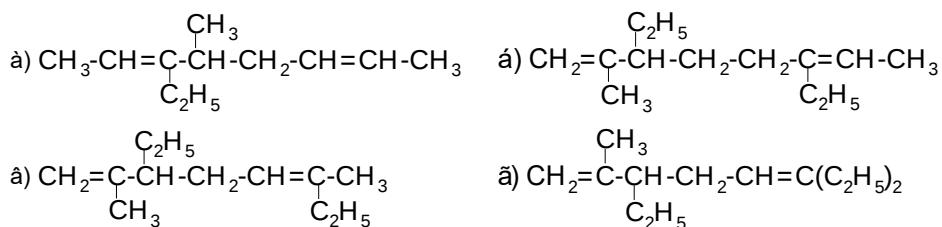
- а) кислый раствор перманганата калия б) озон
в) водный раствор перманганата калия г) вода, H^+

4. Укажите конечный продукт, образующийся в результате следующих превращений:

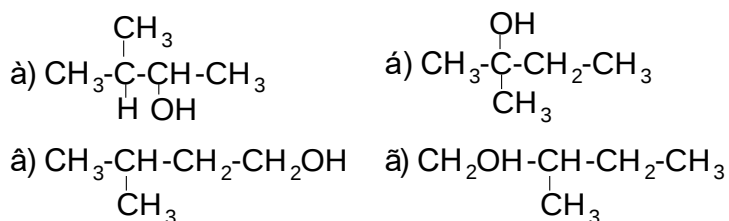


- а) 2-метил-2-хлорбутан б) 3-метил-2-хлорбутан
в) 2-метил-3-хлорбутан г) 2-метил-4-хлорбутан

5. Укажите структурную формулу, соответствующую названию 2-метил-3,6-диэтилоктадиен-1,5:



6. Какое соединение получится, если к продукту реакции 3-бром-2-метилбутана со спиртовым раствором щелочи присоединить воду?



7. Каковы необходимые и достаточные условия возникновения

геометрической изомерии в алкенах?

1) Невозможность изменения пространственного расположения заместителей при двойной связи без её разрыва.

2) Общая несимметричность молекулы алкена и невозможность изменения конфигурации алкена без разрыва двойной связи.

3) Наличие у каждого из связанных двойной связью атомов углерода двух различных заместителей и невозможность изменения конфигурации алкена без разрыва двойной связи.

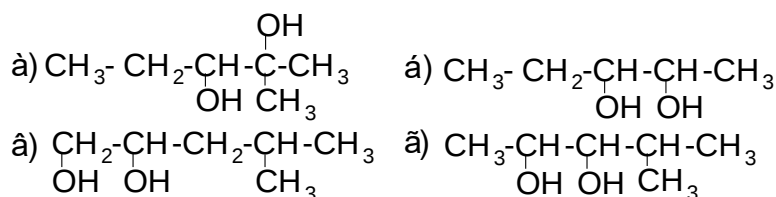
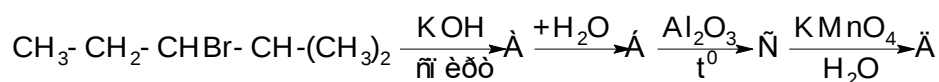
а) 1 + 2

б) 2

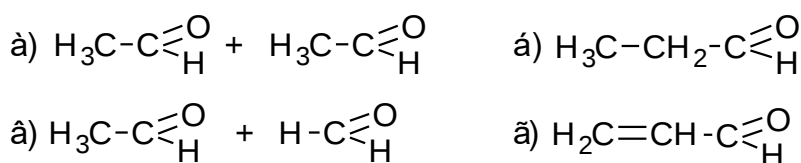
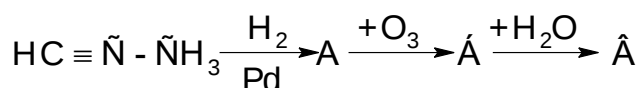
в) 3

г) 1

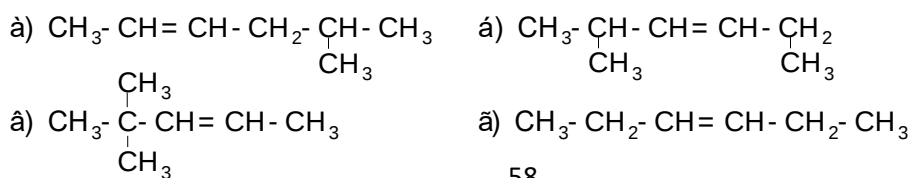
8. Укажите соединение Д:



9. Укажите структурные формулы конечных продуктов превращений:



10. Укажите строение алкена C₇H₁₄, при окислении которого в жестких условиях образуются: CH₃-COOH и (CH₃)₂CH-CH₂-COOH

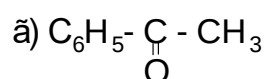
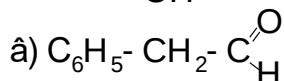
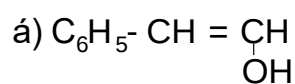
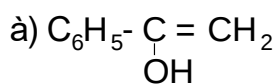


Алкины

1. Из какого соединения при взаимодействии со спиртовым раствором KOH может быть получен ацетилен:

- а) $\text{CH}_3\text{-CHCl}_2$ б) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{Cl}$ в) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ г) Cl-CH=CH-Cl

2. Какое соединение получится при взаимодействии фенилацетилена с водой:

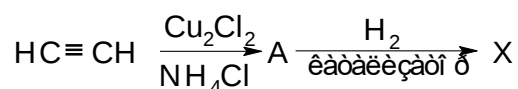


Cl

3. Какова величина угла между направлениями σ -связей у углеродных атомов, находящихся в состоянии sp -гибридизации?

- а) 160° б) 120° в) 180° г) 90°

4. Что образуется в результате следующих реакций:



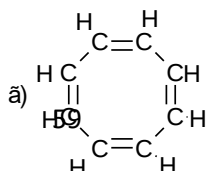
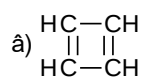
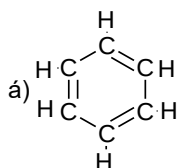
- а) бутан б) этан
в) 1,2-дихлорэтан г) 1,4-дихлорбутан

5. На 1-бромбутан последовательно действовали спиртовым раствором KOH, бромом, затем снова спиртовым раствором KOH и, наконец, аммиачным раствором нитрата серебра. Какое вещество получилось?

- а) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{ONO}_2$ а) $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-CH}_3$
а) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{C-Ag}$ а) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2$

6. Какое вещество образуется при пропускании ацетилена над нагретым активированным углем?

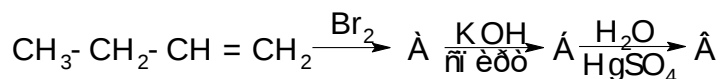
а) $\text{H}_2\text{C=CH}_2$



7. Из каких ацетиленовых углеводородов по реакции Кучерова получается альдегид?

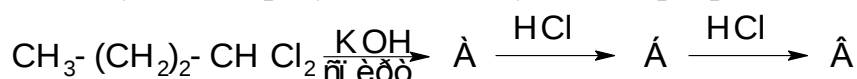
- а) из всех б) из метилацетилен
- в) из ацетилена г) из диметилацетилена

8. Укажите конечный продукт:



- а) бутанон-2 б) бутен-2-ол-2
в) бутандиол-2,3 г) 2-метилпропанол-1

9. Что получится в результате следующих превращений:



- à) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}\text{-CH}_2\text{Cl}$ á) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}\overset{\text{Cl}}{\underset{\text{Cl}}{\text{C}}}\text{-CH}_3$
- â) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{NH}$ ã) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}\overset{\text{Cl}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}\text{-CH}_3$

10. С помощью какой реакции можно отличить бутин-1 от бутена-1?

- а) с HBr
б) с Br₂
в) с аммиачным раствором гидроксида меди (I)
г) с H₂/Pt

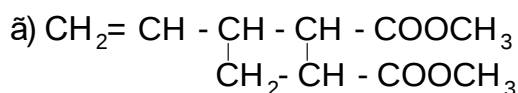
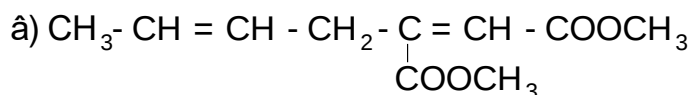
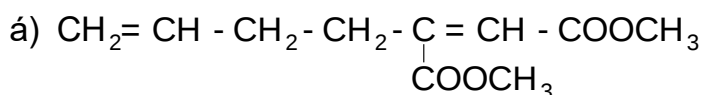
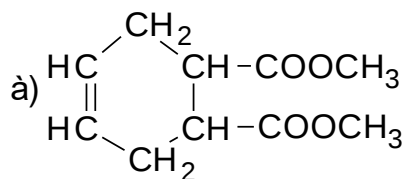
Алкадиены

1. Определите структуру углеводорода C_5H_8 , если известно, что озонлиз продукта присоединения к этому углеводороду одной молекулы брома привел к формальдегиду и к 3,4-дибромбутанолу. Назовите это соединение.

- а) 2-метилбутадиен-1,3 б) пентадиен-1,4
в) пентадиен-1,2 г) 3-метилбутадиен-1,2

2. Что получится при взаимодействии 1,3-бутадиена с диметилловым эфиром

малеиновой кислоты ($\text{CH}_3\text{OOC}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOCH}_3$)?



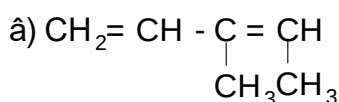
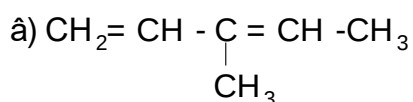
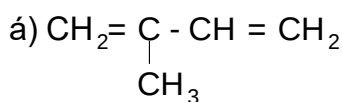
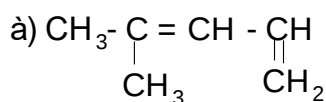
3. Какова величина валентных углов в молекуле бутадиена?

- а) 180° б) $109^\circ 28'$ в) 90° г) 120°

4. При присоединении HBr к бутадиену-1,3 реакция начинается с присоединения:

- а) Br^- б) $\text{H}^\bullet$ в) H^+ г) $\text{Br}^\bullet$

5. Укажите формулу изопрена:



6. Сколько геометрических изомеров у гексадиена-2,4?

- а) 3 б) 2 в) 1 г) 4

7. Укажите соединение, из которого гидрогалогенированием получен 4-хлорпентен-2.

- а) пентен-2 б) пентадиен-1,4
в) пентадиен-1,3 г) пентадиен-2,3

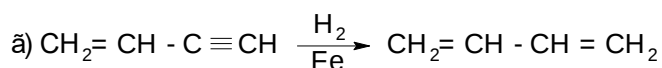
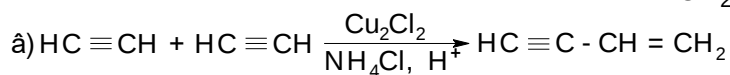
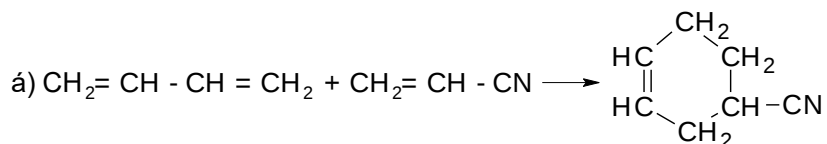
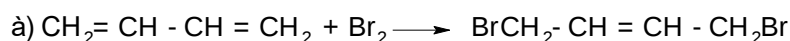
8. Из какого углеводорода получают хлоропрен:

- а) винилацетилена б) бутадиена-1,3

в) бутадиена-1,2

г) бутина-2

9. Какая реакция относится к реакции диенового синтеза?



10. Какое соединение получится при действии спиртового раствора щелочи на 1,4-дихлор-2,3-диметилбутан?

а) 2,3-диметилбутандиол-1,4

б) 2,3-диметилбутадиен-1,3

в) 2,3-диметилбутен-2

г) 2,3-диметилбутан

Ароматические углеводороды

1. Сколько изомерных монобромпроизводных может получиться, без учёта ориентирующего эффекта метильной и нитрогрупп, при бромировании *m*-нитротолуола в присутствии FeBr_3 ?

а) 4

б) 3

в) 2

г) 7

2. Какое из названных соединений при электрофильном замещении имеет расположение заместителей с несогласованной ориентацией:

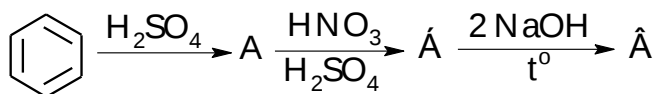
а) *m*-динитробензол

б) *n*-нитро-*N,N*-диметиланилин

в) *m*-аминофенол

г) *m*-метилбензофенон

3. Какое соединение образуется по следующей схеме:



а) *o*-нитрофенол

б) *n*-нитрофенол

в) *m*-нитрофенол

г) *m*-нитробензолсульфокислота

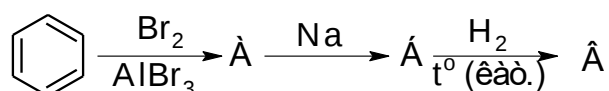
4. Укажите ацилирующий агент в реакции Фриделя-Крафтса:

- а) HCl
б) бромистый изопропил
в) уксусный ангидрид
г) $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$

5. Установите строение вещества, если оно нитруется концентрированной азотной кислотой с образованием $C_7H_7NO_2$ и окисляется перманганатом калия до соединения $C_7H_5O_2$, легко растворимого в щелочах:

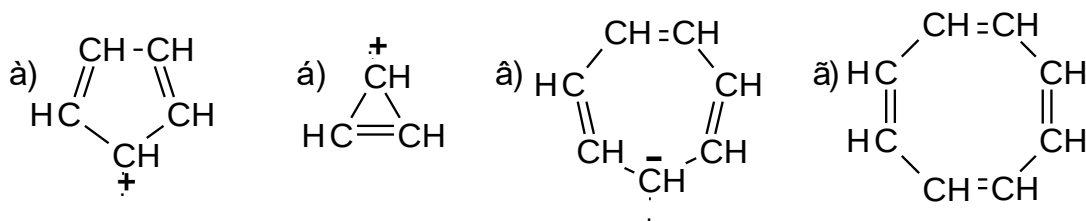
- а) этилбензол б) толуол
в) *o*-крезол г) *o*-ксилол

6. Назовите конечное соединение:

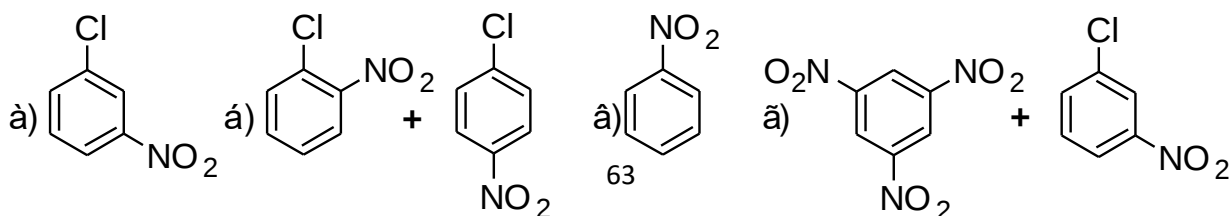


- а) дициклогексил б) циклогексан
в) дифенил г) октан

7. Какое из приведенных соединений является ароматическим? При решении задач используйте критерий ароматичности Хюккеля: число π -электронов в ароматической системе равно $4n + 2$, где $n = 0, 1, 2, 3$ и т.д.



8. Какие продукты получатся, если прохлорировать (1 моль Cl_2) бензол, а затем подействовать на полученный продукт нитрующей смесью?



9. Для какого из указанных соединений реакция электрофильного замещения идет легче всего:

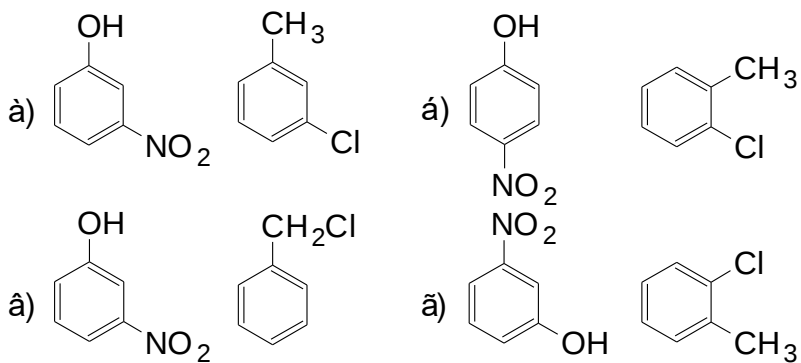
а) толуол

б) фенол

в) хлорбензол

г) нитробензол

10. Укажите структурные формулы *м*-нитрофенола и *о*-хлортолуола:



Глава 2. Кислородсодержащие органические соединения

2.1 Теоретическое вступление

Спирты и фенолы

Существует большое число органических соединений, в состав которых наряду с углеродом и водородом входит кислород. Атом кислорода содержится в различных функциональных группах, определяющих принадлежность соединения к определенному классу.

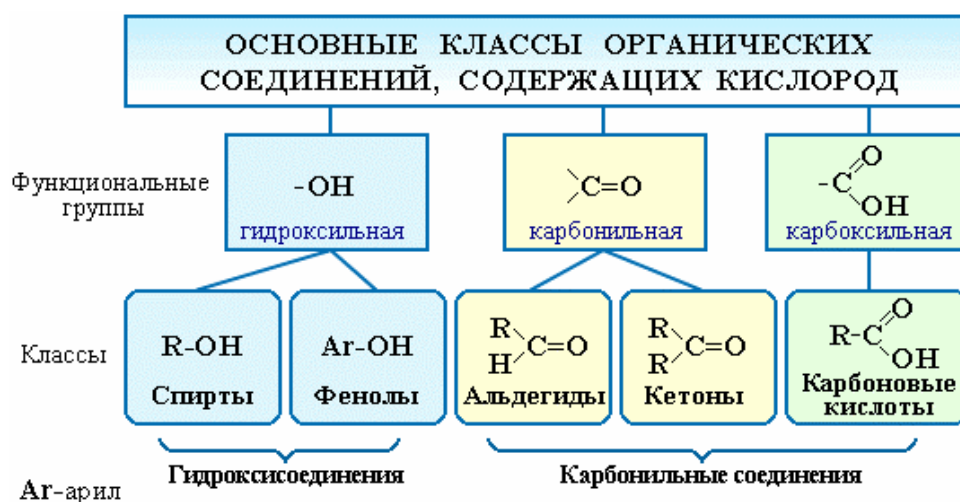


Рис.1. Кислородсодержащие органические вещества

Гидроксисоединениями называются органические соединения, содержащие в своем составе гидроксильную функциональную группу –ОН.

К классу гидроксисоединений относятся спирты и фенолы. Кроме того, большую группу составляют гетерофункциональные соединения, содержащие различные функциональные группы:

- 1) *гидроксиальдегиды* HO-R-CHO ;
- 2) *гидроксикетоны* HO-R-CO-R' ;
- 3) *гидроксикислоты* HO-R-COOH и т.п.

Спирты - органические соединения, в состав молекул которых входит одна или несколько гидроксильных групп, соединенных с углеводородным радикалом.

По числу гидроксильных групп в молекуле спирты делятся на одноатомные, двухатомные трехатомные и многоатомные.

Одноатомный спирт:	Двухатомный спирт:	Трехатомный спирт:
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{—OH}$ этанол (этиловый спирт)	$\text{HO—CH}_2\text{—CH}_2\text{—OH}$ этандиол-1,2 (этиленгликоль)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{—CH—CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$ пропантриол-1,2,3 (глицерин)

По типу углеводородного радикала спирты делятся на предельные, непредельные и ароматические.

Предельный спирт:	Непредельный спирт:	Ароматический спирт:
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{—OH}$ пропанол-1 (пропиловый спирт)	$\text{CH}_2=\text{CH—CH}_2\text{—OH}$ пропенол-2,1 (аллиловый спирт)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_2\text{—OH}$ фенилметанол (бензиловый спирт)

Общая формула предельных одноатомных спиртов — $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{—OH}$ или $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$. У одноатомных спиртов есть межклассовые изомеры — простые эфиры.

По типу атома углерода, с которым связана гидроксильная группа, различают первичные ($\text{R—CH}_2\text{—OH}$), вторичные (R—CHOH—R') и третичные (RR'R''C—OH) спирты.

Первичный спирт:	Вторичный спирт:	Третичный спирт:
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{—OH}$ бутанол-1 (бутиловый спирт)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH—CH}_2\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ бутанол-2 (<i>втор</i> -бутиловый спирт)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{—C—CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ 2-метилпропанол-2 (<i>трет</i> -бутиловый спирт)

Многоатомные спирты

Примерами многоатомных спиртов является двухатомный спирт этандиол (этиленгликоль) $\text{HO—CH}_2\text{—CH}_2\text{—OH}$ и трехатомный спирт пропантриол-1,2,3 (глицерин) $\text{HO—CH}_2\text{—CH(OH)—CH}_2\text{—OH}$.

Это бесцветные сиропообразные жидкости, сладкие на вкус, хорошо растворимы в воде. Этиленгликоль ядовит.

Химические свойства многоатомных спиртов по большей части сходны с химическими свойствами одноатомных спиртов, но кислотные свойства из-за влияния гидроксильных групп друг на друга выражены сильнее.

Качественной реакцией на многоатомные спирты является их реакция с гидроксидом меди(II) в щелочной среде, при этом образуется ярко-синие растворы сложных по строению веществ. Например, для глицерина состав этого соединения выражается формулой $\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3)_2]$.

Фенолы

Органические вещества, содержащие в молекуле гидроксильные группы, непосредственно связанные с атомами углерода бензольного кольца, называются *фенолами*.

Важнейшим представителем фенолов является $\text{C}_6\text{H}_5\text{-OH}$ – фенол (гидроксibenзол, оксibenзол). В отличие от спиртов фенолы проявляют свойства слабых кислот.

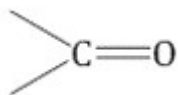
Физические свойства фенола: твердое бесцветное вещество с резким запахом; ядовит; при комнатной температуре малорастворим в воде, водный раствор фенола называют карболовой кислотой.

Качественными реакциями на фенолы является их взаимодействие с бромной водой и с хлоридом железа(III).

Альдегиды и кетоны

Карбонильные соединения делятся на **альдегиды и кетоны, которые являются межклассовыми изомерами с общей формулой $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$.**

В составе этих веществ присутствует карбонильная функциональная группа:

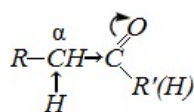


Для альдегидов и кетонов характерны реакции *нуклеофильного присоединения* (A_N) по карбонильной группе, замещения водорода в α -положении, окисления различными окислителями.

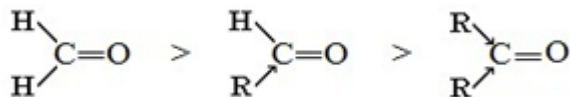
Химические свойства альдегидов и кетонов определяются тем, что в состав их молекул входит карбонильная группа с полярной двойной связью >C=O .

1. Высокая полярность связи C=O вызывает на карбонильном атоме углерода значительный дефицит электронной плотности ($C^{\delta+}$), и по этому атому углерода возможна нуклеофильная атака. При этом, взаимодействие с нуклеофилами приводит к разрыву π -связи и образованию более прочной σ -связи.

2. Высокая полярность связи C=O вызывает на атоме углерода, соседнем с карбонильной группой (α -углеродном атоме), повышенную полярность связи C-H α -углеродного атома. Это характеризует данные соединения как *CH*-кислоты.



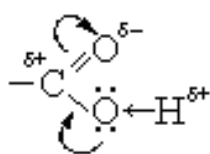
Реакционная способность в таких реакциях уменьшается от альдегидов к кетонам:



Альдегиды и кетоны вступают в реакции окисления, но у альдегидов окисление по связи C-H альдегидной группы идет легче, чем у кетонов, у которых при окислении должна разорваться связь C-C. Альдегиды легко окисляются в соответствующие карбоновые кислоты под действием таких мягких окислителей, как оксид серебра и гидроксид меди (II). Окисление кетонов возможно только в жестких условиях: перманганат в кислой среде при нагревании.

Карбоновые кислоты и сложные эфиры

Карбоновые кислоты – это органические вещества, содержащие хотя бы одну карбоксильную группу в своем составе.



Углерод в составе карбоксильной группы находится в состоянии sp^2 -гибридизации.

В растворах между молекулами кислот образуются водородные связи. Кислоты имеют более высокие температуры кипения, чем спирты с соответствующим количеством атомов углерода.

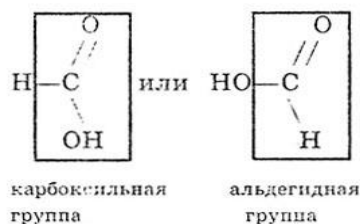
В растворах карбоновые кислоты диссоциируют с отщеплением катиона водорода: $R-COOH = R-COO^- + H^+$.

Лакмус приобретает красный цвет в растворах кислот. С увеличением числа атомов углерода в радикале сила кислот уменьшается.

Карбоновые кислоты обладают химическими свойствами, характерными для растворов неорганических кислот, то есть взаимодействуют с металлами, их оксидами, гидроксидами и солями слабых летучих кислот.

Кроме этого, карбоновые кислоты проявляют специфические свойства за счет функциональной группы: вступают в реакции этерификации со спиртами, галогенирование при взаимодействии с галогенами и с пентахлоридом фосфора, термическое разложение и др.

Все предельные одноосновные кислоты, кроме муравьиной кислоты, устойчивы к действию растворов окислителей.



Муравьиная кислота содержит в своем составе альдегидную группу, поэтому окисляется различными окислителями: бромной водой, аммиачным раствором оксида серебра, раствором перманганата калия.

2.2 Практическая часть

2.2.1 Лабораторная работа №3. Изучение свойств спиртов и фенолов

Реактивы и оборудование: этанол, пропанол, изопропиловый спирт (или бутанол-2), трет-бутиловый спирт, глицерин, фенол; раствор сульфата меди(II), иод, гидроксид натрия, соляная кислота (конц.), 2н.раствор серной кислоты, хлорид цинка, бромная вода, 0,1н. перманганат калия, 10%-й раствор карбоната натрия, раствор хлорида железа(III).

Оборудование: предметное стекло, пробирки, пробиркодержатели, универсальная индикаторная бумага

Опыт 1. Отношение спиртов и фенола к индикаторам

На предметное стекло выложите 3 полоски универсальной индикаторной бумаги. С помощью стеклянной палочки нанесите на индикаторную бумагу по одной капле пропанола, глицерина и раствора фенола. Сравните окраску индикаторной бумаги с цветной шкалой. Запишите показания pH для трех веществ. Сделайте вывод о способности веществ к диссоциации. Почему фенол имеет слабокислотные свойства? Запишите уравнение его диссоциации.

Опыт 2. Сравнение свойств одноатомных и многоатомных спиртов

С увеличением числа гидроксильных групп в молекуле вещества возрастает подвижность гидроксильных атомов водорода. В этих случаях атомы водорода могут замещаться не только щелочными металлами, но и металлами гидроокисей.

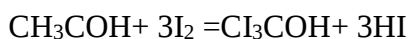
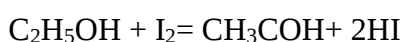
В три пробирки наливают 4-5 капель раствора сульфата меди и 4-5 капель раствора гидроксида натрия. В первую пробирку добавляют глицерин, во вторую – пропанол, третью оставляют для сравнения. Сравнивают окраску растворов с окраской осадка гидроокиси меди в контрольной пробирке.

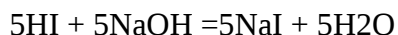
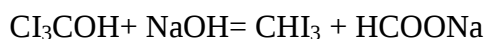
Реакция с гидроксидом меди может считаться качественной реакцией на многоатомные спирты.

Запишите уравнение протекающей реакции. Сделайте соответствующие выводы.

Опыт 3. Качественная реакция на этиловый спирт

Чувствительной реакцией на этиловый спирт (хотя и недостаточно специфичной) является так называемая иодоформная проба: образование характерного желтого осадка иодоформа при действии на этиловый спирт иода и щелочи. При этом идут реакции:





или суммарно



Таким способом удастся установить наличие спирта в воде даже при концентрации 0,05 %.

В пробирку наливают 5-6 капель этанола и микрошпателем вносят 1 маленький кристаллик йода (или приливают 10 – 12 мл раствора его в иодиде калия). Смесь осторожно нагревают и приливают понемногу раствор гидроксида натрия до обесцвечивания избытка йода. При охлаждении выпадают кристаллы иодоформа.

Внимание! При малой концентрации спирта ясно ощущается лишь запах иодоформа, а кристаллы образуются после более или менее длительного стояния (например, на следующий день). Осторожно понюхайте содержимое пробирки и отметьте запах образовавшегося иодоформа.

Опыт 4. Отличительная реакция первичных, вторичных и третичных спиртов (проба Лукаса)

Внимание! Реактив Лукаса (концентрированный раствор хлорида цинка в концентрированной соляной кислоте) готовят заранее.

В три пробирки добавляют по 6-8 капель реактива Лукаса и добавляют в первую пробирку – 3-4 капли первичного спирта, во вторую – 3-4 капли вторичного, а в третью – 3-4 капли третичного спирта, энергично встряхивают и оставляют на 2 минуты в стакане с водой при 25 – 35 °С.

Третичные спирты взаимодействуют с этим реактивом с большей скоростью, давая нерастворимые галогеналкилы; первичные спирты реагируют только при продолжительном нагревании или стоянии, вторичные занимают промежуточное положение. Если спирт первичный, то раствор остаётся прозрачным, вторичный – мутнеет, третичный – на дне пробирки наблюдается маслянистый слой алкилгалогенида.

Запишите наблюдения и соответствующие уравнения реакций.

Опыт 5. Растворимость фенола в воде и щелочах

Фенол, в отличие от спиртов, реагирует со щелочами. Большая в сравнении со спиртами подвижность гидроксильного атома водорода в молекуле фенола обусловлена влиянием на гидроксильную группу соединенного с ней фенильного радикала – C_6H_5 .

У преподавателя берут несколько кристаллов фенола. В пробирку с несколькими кристалликами фенола приливают 10-12 капель дистиллированной воды. Пробирку осторожно встряхивают. О чем свидетельствует образование эмульсии? Дают эмульсии отстояться, жидкость расслаивается. В каком слое окажется фенол? Содержимое пробирки снова взбалтывают и к эмульсии фенола прибавляют по каплям раствор щелочи. Раствор становится прозрачным. Почему? Оставьте полученный раствор для опыта 6.

Какое свойство кислотное или основное проявляет фенол в этой реакции? Запишите уравнение протекающей реакции.

Опыт 6. Разложение фенолята натрия соляной кислотой

К прозрачному раствору фенолята натрия, полученному в опыте 5, добавляют 1-2 капли раствора соляной кислоты и сразу отмечают помутнение раствора. Это свидетельствует о выделении свободного фенола в виде эмульсии, так как фенолят, как соль очень слабой кислоты, разрушается более сильной кислотой.

Запишите уравнение протекающей реакции.

Опыт 7. Реакция фенола с бромной водой

Внимание! Опыт проводят под тягой! Образовавшийся трибромфенол обладает устойчивым неприятным запахом. Поэтому надо остерегаться попадания его на руки и одежду.

Гидроксильная группа влияет на бензольное ядро, ослабляя в орто- и пара- положении связи атомов водорода с атомами углерода, вследствие чего атомы водорода значительно легче, чем в бензоле, замещаются атомами брома. Бензол, как известно, не реагирует с бромной водой (реагирует только

с чистым бромом в присутствии железа). Фенол же легко реагирует с бромной водой, сразу замещая на атомы брома три атома водорода в своей молекуле.

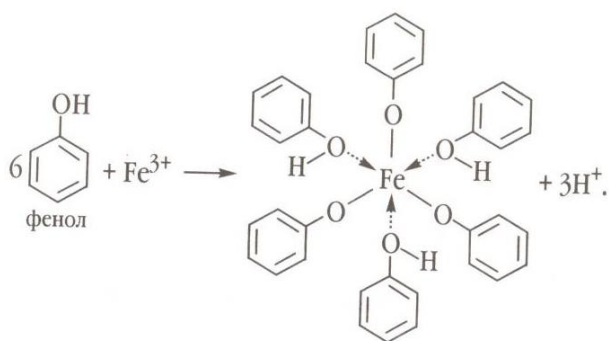
В пробирку наливают 3-4 капли эмульсии фенола и добавляют несколько капель воды до получения раствора (не эмульсии) фенола. Приливают к раствору фенола по возможности насыщенную бромную воду. Что наблюдается? Запишите уравнение реакции.

Внимание! Часть раствора оставляют для проведения опыта 8.

Опыт 8. Качественная реакция на фенолы (проводится преподавателем)

Фенолы (фенол, пирокатехин, резорцин, гидрохинон, пирогаллол) имеют характерную цветную реакцию с раствором FeCl_3 с появлением различного окрашивания (красно-фиолетового, сине-фиолетового, зелёного и др.).

Берут 3 пробирки. В первую пробирку наливают 5-6 капель разбавленного раствора (не эмульсии) фенола и добавляют 1-2 капли 2%-ного раствора хлорида железа(III). Отметьте цвет образовавшегося раствора и запишите уравнение реакции:



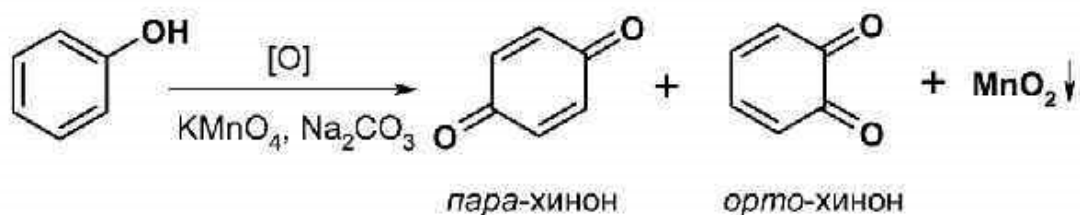
Во вторую пробирку помещают несколько кристаллов резорцина (1,3-дигидроксибензола), а в третью – несколько кристаллов пирогаллола (1,2,3-тригидроксибензола). В эти пробирки также добавляют 3-4 капли раствора хлорида железа(III) и отмечают цвет полученных растворов.

Опыт 9. Окисление спиртов и фенола перманганатом калия

Опыт 9.1. Окисление этанола. В пробирку наливают 2-3 капли этанола, добавляют 2-3 капли перманганата калия и 1-2 капли 2н. серной кислоты. Пробирку осторожно нагревают на пламени горелки. Наблюдают постепенное обесцвечивание.

Осторожно понюхайте содержимое пробирки. Запах моченых яблок говорит о появлении ацетальдегида. Запишите наблюдения и уравнение протекающей реакции.

Опыт 9.2. Окисление фенола. В пробирку добавляют 5 капель раствора фенола и 3-5 капель 10%-ного раствора карбоната натрия, 10 капель 1%-ного раствора перманганата калия. При этом раствор перманганата калия обесцвечивается в результате образования *пара*-бензохинона. Запишите наблюдения и уравнение протекающей реакции. Отметьте цвет образовавшегося раствора.



2.2.2 Контрольные вопросы к Лабораторной работе №3

1. Какую функциональную группу содержат спирты? Классификация спиртов по числу функциональных групп.
2. Классификация спиртов по типу атома углерода, с которым связана гидроксильная группа (с примерами).
3. С помощью какого реактива можно отличить друг от друга первичный, вторичный и третичный спирты?
4. Назовите общую формулу: а) одноатомных спиртов; б) двухатомных спиртов.
5. Сравнение свойств одноатомных и многоатомных спиртов. Какие реактивы можно использовать для этой цели?

6. Для чего используется иодоформная проба?
7. Назовите качественную реакцию на многоатомные спирты.
8. Что такое фенолы? Назовите общую формулу одноатомных фенолов.
9. С чем связано то, что фенол проявляет слабокислотные свойства?

Запишите уравнение его диссоциации.

10. Какие качественные реакции на фенолы Вы проводили в этой лабораторной работе?

2.2.3 Лабораторная работа №4. Изучение свойств кислородсодержащих органических веществ

Реактивы: уксусный альдегид, ацетон, бензальдегид, хлороформ, фуксинсернистая кислота, изоамиловый спирт, этанол, уксусная кислота, 10%-й раствор щавелевой кислоты, бензойная кислота крист., твердый жир (говяжий, бараний, свиной), гидроксид натрия 15%-ный спиртовый раствор, хлорид натрия (насыщенный раствор), ацетат натрия (безводный), раствор мыла, гидросульфит натрия, карбонат натрия кристаллический, 2 н. серная кислота. концентрированная серная кислота, аммиачный раствор оксида серебра, гидроксид натрия 10%, сульфат меди 1%, иод кристаллический, цинк, 5% раствор перманганата калия, метиловый оранжевый, лакмус.

Оборудование: водяная баня, горелка, пробирки, держатель для пробирок, предметное стекло, стакан на 50 мл, весы, мерный цилиндр, стеклянная палочка.

Опыт 1. Цветная реакция на альдегиды с фуксинсернистой кислотой

В две пробирки помещают по 2 капли раствора фуксинсернистой кислоты и добавляют в одну из них 2 капли уксусного альдегида, в другую – 2 капли ацетона. При этом раствор фуксинсернистой кислоты в одной из пробирок окрашивается в розово-фиолетовый цвет, а в другой остается без изменений. Сделайте вывод о том, в какой из пробирок изменился цвет и почему.

Опыт 2. Присоединение гидросульфита натрия к ацетону

На предметное стекло наносят 1 каплю насыщенного водного раствора гидросульфита натрия. При добавлении 1 капли ацетона немедленно выпадает кристаллический осадок его гидросульфитного соединения.

Запишите уравнение протекающей реакции.

Данная реакция является обратимой. Для подтверждения обратимости реакции взаимодействия ацетона с гидросульфитом натрия к образовавшемуся на предметном стекле осадку добавьте 2-3 капли 2 н. серной кислоты.

Опишите, что наблюдаете при этом.

Опыт 3. Окисление альдегида аммиачным раствором оксидом серебра (реакция «серебряного зеркала»)

К 2 каплям аммиачного раствора оксида серебра прибавляют 2–3 капли раствора уксусного альдегида. При осторожном нагревании на пламени горелки содержимое пробирки буреет и на ее стенках образуется «серебряное зеркало».

Запишите уравнение протекающей реакции.

Опыт 4. Окисление альдегидов гидроксидом меди

В пробирку добавляют 2 капли раствора гидроксида натрия и 2 капли сульфата меди. К образующемуся осадку гидроксида меди (II) добавляют 2-3 капли альдегида и осторожно подогревают до кипения. При этом постепенно образуется желтый осадок гидроксида меди (I), переходящий в красный оксид меди (I), а иногда на стенках пробирки выделяется даже металлическая медь, но для этого нужно длительное нагревание на водяной бане.

Запишите уравнение протекающей реакции.

Опыт 5. Реакция сопряженного окисления и восстановления бензальдегида (реакция Канниццаро)

Реакция диспропорционирования альдегидов, не содержащих водорода в α -положении по отношению к карбонильной группе, в частности, бензальдегида, приводит к получению соли бензойной кислоты и

бензилового спирта при обработке бензальдегида гидроксидом (или карбонатом) калия.

В пробирку помещают 5-6 капель бензальдегида и добавляют при встряхивании 3-4 капли раствора гидроксида натрия. Раствор мутнеет, со временем выпадают кристаллы бензоата натрия.



Опыт 6. Иодоформная реакция на ацетон (проба Либена).

В пробирку добавляют 10-12 капель ацетона, небольшой кристаллик иода (или 10-12 капель раствора иода в иодиде калия) и осторожно, по каплям, приливают 5%-й раствор гидроксида натрия до обесцвечивания раствора. Наблюдают выпадение желтоватого осадка (или взвеси на дне пробирки) с характерным запахом иодоформа.

Реакция протекает в 2 стадии:

1. $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 + 3\text{I}_2 = \text{CI}_3\text{-CO-CH}_3 + 3\text{HI}$
2. $\text{CI}_3\text{-CO-CH}_3 + \text{NaOH} = \text{CHI}_3 + \text{NaO-CO-CH}_3$

иодоформ

При образовании иодоформа из этанола необходимо нагревать для окисления спирта в альдегид. При проведении реакции с карбонильными соединениями нагревание не требуется!

Иодоформная реакция на ацетон очень чувствительна и позволяет определять его содержание в растворе от 0,04%.

Опыт 7. Получение муравьиной кислоты из хлороформа и ее последующее разложение

В пробирку взять 6-8 капель хлороформа и 8-10 капель гидроксида натрия. Осторожно нагревают смесь до кипения, часто встряхивая пробирку. Затем содержимое охлаждают и разливают на две пробирки.

В первую пробирку добавляют 2-3 капли аммиачного раствора оксида серебра, при этом выделяется металлическое серебро в виде черного порошка (после опыта содержимое пробирки сливать в отдельную склянку).

Ко второй пробирке добавляют 2-3 капли перманганата калия. Что происходит?

Запишите уравнения протекающих реакций.

Опыт 8. Изменение окраски индикаторов

В 2 пробирки добавляют по 2-3 капли раствора уксусной кислоты. В первую пробирку добавляют 1 каплю метилового оранжевого, во вторую – каплю лакмуса.

В другие 2 пробирки добавляют по 2-3 капли ацетона. В одну пробирку добавляют 1 каплю метилового оранжевого, в другую – каплю лакмуса.

Опишите окраску индикаторов в растворах уксусной кислоты и ацетона, напишите уравнения диссоциации и объясните наблюдаемые явления.

Опыт 9. Взаимодействие уксусной кислоты с цинком

В пробирку наливают 2-3 капли раствора уксусной кислоты и добавляют немного стружки цинка. Что наблюдаете?

Запишите уравнения протекающей реакции.

Опыт 10. Реакция уксусной кислоты с карбонатом натрия

В пробирку наливают 2-3 капли раствора уксусной кислоты и добавляют несколько крупинок карбоната натрия (или несколько капель концентрированного раствора гидрокарбоната натрия). Запишите наблюдения и уравнение протекающей реакции.

Сопоставьте силу уксусной и угольной кислот.

Опыт 11. Отношение карбоновых кислот к окислителям

Возьмите 2 пробирки и в одну добавьте 5-6 капель уксусной кислоты, а в другую 5-6 капель раствора щавелевой кислоты. В обе пробирки добавьте 2-3 капли раствора серной кислоты. В каждую постепенно по каплям добавьте раствор перманганата калия. Нагрейте обе пробирки.

В какой из пробирок наблюдается исчезновение фиолетовой окраски? Почему? Напишите уравнение реакции.

Опыт 12. Получение уксусноизоамилового эфира

В пробирку насыпают немного (высота слоя около 2 мм) безводного ацетата натрия и добавляют 3 капли изоамилового спирта. Затем добавляют 2 капли концентрированной серной кислоты и очень осторожно нагревают на пламени горелки. Жидкость слегка буреет и появляется характерный запах уксусноизоамилового эфира (запах грушевой эссенции). Пробирку с жидкостью охлаждают и выливают содержимое в большую пробирку, наполненную наполовину водой. На поверхности воды появляются капли уксусноизоамилового эфира.

Запишите уравнения протекающей реакции.

Опыт 13. Получение этилбензоата. В пробирке растворяют 1 г бензойной кислоты в 3 - 4 мл этилового спирта и добавляют 7 - 8 капель концентрированной серной кислоты. Слегка нагревают. Наблюдаются ли признаки реакции до и после нагрева? После появления мятного запаха образующегося эфира выливают содержимое пробирки в воду. В какой части верхней или нижней окажется эфир?

Запишите уравнения протекающей реакции.

Опыт 14. Выделение высших кислот из мыла.

Реактивы: 2 н. серная кислота

К 10-12 каплям раствора мыла (стеарата натрия) добавляют 10-12 капель серной кислоты. Раствор мутнеет из-за выделения нерастворимых в воде высших жирных кислот, в частности, стеариновой кислоты.

Запишите наблюдения и уравнение протекающей реакции.

Попробуйте добавить NaOH в полученный раствор и опишите, что наблюдаете и почему.

Опыт 15. Омыление жира в водно-спиртовом растворе

В большую пробирку помещают около 2 г жира и приливают 6 мл спиртового раствора щелочи.

Перемешивают смесь стеклянной палочкой и нагревают на водяной бане до начала кипения. Омыление проводят 5-6 мин, пока жидкость не станет однородной и весь жир не растворится.

Конец омыления определяют, поместив в пробирку несколько капель полученной смеси и добавив 4-5 мл воды. Если смесь растворяется в воде при нагревании нацело без выделения капель жира, то омыление считают законченным.

Полученную жидкость выливают в стакан, наполненный 8-10 мл насыщенного раствора хлорида натрия. Жидкость мутнеет и на поверхности всплывает слой мыла. Дают смеси отстояться, охлаждают и отделяют затвердевшее мыло. Запишите уравнения протекающей реакции.

2.2.4 Контрольные вопросы к Лабораторной работе №4

1. Какие качественные реакции на альдегиды Вы знаете? Какие вещества образуются при окислении альдегидов в реакциях «серебряного и медного зеркала»?
2. Какие качественные реакции на кетоны Вы знаете? Какие кетоны можно обнаружить с помощью гидросульфита натрия? Будет ли эта реакция обратимой?
3. Будет ли фуксинсернистая кислота давать розовое окрашивание в растворах с кетонами? Почему?
4. Приведите примеры альдегидов, которые могут быть подвергнуты реакции Канниццаро. Что является продуктом окисления, а что продуктом восстановления в реакции Канниццаро?
5. Является ли проба Либена качественной реакцией для всех кетонов? Подходит ли она для обнаружения других веществ? Почему? Назовите галоформ, образующийся в этой реакции.
6. Какие особые свойства проявляет муравьиная кислота? На примере каких реакций это можно наблюдать?
7. Изменялась ли окраска индикаторов в опыте с уксусной кислотой и ацетоном? О чем это говорит?
8. Сопоставьте силу уксусной и угольной кислот. Какая из кислот сильнее? Как вы доказали это с помощью опытов? Что наблюдали?

9. Окисляется ли уксусная кислота раствором перманганата калия? А щавелевая кислота? Как можно объяснить такое различие в свойствах этих кислот?

10. Какие сложные эфиры Вы получали в ходе лабораторной работы? Какой запах они имеют?

2.2.5 Индивидуальные домашние задания по теме «Кислородсодержащие органические соединения»

Вариант 1

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 4-хлор-3-метилпентандиол-2,3; б) 3-бромбензальдегид; в) α -хлормасляная кислота.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, включая межклассовые, отвечающих формуле $C_4H_8O_2$.
3. Даны следующие вещества: гидроксид натрия, оксид меди (II), уксусная кислота, калий. С какими из указанных веществ будет реагировать пропанол-2? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия ацетальдегида с синильной кислотой.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
$$X_1 \rightarrow \text{пропанол-1} + CuO \rightarrow X_2 + Cu(OH)_2 \rightarrow \text{пропановая кислота} \rightarrow \text{этилпропионат} + KOH, t \rightarrow X_3$$

Вариант 2

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) *пара*-хлорбензиловый спирт; б) *м*-нитробензальдегид; в) α -гидроксипропионовая кислота.

2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, отвечающих формуле $C_4H_{10}O_2$.
3. Даны следующие вещества: синильная кислота, оксид меди (II), метанол, водород. С какими из указанных веществ будет реагировать пропаналь? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия бензальдегида с бромом в присутствии катализатора. Назовите продукт реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
толуол + $2Cl_2$, $h\nu \rightarrow X_1 \rightarrow$ бензальдегид + $Cu(OH)_2 \rightarrow X_2 \rightarrow$ 3-бромбензойная кислота + CH_3OH , $H^+ \rightarrow X_3$

Вариант 3

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 3-метил-4-пропилгептанол-1; б) α -броммасляный альдегид; в) метилакриловая кислота.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, включая межклассовые, отвечающих формуле $C_5H_{10}O$.
3. Даны следующие вещества: муравьиная кислота, натрий, этанол, водород. С какими из указанных веществ будет реагировать метилпропанол-1? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия масляной кислоты с хлором на свету. Назовите продукт реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
бензол + C_3H_6 , $H^+ \rightarrow X_1 \rightarrow$ фенол $\rightarrow$ фенилацетат + KOH , $t \rightarrow C_6H_5OK + CO_2 + H_2O \rightarrow X_3$

Вариант 4

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) резорцин; б) 2,3-диметилпентаналь; в) 1,4-бензолдиовая кислота.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, включая межклассовые, отвечающих формуле $C_5H_{10}O_2$.
3. Даны следующие вещества: аммиачный раствор оксида серебра, оксид кальция, этанол, водород. С какими из указанных веществ будет реагировать пропаналь? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия фенола с бромной водой. Назовите продукт реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
$$X_1 \rightarrow 2\text{-бромпропан} \rightarrow X_2 \rightarrow \text{пропиленгликоль} \xrightarrow{+HCOOH, t} X_3 \rightarrow \text{пропиленгликоль}$$

Вариант 5

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) пикриновая кислота; б) 2-хлор-3-диметилгексаналь; в) 3,5-динитробензойная кислота.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, включая межклассовые, отвечающих формуле C_7H_8O .
3. Даны следующие вещества: аммиачный раствор оксида серебра, циановодород, пентахлорид фосфора, водород. С какими из указанных веществ будет реагировать ацетон? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия этанола с хлороводородом. Назовите продукт реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

$X_1 \rightarrow \text{этанол} + \text{CuO} \rightarrow X_2 + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{ацетат аммония}$
 $+ \text{Ca}(\text{OH})_2, t \rightarrow X_3 \rightarrow \text{ацетон}$

Вариант 6

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) *n*-крезол; б) α -метил- β -хлорбутаналь; в) 2,3-диметилбутандиовая кислота.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, включая межклассовые, отвечающих формуле $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}$.
3. Даны следующие вещества: хлороводород, уксусная кислота, гидроксид меди(II), водород. С какими из указанных веществ будет реагировать этиленгликоль? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия метанола с пропионовой кислотой. Назовите продукт реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

$X_1 \rightarrow \text{фенол} \rightarrow \text{циклогексанол} \rightarrow \text{циклогексен} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{адипиновая кислота} + \text{CH}_3\text{OH}, \text{H}^+, t \rightarrow X_2$

Вариант 7

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) метилфенилкетон; б) 2,4-диметилфенол; в) α -хлорвалериановая кислота.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, включая межклассовые, отвечающих формуле $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$.
3. Даны следующие вещества: хлороводород, ацетилхлорид, азотная кислота, водород. С какими из указанных веществ будет реагировать фенол? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия метанола с ацетальдегидом. Назовите продукт реакции.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

бутен-1 $\rightarrow$ бутанол-2 $(H_2SO_4, 180^\circ C) \rightarrow X_1 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow X_2 \rightarrow$ ацетат бария $t \rightarrow X_3$

Вариант 8

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 3-метилбутандиол-1,2; б) акролеин; в) фталевая кислота.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, включая межклассовые, отвечающих формуле $C_4H_{10}O_3$.
3. Даны следующие вещества: оксид кальция, сульфат натрия, гидроксид меди(II), пентахлорид фосфора. С какими из указанных веществ будет реагировать пропионовая кислота? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия пропаналя с циановодородом. Назовите продукт реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

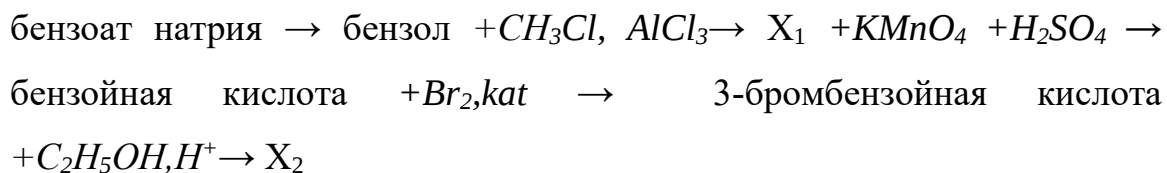
$X_1 \rightarrow$ пропен $+ Br_2, 450^\circ C \rightarrow X_2 + KOH(водн) \rightarrow$ аллиловый спирт $+ H_2O_2$,
 $WO_3 \rightarrow$ глицерин $\rightarrow$ тринитроглицерин

Вариант 9

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2,2-диметил-4-этилгептанол-3; б) изопропилэтилкетон; в) 2-хлортерефталевая кислота.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, включая межклассовые, отвечающих формуле $C_5H_8O_4$.
3. Даны следующие вещества: хлороводород, гидроксид меди(II), гидрокарбонат натрия, водород. С какими из указанных веществ будет

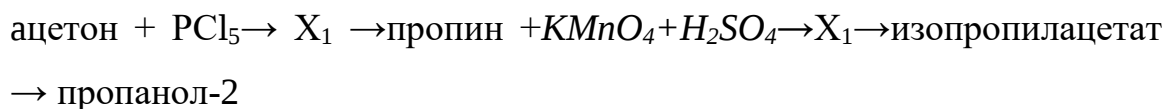
реагировать акролеин (пропеналь)? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.

4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия бензойной кислоты с бромом в присутствии железного катализатора. Назовите продукт реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



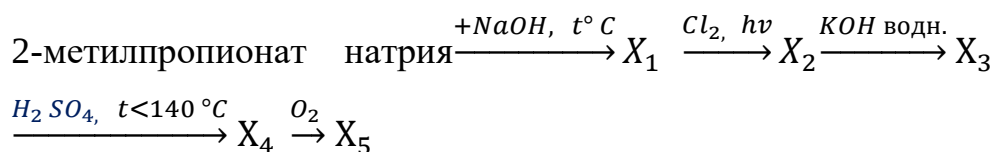
Вариант 10

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) *o*-крезол; б) 3-хлорбутен-2-аль; в) 2-бромвалериановая кислота.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, включая межклассовые, отвечающих формуле $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$.
3. Даны следующие вещества: хлор, масляная кислота, гидроксид меди(II), бромоводород. С какими из указанных веществ будет реагировать пропиленгликоль? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия ацетона с синильной кислотой. Назовите продукт реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



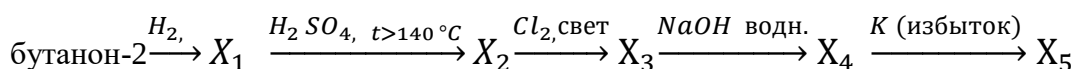
Вариант 11

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2-метил-3-этилгептин-3-ол-2; б) изомасляный альдегид; в) *пара*-нитробензойная кислота.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, отвечающих формуле C_4H_8O .
3. Даны следующие вещества: иодная кислота, гидроксид меди (II), уксусная кислота, натрий. С какими из указанных веществ будет реагировать пропандиол-1,3? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия пентанола-2 с HBr .
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



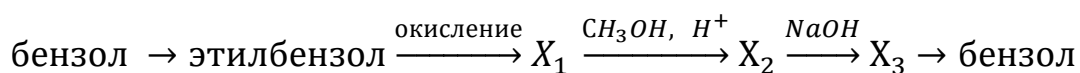
Вариант 12

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2,2,3-триметилбутанол-1; б) метилизобутилкетон; в) фенилуксусная кислота.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, отвечающих формуле $C_4H_8O_2$.
3. Даны следующие вещества: гидросиламин, гидразин, пентахлорид фосфора, гидроксид натрия. С какими из указанных веществ будет реагировать пропаналь? Напишите эти реакции.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия пентанала с HCN .
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



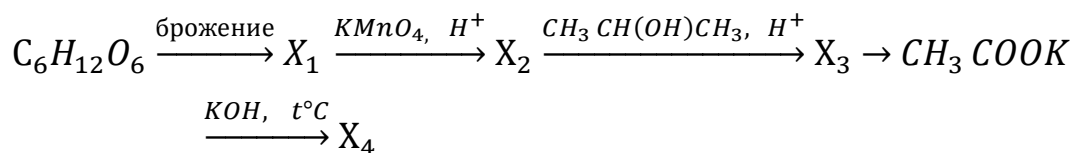
Вариант 13

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 3-метил-4-пропилгептанол-2; б) 2-метилпентаналь; в) фталевый ангидрид.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, отвечающих формуле $C_3H_6O_2$.
3. Даны следующие вещества: синильная кислота, сульфат меди (II), этилмагниййодид, гидроксид натрия. С какими из указанных веществ будет реагировать пропанон? Напишите эти реакции.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции щелочного гидролиза метилацетата.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



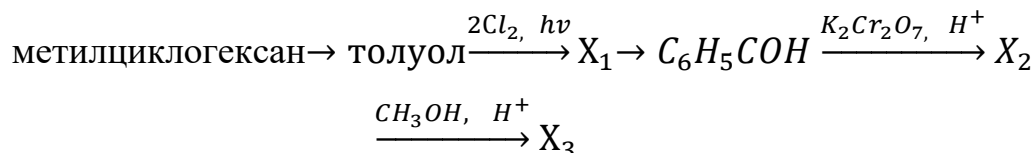
Вариант 14

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 3-изопропил-2,2-диметилгексанол-3, б) 3-метилгексаналь; в) метиловый эфир акриловой кислоты.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, отвечающих формуле $C_5H_{10}O$.
3. Даны следующие вещества: хлороводород, бром, серная кислота, гидроксид натрия. С какими из указанных веществ будет реагировать *мета*-бромфенол? Напишите эти реакции.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия бутанона-2 с HCN.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 15

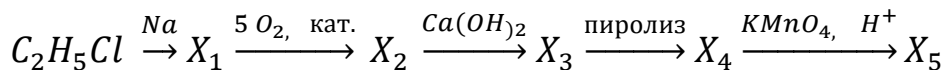
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 4-трет-бутил-3-этилоктанол-3; б) 5,5-диметилгексанон-3; в) β -этилакриловая кислота.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, отвечающих формуле C_4H_8O .
3. Даны следующие вещества: иодная кислота, гидроксид меди (II), уксусная кислота, гидроксид натрия. С какими из указанных веществ будет реагировать пропандиол-1,2? Напишите эти реакции.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия пентанона-2 с гидросульфитом натрия.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 16

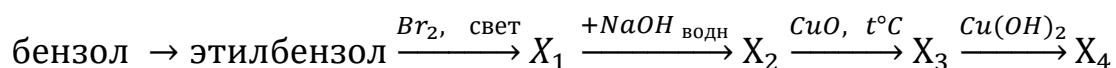
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2,3,4,5-тетраметилгексанол-1; б) 2,2,6-триметилгептанон-4; в) этилформиат.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, отвечающих формуле $C_4H_{10}O_2$.
3. Даны следующие вещества: перманганат калия (в присутствии серной кислоты), бромоводород, масляная кислота, гидроксид калия. С какими из указанных веществ будет реагировать 3-метилбутанол-2? Напишите эти реакции.

4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия 3-метилпентанала с синильной кислотой.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 17

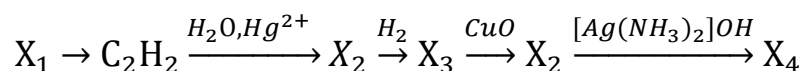
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2,3-диметилгексантиол-1,3,5; б) 2-метилгептен-2-он-4; в) метиловый эфир изомасляной кислоты.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, отвечающих формуле $C_4H_{10}O_2$.
3. Даны следующие вещества: гидросульфит натрия, вода, уксусная кислота, циановодород. С какими из указанных веществ будет реагировать 2-метилпропаналь? Напишите эти реакции.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия пентанона-2 с водой.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 18

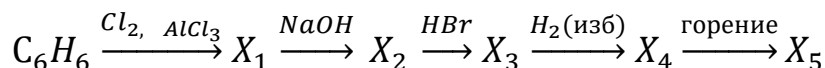
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 3,3-диметилпентандиол-1,5; б) пентадион-2,4; в) 2,3-диметилбутандионовая кислота.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, отвечающих формуле C_4H_8O .

- Даны следующие вещества: калий, бромоводород, уксусная кислота, гидроксид натрия. С какими из указанных веществ будет реагировать 2-метилпропанол? Напишите эти реакции.
- Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия фенола с бромной водой.
- Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 19

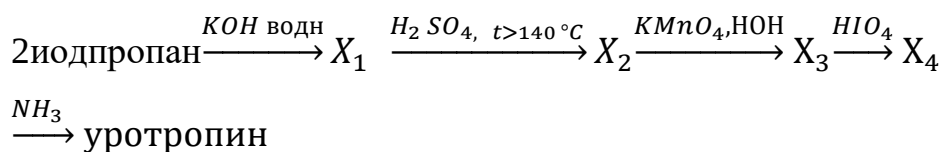
- Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2-метил-3-этилгександиол-2,3; б) *пара*-нитрофенол; в) изокапроновая кислота.
- Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, отвечающих формуле C_3H_6O .
- Даны следующие вещества: пентахлорид фосфора, хлор, синильная кислота, гидроксид натрия. С какими из указанных веществ будет реагировать 3-метилпентаналь? Напишите эти реакции.
- Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия пентанола-1 с HBr .
- Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 20

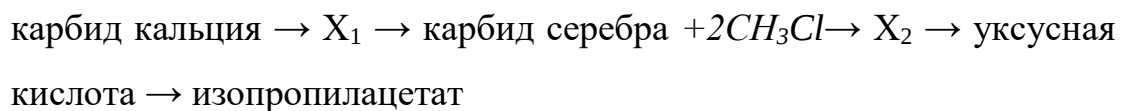
- Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 4-*трет*-бутил-2,2,6,6-тетраметилгептантриол-3,4,5; б) *мета*-бромфенол; в) янтарный ангидрид.
- Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, отвечающих формуле $C_5H_{10}O$.

- Даны следующие вещества: перманганат калия (кислый раствор), бромоводород, уксусная кислота, гидроксид натрия. С какими из указанных веществ будет реагировать 2,2,4-триметилпентанол-3? Напишите эти реакции.
- Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия этилового спирта с HI.
- Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 21

- Написать структурные формулы следующих соединений:
 - 3,4-диметил-2-этилпентанол-1;
 - м-изопропилфенол;
 - β -бромпентаналь
- Напишите структурные формулы изомерных ароматических соединений состава $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$. Определите, к какому классу органических соединений принадлежит каждый из изомеров.
- При действии концентрированного спиртового раствора гидроксида калия на 2-иодпропан образовалось газообразное вещество, которое пропустили через серную кислоту. Полученное соединение обработали водой. Напишите уравнения реакций и определите строение конечного продукта.
- На примере этилового спирта напишите механизм внутри- и межмолекулярной дегидратации спиртов.
- Напишите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие схемы превращений:

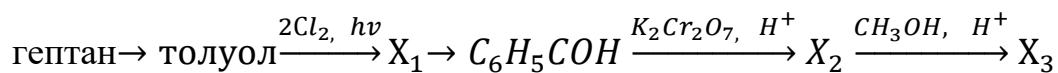


Вариант 22

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:
а) 2,3-диметилбутандиол-1,2; б) 3-метилциклогексанол; в) изопропилэтилкетон
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, отвечающих формуле $C_4H_8O_2$.
3. Даны следующие вещества: гидросульфит натрия, водород, уксусная кислота, циановодород. С какими из указанных веществ будет реагировать 2-метилбутаналь? Напишите эти реакции.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия этилового спирта с изомасляной кислотой.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
изопропилацетат $\rightarrow X_1 \rightarrow$ ацетон $\rightarrow X_1 \rightarrow$ пропен $+ O_3 + H_2O$, $Zn \rightarrow X_2$

Вариант 23

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2,4-диметил-3-этилгептанол-3; б) 2,4-диметил-6-этилфенол; в) *трет*-бутилпропионат.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, отвечающих формуле C_7H_8O .
3. Даны следующие вещества: азотная кислота, гидроксид меди (II), бромоводород, гидроксид натрия. С какими из указанных веществ будет реагировать пропандиол-1,2? Напишите эти реакции.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия пентанола-2 с бромоводородом.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 24

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) *мета*-хлорбензойная кислота; б) дифенилкетон; в) фенилпропионат.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, отвечающих формуле $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$.
3. Даны следующие вещества: сульфат калия, оксид кальция, метанол, азотная кислота(конц). С какими из указанных веществ будет реагировать бензойная кислота? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия фенола с азотной кислотой. Назовите продукт реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
пропанол-1 $\rightarrow$ пропен $\rightarrow$ аллилхлорид $\rightarrow$ 1,2,3-трихлорпропан $\rightarrow$ $\text{X}_1 \rightarrow$ тринитроглицерин

Вариант 25

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) пирокатехин; б) 2-бром-2,3-диметилпентаналь; в) 5-хлор-1,3-бензолдиовая кислота.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, включая межклассовые, отвечающих формуле $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$. Известно, что данное вещество содержит 2 карбоксильные группы.
3. Даны следующие вещества: аммиачный раствор оксида серебра, оксид кальция, этанол, водород. С какими из указанных веществ будет реагировать ацетальдегид? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.

4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия пропанола с бромоводородом. Назовите продукт реакции.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 26

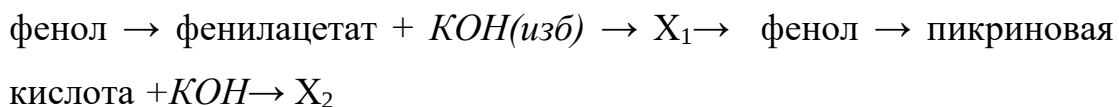
1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) аллиловый спирт; б) 3-бром-2,3-диметилгексаналь; в) 2-гидроксимасляная кислота.

2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, включая межклассовые, отвечающих формуле $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$.

3. Даны следующие вещества: перманганат калия, оксид кальция, этанол, пентахлорид фосфора. С какими из указанных веществ будет реагировать бутанол-2? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.

4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия уксусного альдегида с циановодородом. Назовите продукт реакции.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

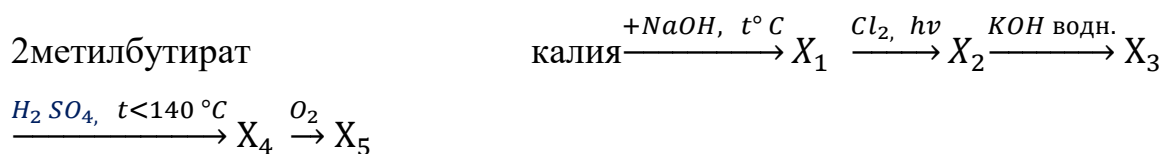


Вариант 27

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) третбутилацетат; б) изопропилфенилкетон; в) 2-бромбутандиовая кислота.

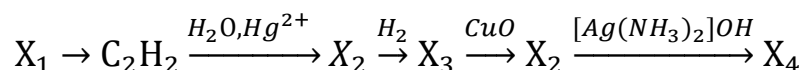
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, включая межклассовые, отвечающих формуле $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$.

- Даны следующие вещества: гидрокарбонат натрия, оксид кальция, этанол, медь. С какими из указанных веществ будет реагировать пропионовая кислота? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.
- Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия этанала с метанолом. Назовите продукт реакции.
- Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 28

- Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2,2,3-триметилпентанол-1; б) *мета*-бромбензальдегид; в) диметилфталат.
- Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, включая межклассовые, отвечающих формуле $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4$.
- Даны следующие вещества: гидросульфит натрия, хлороводород, циановодород, водород. С какими из указанных веществ будет реагировать ацетон? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.
- Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия фенола с бромной водой. Назовите продукт реакции.
- Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вариант 29

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) изопропиловый эфир масляной кислоты; б) акролеин; в) пикриновая кислота.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, включая межклассовые, отвечающих формуле $C_3H_4O_4$.
3. Даны следующие вещества: гидроксид меди(II), оксид кальция, перманганат калия, муравьиная кислота. С какими из указанных веществ будет реагировать этиленгликоль? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия бензойной кислоты с бромом в присутствии катализатора. Назовите продукт реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
этанол + $HCOOH, H^+ \rightarrow X_1 + KOH, t \rightarrow$ этанол $(H_2SO_{4(k)}, 180^\circ C) \rightarrow X_2 \rightarrow$ этиленоксид $\rightarrow$ этиленгликоль

Вариант 30

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) третбутиловый спирт; б) *para*-нитробензиловый спирт; в) молочная кислота.
2. Напишите структурные формулы и приведите названия всех изомеров, включая межклассовые, отвечающих формуле $C_5H_{12}O$.
3. Даны следующие вещества: уксусная кислота, медь, гидроксид меди(II), натрий. С какими из указанных веществ будет реагировать глицерин? Напишите эти реакции с указанием условий протекания.
4. Запишите уравнение и приведите механизм реакции взаимодействия изобутанола с уксусной кислотой. Назовите продукт реакции.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

бензиловый спирт + $\text{CuO}, t \rightarrow \text{X}_1 \rightarrow \text{бензойная кислота} + \text{Br}_2 (\text{FeBr}_3) \rightarrow \text{X}_2$
 $+ \text{CH}_3\text{OH}, \text{H}^+ \rightarrow \text{X}_3 \rightarrow \text{мета-бромбензоат калия}$

2.2.6 Тестовые задания для самопроверки

Гидроксильные соединения: спирты, фенолы

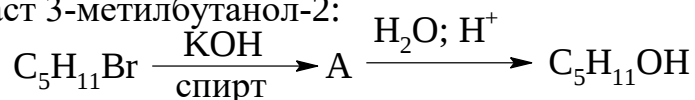
1. Сколько имеется изомерных первичных спиртов состава $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$?

- а) 1 б) 2 в) 4 г) 3

2. Какой из перечисленных ниже спиртов является первичным:

- а) 3-метилпентанол-2 б) 2,2-диметилпропанол-1
 в) β -фенилэтиловый спирт г) 2,3-диметилпентанол-2

3. Какое из перечисленных ниже галогенпроизводных в приведенной цепи реакций даст 3-метилбутанол-2:

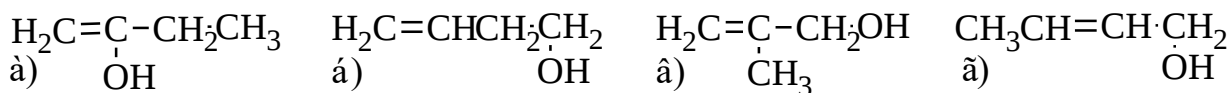


- а) изоамилбромид б) метилизопропилбромметан
 в) диметилэтилбромметан г) 2-метил-1-бромбутан

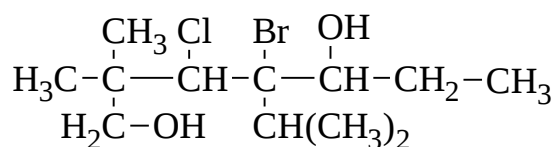
4. Сколько может существовать изомерных фенолов состава $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$:

- а) 2 б) 4 в) 3 г) 5

5. Укажите формулу непредельного спирта, который не может существовать в свободном состоянии (правило Эльтекова).

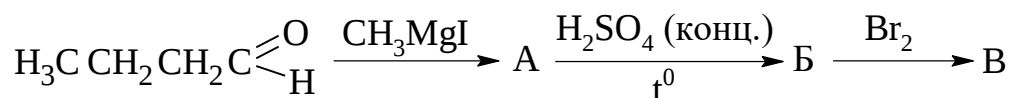


6. Назовите соединение по ИЮПАК:



- а) 4-бром-2,2-диметил-4-изопропил-3-хлоргептандиол-1,5
- б) 4-бром-6,6-диметил-4-изопропил-5-хлоргептандиол-3,7
- в) 4-бром-2,3-диметил-1,5-диокси-4-изопропил-3-хлоргептан
- г) 4-бром-2,2-диметил-4-пропил-3-хлоргептандиол-1,5

7. Какое соединение образуется по следующей схеме:

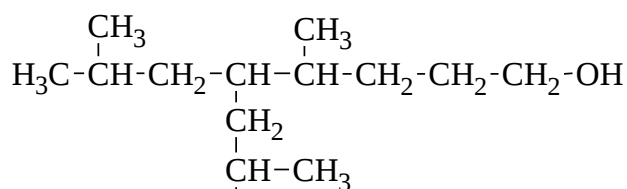


- а) 1,2-дибромпентан
- б) 2,3-дибромпентан
- в) 2,2-дибромпентан
- г) 2-бромпентен-2

8. Укажите название соединения, имеющего эмпирическую формулу $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Br}$, если известно, что при гидролизе оно образует третичный спирт, а при дегидробромировании – 2-метилбутен-2.

- а) 2-бром-2-метилбутан
- б) 1-бром-2-метилбутан
- в) 2-бром-3-метилбутан
- г) 1-бром-3-метилбутан

9. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



- а) 2,5-диметил-4-изопропилоктанол-8
- б) 4-втор-бутил-2,5-диметилоктанол-8
- в) 5-втор-бутил-4,6-диметилоктанол-1
- г) 4,7-диметил-5-втор-бутилоктанол-1

10. Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие соединения:

1) фенол, 2) этиленгликоль, 3) изопропиловый спирт.

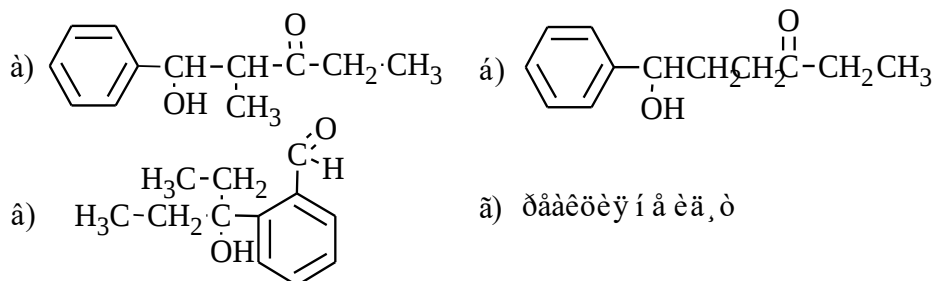
- а) 1, 3, 2
- б) 3, 2, 1
- в) 2, 3, 1
- г) 2, 1, 3

Карбонильные соединения

1. Сколько изомерных альдегидов и кетонов имеют состав $C_5H_{10}O$:

- а) 6 б) 8 в) 5 г) 7

2. Указать продукт альдольной конденсации диэтилкетона с бензальдегидом:



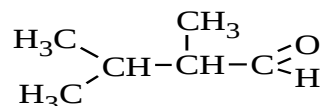
3. Какое вещество образуется при восстановлении 3-нитро-5,6-дигидроксо-3-изопропилгептаноля водородом над никелевым катализатором:

- а) 3-нитро-3-изопропил-1,5,6-гептатриол
 б) 3-амино-5,6-диоксо-3-изопропилгептаноаль
 в) 3-нитро-1-окси-3-изопропил-5,6-гептадиол
 г) 3-амино-3-изопропил-1,5,6-гептатриол

4. Соединение А состава C_4H_8O было получено из *симм.*-диметилэтилена в результате следующих превращений: 1) действие брома, 2) действие спиртового раствора щёлочи, 3) гидратация в условиях реакции Кучерова. Какое из приведённых названий отвечает структуре полученного соединения А?

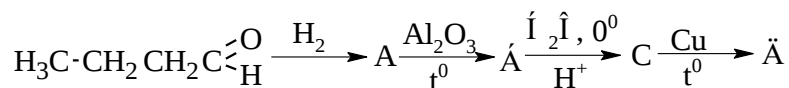
- а) 2-метилпропаналь б) бутаналь
 в) бутанон-2 г) тетрагидрофуран

5. Назовите соединение, образующееся в результате альдольной конденсации нижеприведённого альдегида:



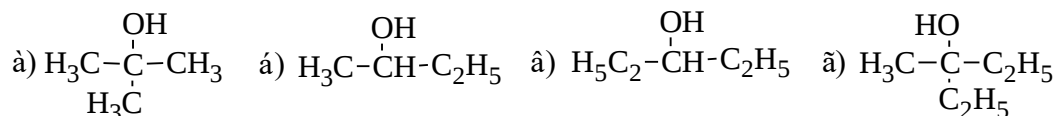
- а) 3-гидрокси-4,5-триметил-2-изопропилгексен-2-аль
 б) реакция не идёт
 в) 2,4,5-триметилгексен-2-аль
 г) 3-гидрокси-2,4,5-триметил-2-изопропилгексаналь

6. Какое вещество Д получится в результате следующих превращений:



- а) бутанон-2 б) ацетон
 в) 2-метилбутанол-2 г) 1,3-бутадиен

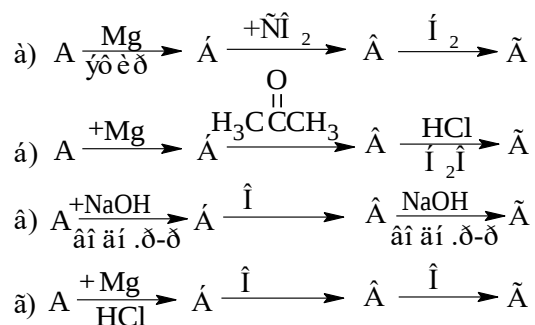
7. Какой спирт получится по реакции метилэтилкетона с этилмагниййодидом и последующим гидролизом промежуточного продукта:



8. При окислении кетона получена смесь уксусной, пропионовой, изомасляной и изовалериановой кислот. Какова структура кетона?

- а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ б) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOCH}(\text{CH}_3)_2$
 в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_3$ г) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

9. Исходя из иодметана А получите изобутиловый спирт Г:



10. При пиролизе бариевых солей смеси двух кислот получены три кетона: ацетон, метилэтилкетон и диэтилкетон. Укажите эту смесь:

- а) уксусная и муравьиная б) пропионовая и муравьиная
в) уксусная и пропионовая г) муравьиная и масляная

Карбоновые кислоты

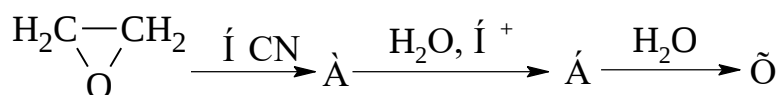
1. Какая кислота получится, если 2,4-дибром-3-метилпентан нагреть с избытком цианида калия и образовавшееся соединение нагреть с концентрированной соляной кислотой:

- а) α, α', β -триметилглутаровая к-та
б) нитрил α, α', β -триметилглутаровой к-ты
в) α, β, γ -триметиладипиновая к-та
г) 1,2,3-триметилпентен-2-дикарбоновая к-та

2. Какое соединение образуется при нагревании метилмалоновой кислоты:

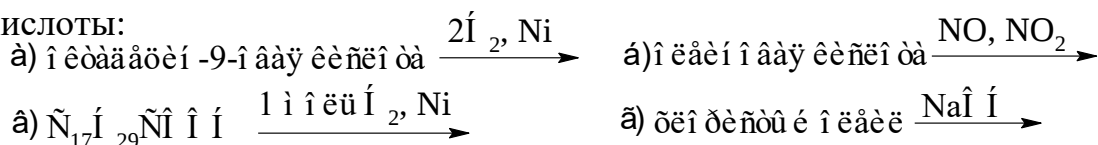
- а) уксусная к-та б) пропионовая к-та
в) уксусный альдегид г) муравьиная к-та

3. Какое соединение (X) получится в результате следующих реакций:

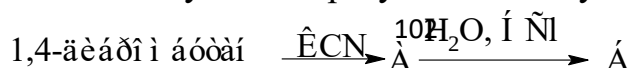


- а) пропионовая к-та б) уксусная к-та
в) акриловая к-та г) малоновая к-та

4. Какая последовательность реакций приводит к получению стеариновой кислоты:



5. Какое соединение получится в результате следующих реакций:



а) адипиновая к-та

б) янтарная к-та

в) метилянтарная к-та

г) диметилянтарная к-та

6. Какое соединение образуется при бромировании этилен-1,2-дикарбоновой кислоты:

а) бромангидрид фумаровой к-ты

б) бромангидрид малеиновой к-ты

в) дибромянтарная к-та

г) диброммалеиновая к-та

7. Сколько возможно изомерных триглицеридов, содержащих остаток стеариновой и два остатка олеиновой кислоты:

а) 4

б) 3

в) 2

г) 5

8. Указать формулу элаидиновой кислоты:

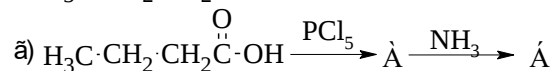
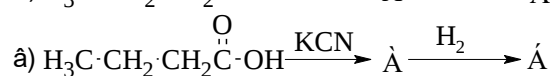
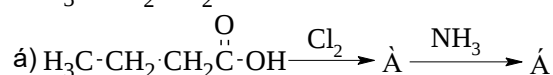
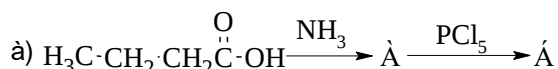
а) *цис*-C₁₇H₃₃COOH

б) *транс*-C₁₇H₃₃COOH

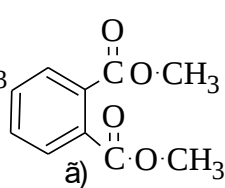
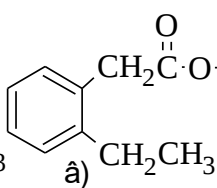
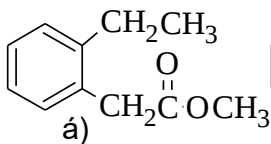
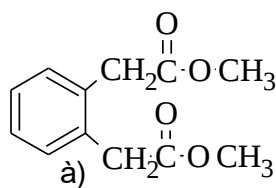
в) *цис*-C₁₇H₃₁COOH

г) *транс*-C₁₇H₃₁COOH

9. Укажите реакции получения амида пропионовой к-ты (Б):



10. Указать формулу диметилфталата – репеллента, отпугивающего насекомых:



Приложение 1. Ответы на Тестовые задания для самопроверки

Теория строения органических веществ. Алканы

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
г	в	г	б	а	в	г	б	а	г

Непредельные углеводороды. Алкены

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
г	б	в	б	г	б	в	а	в	а

Алкины

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
а	г	в	а	в	б	в	а	б	в

Алкадиены

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
б	а	г	г	б	б	в	а	б	б

Ароматические углеводороды

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
а	б	в	в	б	в	г	б	б	а

Гидроксильные соединения: спирты, фенолы

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
б	б	а	в	а	а	б	а	г	б

Карбонильные соединения

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
а	а	г	в	г	а	г	а	а	в

Карбоксильные соединения

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
в	б	в	а	а	в	в	б	г	г

Глоссарий (список основных названий и терминов)

Алкадиены (диены) – углеводороды, содержащие две двойные связи. Общая формула C_nH_{2n-2} .

Алкадиены изолированные – диены, у которых двойные связи разделены более чем одной простой связью.

Алкадиены сопряженные (сопряженные диены) – двойные связи разделены одинарной связью.

Алканы (парафины) – предельные углеводороды. Общая формула C_nH_{2n+2} .

Алкены (олефины) – углеводороды, содержащие одну двойную связь. Общая формула C_nH_{2n} .

Алкины – углеводороды, содержащие одну тройную связь. Общая формула C_nH_{2n-2} .

Алленовые диены (кумулены) – алкадиены с соседним положением двойных связей.

Альдегиды – органические вещества, в которых карбонильная группа расположена на краю углеродной цепи и связана только с одним углеводородным радикалом.

Арены – углеводороды, содержащие в составе ароматическую систему сопряженных π -связей. Общая формула C_nH_{2n-6} .

Ацетилен – этин, простейший алкин.

Ацетон – кетон, пропанон, $CH_3C(O)CH_3$.

Бензальдегид – простейший ароматический альдегид $C_6H_5C(O)H$.

Бензойная кислота – ароматическая одноосновная карбоновая кислота состава C_6H_5COOH .

Бензол – ароматический углеводород, C_6H_6 .

Винильные атомы водорода – атомы, непосредственно связанные с ненасыщенными атомами углерода, образующими двойную связь.

Вицинальные дигалогенпроизводные – углеводороды, содержащие атомы галогена у соседних атомов углерода.

Вторичный спирт – спирт, в котором функциональная группа $-OH$ соединена со вторичным атомом углерода.

Гидросульфит натрия – кислая соль сернистой кислоты, $NaHSO_3$.

Гидрохинон – двухатомный фенол, 1,4-дигидроксibenзол.

Глицерин – трехатомный спирт, 1,2,3-пропантриол.

Гомологический ряд – ряд сходных по строению соединений, обладающих близкими химическими свойствами, в котором отдельные члены ряда отличаются друг от друга числом групп $-CH_2$ (**гомологическая разность**).

Дегидратация – отщепление молекулы воды.

Декарбоксилирование — это реакция элиминирования молекулы диоксида углерода из карбоксильной группы ($-\text{COOH}$) или карбоксилатной ($-\text{COOMe}$) группы органических соединений.

Двухатомный спирт – это спирт, содержащий две группы $-\text{OH}$.

Изоамиловый спирт – 3-метилбутанол-1.

Изомеры – вещества, имеющие одинаковый количественный состав (одинаковую молекулярную формулу), но отличающиеся физическими или химическими свойствами.

Индуктивный эффект – смещение электронной пары вдоль σ -связи.

Иодоформ – галогенпроизводное метана, трийодметан CHI_3 .

Карбонильная группа – функциональная группа $\text{C}=\text{O}$ в органических соединениях.

Карбонильные соединения – органические вещества, содержащие в своем составе карбонильную группу. К карбонильным соединениям относятся альдегиды и кетоны.

Каучук – высокомолекулярное эластичное соединение, получаемое из каучуконосных растений.

Кетоны – органические вещества, в которых карбонильная группа связана с двумя углеводородными радикалами.

Крекинг – термический метод деструктивной переработки.

Ксилол – диметилбензол.

Мезомерный эффект – эффект сопряжения («выравнивание» связи при чередовании двойной и одинарной связей).

Метан (природный газ) – простейший алкан, CH_4 .

Муравьиная кислота – первый представитель гомологического ряда карбоновых кислот. Метановая кислота, HCOOH .

Нуклеофильные реакции – реакции с нуклеофильным реагентом.

Нуклеофилы (нуклеофильные реагенты) – частицы или молекулы, в которых имеются центры с высокой электронной плотностью.

Озонолиз – действие озона на алкены, приводящее к образованию сильно взрывчатым озонидам, которые при гидролизе образуют альдегиды или кетоны.

Одноатомный спирт – это спирт, содержащий только одну группу –ОН.

Первичный спирт – это спирт, в котором функциональная группа –ОН соединена с первичным атомом углерода.

Пирогаллол – трехатомный фенол, 1,2,3-тригидроксibenзол.

Пирокатехин – двухатомный фенол, 1,2-дигидроксibenзол

Правило Зайцева – если в α -положении к атому углерода, связанному с галогеном, находятся третичный, вторичный и первичный атомы водорода, то преимущественно отщепляется третичный атом, в меньшей степени – вторичный и в еще меньшей – первичный.

Правило Марковникова – в случае несимметричных молекул алкенов присоединение водорода из галогеноводородов будет происходить к наиболее гидрогенизированному атому углерода (механизм электрофильного присоединения).

Реактив Лукаса – это концентрированный раствор хлорида цинка в концентрированной соляной кислоте.

Реакция Вагнера – окисление перманганатом калия алкенов в нейтральной или слабощелочной среде.

Реакция диенового синтеза (реакция Дильса-Альдера) – реакция присоединения 1,3-диеновых углеводородов в положение 1,4 производных алкенов с активированной двойной связью и образованием шестичленных циклов с одной двойной связью.

Реакция Канницаро – реакция диспропорционирования альдегидов на спирт и кислоту, не содержащих атомов водорода в альфа-положении.

Реакция Коновалова – реакция нитрования алканов. При нагревании разбавленная азотная кислота действует как нитрующий агент (один из атомов водорода алкана замещается на нитрогруппу).

Реакция Кучерова – присоединение воды к ацетиленовым углеводородам под действием солей ртути. Из ацетилена образуется уксусный альдегид, из гомологов ацетилена – кетоны.

Реакция «серебряного зеркала» - качественная реакция на альдегидную группу, окисление альдегидов аммиачным раствором оксида серебра $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ при нагревании. Сопровождается выделением металлического серебра на стенках пробирки.

Резорцин – двухатомный фенол, 1,3-дигидроксибензол.

Спирты – органические соединения, имеющие в составе одну или несколько гидроксильных групп, непосредственно связанных с предельным атомом углерода.

Структурная изомерия – тип изомерии, при котором изомеры отличаются порядком связей между отдельными атомами в молекуле.

Толуол – метилбензол.

Третичный спирт – это в котором функциональная группа $-\text{OH}$ соединена с третичным атомом углерода

Уксусный альдегид – этаналь, CH_3COH

Уксусная кислота – одноосновная карбоновая кислота, содержащая 2 атома углерода, CH_3COOH .

Фенол – органическое вещество, простейший представитель одноатомных фенолов.

Фенолы – органические соединения, в которых гидроксильная группа $-\text{OH}$ связана непосредственно с бензольным кольцом.

Фуксинсернистая кислота (реактив Шиффа) – реактив для качественного определения альдегидной группы.

Хиноны — полностью сопряжённые циклогексадиеноны. Существуют два класса хинонов: пара-хиноны с пара-расположением карбонильных групп (1,4-хиноны) и орто-хиноны с орто-расположением карбонильных групп (1,2-хиноны).

Хлороформ – трихлорметан, CHCl_3 .

Щавелевая кислота – первый представитель дикарбоновых кислот, этандиовая кислота.

Электрофильные реакции – реакции с электрофильным реагентом.

Электрофилы (электрофильные реагенты) – частицы или молекулы, в которых имеются центры с дефицитом электронной плотности.

Этен – этилен. Простейший алкен.

Этиленгликоль – двухатомный спирт, 1,2-этандиол.

Эффект Хараша – в присутствии пероксидов присоединение галогеноводородов происходит не по правилу Марковникова (радикальный механизм реакции).

Библиографический список

1. **Грандберг, И.И.** Органическая химия: учебник / И.И. Грандберг, Н.Л. Нам.- 8-е изд. - М.: Изд-во Юрайт, 2017. - 607 с. - (Серия : Бакалавр. Академический курс).
2. **Травень В.Ф.** Практикум по органической химии. Учебное пособие/ В.Ф. Травень, А.Е. Щекотихин - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 592 с.

3. **Акентьева, Т.А.** Лабораторный практикум по химии (Органическая химия): учебное пособие/ Т.А. Акентьева, В.Ю. Горохов, Л.П. Юнникова – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2018. – 88 с. – ISBN 978-5-94279-422-4
4. **Рашевская, И.В.** Органическая химия. Лабораторный практикум. В 2-ух частях. Часть 1: учебное пособие/ И.В. Рашевская. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2017. – 77 с.
5. **Альметкина Л.А.** Лабораторные работы по органической химии: учебное пособие/ Л.А. Альметкина. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 107 с.

Учебное издание

**Багнавец Наталья Леонидовна, Осипова Алла Вячеславовна, Дмитревская
Инна Ивановна, Сушкова Людмила Олеговна, Браташ Георгий Сергеевич**

Практикум по органической химии

Учебное пособие

Подписано для размещения в Электронно-библиотечной системе РГАУ-МСХА имени К.А.
Тимирязева __.__. 2022 г.

Оригинал-макет подготовлен Издательством РГАУ-МСХА
127550, Москва, Тимирязевская ул., 44
Тел. 8 (499) 977-40-64