

**Ю. Г. Тришин
М. В. Шафеева**

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ. УГЛЕВОДОРОДЫ
ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое пособие

**Санкт-Петербург
2024**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»
Высшая школа технологии и энергетики**

**Ю. Г. Тришин
М. В. Шафеева**

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ. УГЛЕВОДОРОДЫ
ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое пособие

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД

Санкт-Петербург
2024

УДК 547
ББК 24.2я73
Т 65

Рецензенты:

доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой органической химии ФГБОУ ВО
«Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет»

И. П. Яковлев;

кандидат химических наук, доцент Высшей школы технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна

Е. Ю. Демьянцева

Тришин, Ю. Г.

Т65 Органическая химия. Углеводороды. Задачи и упражнения для самостоятельной работы: учебно-методическое пособие / Ю. Г. Тришин, М. В. Шафеева. — СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2024. — 80 с.

Учебно-методическое пособие соответствует программам и учебным планам дисциплины «Органическая химия» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

В учебно-методическом пособии приведено по 15 вариантов задач и упражнений для самостоятельной работы обучающихся по таким разделам органической химии, как алканы, алкены, алкадиены, алкины, циклоалканы и ароматические углеводороды.

Пособие предназначено для подготовки бакалавров очной формы обучения.

УДК 547
ББК 24.2я7

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2024
© Тришин Ю. Г., Шафеева М. В., 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Алканы	6
Алкены.....	19
Алкадиены	31
Алкины	42
Алициклические углеводороды (циклоалканы).....	54
Ароматические углеводороды с одним бензольным кольцом	66
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	80

ВВЕДЕНИЕ

В федеральных государственных стандартах (ФГОС) высшего профессионального образования среди различных форм освоения учебных дисциплин важное место отводится самостоятельной работе студентов. Конкретные требования к ней определяются в соответствующих ФГОС по направлениям и специальностям и находят отражение в учебных планах. Так, в учебных планах подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 – химическая технология в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» самостоятельная работа студентов по дисциплине «Органическая химия» занимает 30 % от всего учебного времени. Самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний, способствует подготовке к лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов, а в итоге – формированию общекультурных и профессиональных компетенций. Самостоятельная работа студентов относится к планируемой учебной работе, выполняемой во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Среди разнообразных форм внеаудиторной самостоятельной работы при изучении дисциплины «Органическая химия» важнейшей является выполнение домашних заданий, представляющих собой решение задач и упражнений. Это обусловлено спецификой органической химии, насыщенной новыми для студентов понятиями, определениями, терминами, наименованиями и т. д., для освоения и запоминания которых необходимы систематические занятия.

Органическая химия – одна из фундаментальных дисциплин при подготовке бакалавров по направлению «Химическая технология» для работы в реальном секторе экономики.

Изучение органической химии начинается с наиболее простых по составу органических соединений – углеводов. В молекулах этих соединений содержатся атомы только двух элементов – углерода и водорода. Углеводы различаются по строению углеродного скелета и характеру связей между атомами углерода.

По строению углеродного скелета углеводы разделяются на ациклические (алифатические) и карбоциклические. В алифатических углеводах атомы углерода связаны между собой таким образом, что образуют линейные или разветвленные открытые углерод-углеродные цепочки. Карбоциклические подразделяются на два вида: алициклические (их молекулы содержат замкнутые цепи атомов углерода – кольца, циклы) и ароматические (в молекулах этих соединений присутствует одно или несколько бензольных колец – циклических групп из шести связанных между собой особым образом атомов углерода, что приводит к высокой «прочности» цикла).

По характеру связей между атомами углерода углеводы делятся на насыщенные, или предельные (алканы, циклоалканы), и ненасыщенные, или непредельные, содержащие двойные (алкены, алкадиены) и тройные (алкины)

углерод-углеродные связи. Углеводороды, содержащие бензольное кольцо, называются ароматическими или аренами.

В данном пособии содержатся задачи и упражнения для самостоятельной работы обучающихся по шести темам: алканы, алкены, алкадиены, алкины, циклоалканы и ароматические углеводороды. По каждой теме представлено 15 вариантов заданий, один из которых студенты получают у преподавателя в начале семестра. Все варианты концептуально одинаковы, они включают вопросы о строении, номенклатуре, способах получения, химических свойствах и областях применения соединений изучаемого класса углеводородов. Однако конкретно все вопросы рассматриваются на примере различных соединений. Особое место занимают расчетные задачи, которые способствуют подготовке студентов к выполнению лабораторных работ. Вопросы о практическом использовании углеводородов того или иного класса максимально соответствуют современному состоянию.

Приступая к выполнению задач и упражнений, следует изучить данный класс углеводородов по конспекту лекций и учебнику (усвоить номенклатуру, рассмотреть строение, основные способы получения и химические свойства).

При решении задач для всех органических соединений необходимо писать структурные (и/или скелетные) формулы и приводить их названия (тривиальные или в соответствии с правилами систематической номенклатуры IUPAC).

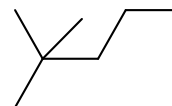
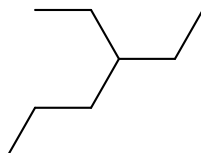
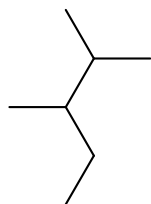
Для ответов на ряд вопросов, например, о практическом использовании тех или иных веществ, целесообразно использовать поисковые системы Интернета.

Задания необходимо выполнять в специально заведенной тетради и в соответствии с установленными преподавателем сроками предъявлять для проверки.

АЛКАНЫ

Вариант 1

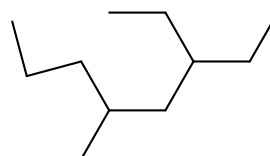
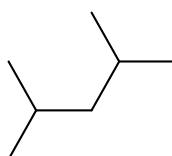
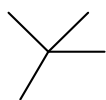
1. Какие орбитали участвуют в образовании ковалентных связей в молекулах метана и этана? Нарисуйте тетраэдрические модели этих молекул.
2. Напишите структурные и скелетные формулы 2,5-диметилгексана, 3-метил-3-этилпентана, 2-метил-4-изопропилгептана, 2,3,3,4-тетраметилоктана.
3. Назовите по номенклатуре IUPAC алканы, скелетные формулы которых представлены ниже:



4. Рассчитайте состав продуктов монохлорирования бутана, учитывая количество первичных и вторичных атомов углерода и то, что относительная скорость замещения атомов водорода у первичного и вторичного атомов углерода составляет 1 и 4 соответственно. На примере получения одного из изомеров приведите радикальный цепной механизм реакции.
5. Приведите схему высокотемпературного крекинга 2-метилоктана, назовите образующиеся углеводороды.
6. Приведите схему высокотемпературного окисления 2-метилпентана кислородом воздуха с первоначальным образованием гидроперекиси по атому C^2 .
7. Напишите уравнения реакций сульфоокисления, сульфохлорирования и нитрования гептана и представьте механизм сульфохлорирования и нитрования. Учитывайте предпочтительность замещения атомов водорода у первичного или вторичного атомов углерода.
8. При сгорании смеси, содержащей 40 % пропана, 55 % бутана и 5 % негорючих примесей (по объему), образуются углекислый газ и вода. Какой объем воздуха потребуется для сжигания 500 л такой смеси с учетом того, что воздух содержит 20.9 % (по объему) кислорода.
9. Перечислите наиболее важные продукты первичной переработки нефти.

Вариант 2

1. Представьте схемы гомолитического разрыва связей C-H и C-C в молекуле этана. Как называются образующиеся частицы?
2. Напишите структурные и скелетные формулы 2,4-диметил-4-этилоктана, 3-этил-4-изопропилгептана, 2-метил-4-пропилгептана, 4-этил-5-втор.-бутилдекана.
3. Назовите по номенклатуре IUPAC алканы, скелетные формулы которых представлены ниже:



4. Рассчитайте состав продуктов монохлорирования 2-метилбутана, учитывая количество первичных, вторичных и третичных атомов углерода и то, что относительная скорость замещения атомов водорода у первичного, вторичного и третичного атомов углерода составляет 1, 4 и 5 соответственно. На примере получения одного из изомеров приведите радикальный цепной механизм реакции.

5. Приведите схему высокотемпературного окисления гексана кислородом воздуха с первоначальным образованием гидроперекиси по атому C^3 .

6. Приведите схему крекинга 3-метилгептана. Назовите образующиеся углеводороды.

7. Напишите уравнения реакций сульфоокисления, сульфохлорирования и нитрования октана и представьте механизм сульфохлорирования и нитрования. Учитывайте предпочтительность замещения атомов водорода у первичного или вторичного атомов углерода.

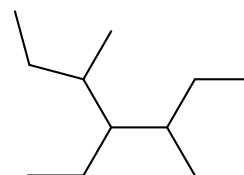
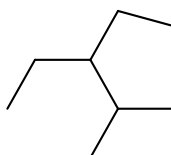
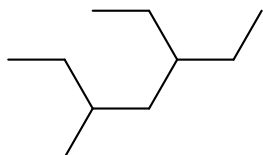
8. Сколько кубометров воздуха потребуется для сжигания в бытовой газовой плите 10 м^3 природного газа, состоящего из 98.63 % метана, 0.12 % этана, 0.02 % пропана, 0.10 % н-бутана, 1.01 % CO_2 , 0.12 % азота (по объему) с учетом того, что воздух содержит 20.9 % (по объему) кислорода.

9. Назовите области применения керосина.

Вариант 3

1. Представьте схемы гомолитического разрыва связей C-H и C-C в молекуле этана и схему гетеролитического разрыва связи C-Cl в молекуле хлорэтана, назовите образующиеся частицы.

2. Назовите по номенклатуре IUPAC алканы, скелетные формулы которых представлены ниже:



3. Напишите структурные формулы изомерных алканов состава C_8H_{18} , имеющих в главной цепи шесть углеродных атомов и назовите их по номенклатуре IUPAC.

4. Рассчитайте состав продуктов монохлорирования пентана, учитывая количество первичных и вторичных атомов углерода и то, что относительная скорость замещения атомов водорода у первичного и вторичного атомов

углерода составляет 1 и 4 соответственно. На примере получения одного из изомеров приведите радикальный цепной механизм реакции.

5. Приведите схему высокотемпературного окисления 2,3-диметилпентана кислородом воздуха с первоначальным образованием гидроперекиси по атому C^2 .

6. Приведите схему крекинга 3-метилгексана. Назовите образующиеся углеводороды.

7. Напишите уравнения реакций сульфохлорирования и сульфоокисления нонана. Представьте механизм сульфохлорирования, учитывая предпочтительность замещения атомов водорода у первичного или вторичного атомов углерода.

8. При хлорировании метана при $300^\circ C$ образуются хлорметан (хлористый метил), дихлорметан (хлористый метилен) и трихлорметан (хлороформ) с выходом 37 %, 41 % и 19 % от теоретического соответственно. Сколько килограммов этих веществ получится из 50 м^3 метана?

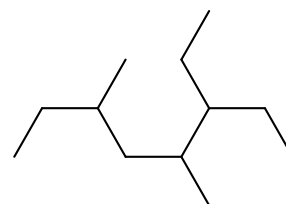
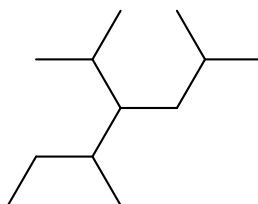
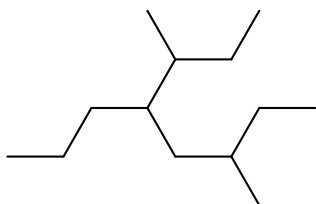
9. Какие алканы наиболее часто используются как растворители?

Вариант 4

1. Какие орбитали атома углерода принимают участие в образовании σ -связей C-C и C-H в молекуле пропана? Изобразите эти связи.

2. Напишите структурные и скелетные формулы 4-пропил-5-изопропилоктана, 2,2,4,4-тетраметилпентана, 2-метил-4-пропилоктана и 2-метил-5-*трет*-бутилнонана.

3. Назовите по номенклатуре IUPAC алканы, скелетные формулы которых представлены ниже:



4. Рассчитайте состав продуктов монохлорирования 2-метилпентана, учитывая количество первичных, вторичных и третичных атомов углерода и то, что относительная скорость замещения атомов водорода у первичного, вторичного и третичного атомов углерода составляет 1, 4 и 5 соответственно. На примере получения одного из изомеров приведите радикальный цепной механизм реакции.

5. Приведите схему крекинга гептана. Назовите образующиеся углеводороды.

6. Приведите схему высокотемпературного окисления 2-метилпентана кислородом воздуха с первоначальным образованием гидроперекиси по атому C^2 .

7. Напишите уравнения реакций сульфохлорирования и сульфоокисления декана. Представьте механизм сульфохлорирования, учитывайте предпочтительность замещения атомов водорода у первичного или вторичного атомов углерода.

8. При парофазном нитровании пропана при температурах 300-350°C образуются 1-нитропропан, 2-нитропропан, нитроэтан и нитрометан с выходом 34 %, 32 %, 26 % и 8 % от теоретического соответственно. Сколько килограммов этих веществ получится из 100 м³ пропана?

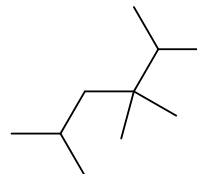
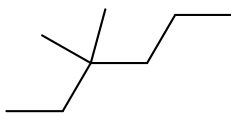
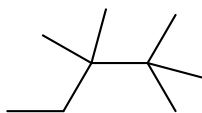
9. Какие вещества в промышленных масштабах производятся из метана?

Вариант 5

1. На примере молекулы пропана покажите гомолитический разрыв связей С-С и С-Н. Какие частицы при этом образуются?

2. Напишите структурные и скелетные формулы 2,2-диметилпропана (неопентана), 2,3-диметил-3-этилнонана, 2,2,4-триметилпентана (изооктана), 3-метил-5-пропилдекана.

3. Назовите по номенклатуре IUPAC алканы, скелетные формулы которых представлены ниже:



4. Рассчитайте состав продуктов монохлорирования 3-метилпентана, учитывая количество первичных, вторичных и третичных атомов углерода и то, что относительная скорость замещения атомов водорода у первичного, вторичного и третичного атомов углерода составляет 1, 4 и 5 соответственно. На примере получения одного из изомеров приведите радикальный цепной механизм реакции.

5. Напишите уравнение реакции нитрования 2-метилгептана и представьте механизм этой реакции. Учитывайте предпочтительность замещения атомов водорода у первичного, вторичного или третичного атомов углерода.

6. Приведите схему крекинга ундекана. Назовите образующиеся углеводороды.

7. Приведите схему высокотемпературного окисления 2,4-диметилпентана кислородом воздуха с первоначальным образованием гидроперекиси по атому С².

8. Нередко в местах добычи нефти устанавливают факельные вышки для сжигания попутных нефтяных газов. Сколько углекислого газа образуется при полном сгорании 100 м³ такого газа, если его основными компонентами в процентах по объему являются метан (62 %), этан (12 %), пропан (17 %), изобутан (4 %) и бутан (5 %)?

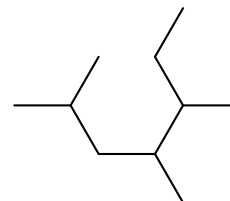
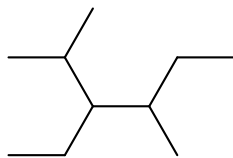
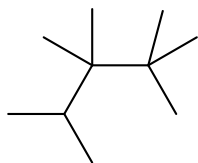
9. Что представляет собой сжиженный природный газ (СПГ) и как его транспортируют?

Вариант 6

1. Почему тетраэдрическая конфигурация является оптимальной для sp³-гибридизованного атома углерода?

2. Напишите структурные и скелетные формулы 2-метил-3-этилгептана, 2-метил-4-этилгексана, 2,3,3-триметилпентана, 2,3-диметил-3-этилгексана.

3. Назовите по номенклатуре IUPAC алканы, скелетные формулы которых представлены ниже:



4. Рассчитайте состав продуктов монохлорирования 2,3-диметилбутана, учитывая количество первичных, вторичных и третичных атомов углерода и то, что относительная скорость замещения атомов водорода у первичного, вторичного или третичного атомов углерода составляет 1, 4 и 5 соответственно. На примере получения одного из изомеров приведите радикальный цепной механизм реакции.

5. Приведите схему крекинга додекана. Назовите образующиеся углеводороды.

6. Приведите схему высокотемпературного окисления 2-метилгексана кислородом воздуха с первоначальным образованием гидроперекиси по атому C².

7. Напишите уравнение реакции нитрования пентана и представьте механизм этой реакции. Учитывайте предпочтительность замещения атомов водорода у первичного или вторичного атомов углерода.

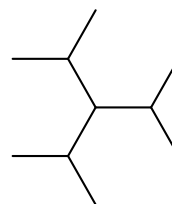
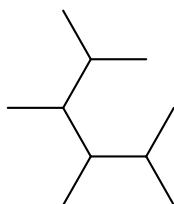
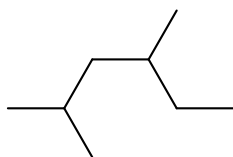
8. В газобаллонных автомобилях в качестве топлива применяется в сжатом виде природный газ, имеющий следующий состав: метан – 96 %, этан – 1 %, диоксид углерода – 2 % и азот – 1 %. Какое количество углекислого газа выбрасывается в атмосферу при условии идеально полного сгорания углеводородов, содержащихся в 50 м³ этого газа?

9. Почему для качественного высокооктанового бензина необходимо присутствие в его составе разветвленных алканов?

Вариант 7

1. В каком состоянии гибридизации находится атом углерода в молекулах предельных углеводородов? Покажите на примере этана пространственное строение алканов.

2. Назовите по номенклатуре IUPAC алканы, скелетные формулы которых представлены ниже:



3. Напишите структурные, а затем скелетные формулы изомерных алканов состава C_7H_{16} , имеющих в главной цепи пять углеродных атомов, и назовите их по номенклатуре IUPAC.

4. Рассчитайте состав продуктов монохлорирования гексана, учитывая количество первичных и вторичных атомов углерода и то, что относительная скорость замещения атомов водорода у первичного или вторичного атомов углерода составляет 1 и 4 соответственно. На примере получения одного из изомеров приведите радикальный цепной механизм реакции.

5. Приведите схему крекинга 2-метилоктана. Назовите образующиеся углеводороды.

6. Приведите схему высокотемпературного окисления 2,3-диметилбутана кислородом воздуха с первоначальным образованием гидроперекиси по атому C^2 .

7. Напишите уравнения реакций сульфохлорирования и сульфоокисления гептана. Представьте механизм сульфохлорирования, учитывая предпочтительность замещения атомов водорода у первичного или вторичного атомов углерода.

8. В качестве одного из видов альтернативного топлива для автомобилей применяется сжиженный попутный нефтяной газ, имеющий в своем составе (по объему) 40 % пропана, 50 % бутана, 5 % пентана и 5 % негорючих примесей. Какой объем воздуха затрачивается на сгорание 70 м^3 этого газа с учетом того, что воздух содержит 20.9 % (по объему) кислорода?

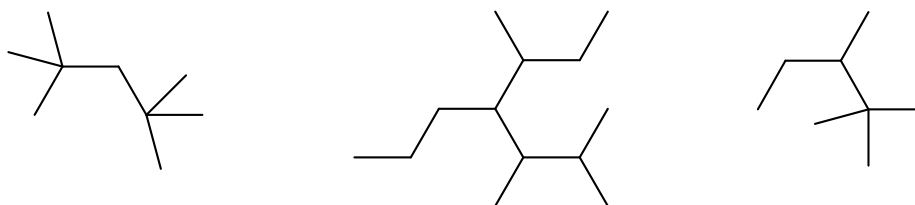
9. Что означает понятие «октановое число» бензина?

Вариант 8

1. Изобразите электронную конфигурацию атома углерода в основном состоянии, а также в результате потери или присоединения одного электрона, какие частицы при этом образуются?

2. Напишите структурные и скелетные формулы 2,3-диметилбутана, 2,2-диметил-3-этилпентана, 4-изопропил-2-метилгептана, 2,3,4-триметил-5-пропил-7-этилнона.

3. Назовите по номенклатуре IUPAC алканы, скелетные формулы которых представлены ниже:



Напишите структурные, а затем скелетные формулы изомерных алканов состава C_6H_{14} и назовите их по номенклатуре IUPAC.

4. Рассчитайте состав продуктов монохлорирования 2-метилгексана, учитывая количество первичных, вторичных и третичных атомов углерода и то, что относительная скорость замещения атомов водорода у первичного, вторичного или третичного атомов углерода составляет 1, 4 и 5

соответственно. На примере получения одного из изомеров приведите радикальный цепной механизм реакции.

5. Приведите схему крекинга 3-метилоктана, назовите образующиеся углеводороды.

6. Приведите схему высокотемпературного окисления 3-метилгексана кислородом воздуха с первоначальным образованием гидроперекиси по атому C^3 .

7. Напишите уравнения реакций сульфоокисления, сульфохлорирования и нитрования 2-метилгептана и представьте механизм нитрования. Учитывайте предпочтительность замещения атомов водорода у первичного, вторичного или третичного атомов углерода.

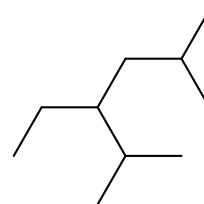
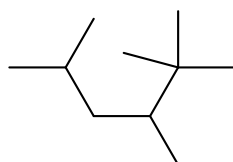
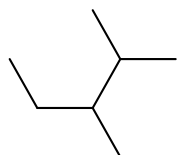
8. В быту часто используются газовые баллоны, содержащие так называемую «пропан-бутановую смесь», в которой 44 % пропана, 54 % бутана и 2 % негорючих примесей (по объему). Сколько углекислого газа и воды образуется при сжигании 50 л такой смеси при условии идеального сгорания (до CO_2 и H_2O)?

9. Почему в газобаллонных автомобилях зимой рекомендуется использовать так называемый «пропан автомобильный» (ПА) с содержанием пропана 90 ± 10 % (масс.), а летом – «пропан-бутан автомобильный» (ПБА), содержащий 50 ± 10 % пропана и примерно столько же бутана?

Вариант 9

1. Напишите октетные и структурные формулы следующих соединений: метана, хлорметана и метилового спирта. Какие атомы в молекулах этих соединений имеют неподеленные электронные пары?

2. Назовите по номенклатуре IUPAC алканы, скелетные формулы которых представлены ниже:



3. Напишите структурные, а затем скелетные формулы 4-метилгептана, 3-этилоктана, 2,2,3-триметилпентана, 2,5-диметил-3-этилгексана.

4. Рассчитайте состав продуктов монохлорирования 2,4-диметилпентана, учитывая количество первичных, вторичных и третичных атомов углерода и то, что относительная скорость замещения атомов водорода у первичного, вторичного и третичного атомов углерода составляет 1, 4 и 5 соответственно. На примере получения одного из изомеров приведите радикальный цепной механизм реакции.

5. Приведите схему крекинга 2-метилоктана, назовите образующиеся углеводороды.

6. Приведите схему высокотемпературного окисления 3,4-диметилгексана кислородом воздуха с первоначальным образованием гидроперекиси по атому C^3 .

7. Напишите уравнения реакций сульфоокисления, сульфохлорирования и нитрования нонана и представьте механизм сульфохлорирования. Учитывайте предпочтительность замещения атомов водорода у первичного или вторичного атомов углерода.

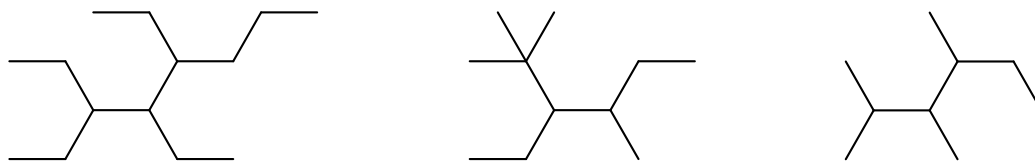
8. Одним из видов ракетного топлива является смесь керосина с жидким кислородом. Сколько кислорода необходимо для сжигания 1 литра керосина с учетом того, что средний состав керосина – $C_{14}H_{30}$, а его плотность равна примерно 0.76 г/см^3 ?

9. Что представляет собой продукт нефтепереработки под названием «Уайт-спирит (нефрас-С4-155/200)»? Где он используется?

Вариант 10

1. Какие орбитали участвуют в образовании σ -связей в молекулах водорода, хлора, хлороводорода, метана? Изобразите схемы образования молекулярных орбиталей в этих молекулах.

2. Назовите по номенклатуре IUPAC алканы, скелетные формулы которых представлены ниже:



3. Напишите структурные, а затем скелетные формулы 2,2,4-триметил-3-этилпентана, 3-метил-4-изопропилгептана, 2,3-диметилгексана, 2,2,5-триметил-4-этилгексана.

4. Рассчитайте состав продуктов монохлорирования 2,3-диметилпентана, учитывая количество первичных, вторичных и третичных атомов углерода и то, что относительная скорость замещения атомов водорода у первичного, вторичного и третичного атомов углерода составляет 1, 4 и 5 соответственно. На примере получения одного из изомеров приведите радикальный цепной механизм реакции.

5. Приведите схему крекинга 2,4-диметилгексана, назовите образующиеся углеводороды.

6. Приведите схему высокотемпературного окисления 3-метилпентана кислородом воздуха с первоначальным образованием гидроперекиси по атому C^3 .

7. Напишите уравнения реакций сульфоокисления, сульфохлорирования и нитрования декана и представьте механизм нитрования. Учитывайте предпочтительность замещения атомов водорода у первичного или вторичного атомов углерода.

8. 1,3-Бутадиен является важнейшим мономером для получения синтетических каучуков. Один из главных методов его получения – дегидрирование бутана. Сколько 1,3-бутадиена получается из 1 т бутана при

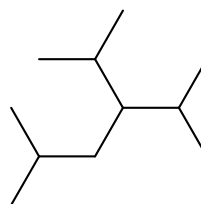
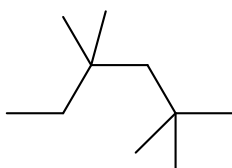
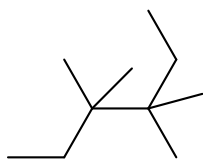
одностадийном методе дегидрирования на алюмохромовых катализаторах при условии 20 %-ной конверсии (степени превращения) бутана и 50 %-ном выходе 1,3-бутадиена?

9. Почему в начале XX века бензиновую фракцию, получаемую при перегонке нефти, как правило, сжигали?

Вариант 11

1. Чем определяется величина нормального валентного угла sp^3 -гибридизованного атома углерода, равная 109.5° ?

2. Назовите по номенклатуре IUPAC алканы, скелетные формулы которых представлены ниже:



3. Напишите структурные, а затем скелетные формулы изомерных алканов состава C_9H_{20} , имеющих в главной цепи шесть углеродных атомов, и назовите их по номенклатуре IUPAC.

4. Рассчитайте состав продуктов монохлорирования 2,2-диметилбутана, учитывая количество первичных, вторичных и третичных атомов углерода и то, что относительная скорость замещения атомов водорода у первичного, вторичного и третичного атомов углерода составляет 1, 4 и 5 соответственно. На примере получения одного из изомеров приведите радикальный цепной механизм реакции.

5. Приведите схему крекинга 3-этилнонана, назовите образующиеся углеводороды.

6. Приведите схему высокотемпературного окисления гексана кислородом воздуха с первоначальным образованием гидроперекиси по атому C^2 .

7. Напишите уравнения реакций сульфохлорирования и нитрования 2,4-диметилгексана и представьте механизм сульфохлорирования и нитрования. Учитывайте предпочтительность замещения атомов водорода у первичного, вторичного или третичного атомов углерода.

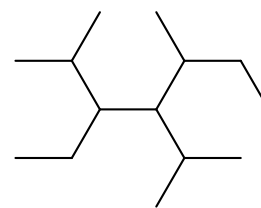
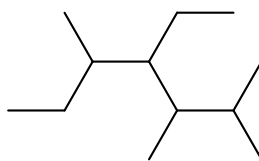
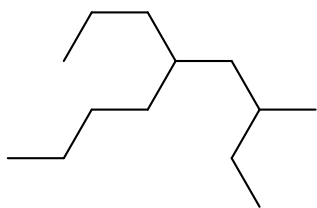
8. Использование современной мембранно-каталитической технологии позволяет получать пропилен дегидрированием пропана с селективностью 98 % при степени превращения пропана 96 %. Сколько пропилена в таких условиях можно получить из 1 т пропана?

9. Назовите конкретные области применения бутана.

Вариант 12

1. На примере этана и хлорэтана покажите гомолитический и гетеролитический типы расщепления ковалентных связей C-C. Какие частицы при этом образуются?

2. Назовите по номенклатуре IUPAC алканы, скелетные формулы которых представлены ниже:



3. Правильно ли названы по номенклатуре IUPAC следующие алканы: 2-этилпентан, 2-метил-2,4-диэтилпентан, 6-этил-2-метилгептан? Внесите, если необходимо, исправления.

4. Рассчитайте состав продуктов монохлорирования 2,2-диметилпентана, учитывая количество первичных, вторичных и третичных атомов углерода и то, что относительная скорость замещения атомов водорода у первичного, вторичного и третичного атомов углерода составляет 1, 4 и 5 соответственно. На примере получения одного из изомеров приведите радикальный цепной механизм реакции.

5. Приведите схему крекинга 2,4-диметилгексана, назовите образующиеся углеводороды.

6. Приведите схему высокотемпературного окисления 2-метилгексана кислородом воздуха с первоначальным образованием гидроперекиси по атому C^2 .

7. Напишите уравнения реакций сульфоокисления и нитрования октана и представьте механизм сульфоокисления. Учитывайте предпочтительность замещения атомов водорода у первичного или вторичного атомов углерода.

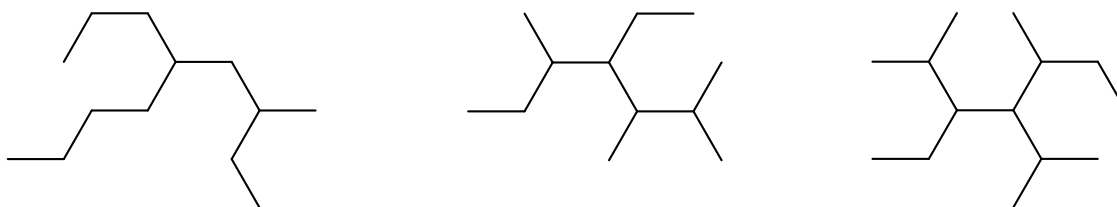
8. При окислении фракции парафина $C_{12}-C_{18}$ смесью кислорода (3-4 %) с азотом (96-97 %) при $160-170^\circ C$ в присутствии 5 %-ной борной кислоты получают синтетические жирные спирты, которые используются в производстве моющих средств. Сколько таких спиртов получится из 1 т исходных углеводородов при условии их 40 %-ной конверсии и выхода спиртов в количестве 67 %? Для расчета примите среднюю формулу парафина как $C_{14}H_{30}$.

9. Почему нельзя использовать бензин в качестве жидкости для розжига дров или угля?

Вариант 13

1. Какая связь называется ковалентной? В чем ее отличие от ионной связи? Приведите примеры соединений, имеющих ионную и ковалентную связь.

2. Назовите по номенклатуре IUPAC алканы, скелетные формулы которых представлены ниже:



3. Правильно ли названы по номенклатуре IUPAC следующие алканы: 3-этил-4,4-диметилпентан, 3-изобутил-6,6-диметилгептан, 2-*трет*-бутилпентан? Внесите, если необходимо, исправления.

4. Рассчитайте состав продуктов монохлорирования 2,6-диметилнонана, учитывая количество первичных, вторичных и третичных атомов углерода и то, что относительная скорость замещения атомов водорода у первичного, вторичного и третичного атомов углерода составляет 1, 4 и 5 соответственно. На примере получения одного из изомеров приведите радикальный цепной механизм реакции.

5. Приведите схему крекинга 2,5-диметилгептана, назовите образующиеся углеводороды.

6. Приведите схему высокотемпературного окисления пентана кислородом воздуха с первоначальным образованием гидроперекиси по атому C³.

7. Напишите уравнения реакций сульфоокисления и нитрования декана и представьте механизм нитрования. Учитывайте предпочтительность замещения атомов водорода у первичного или вторичного атомов углерода.

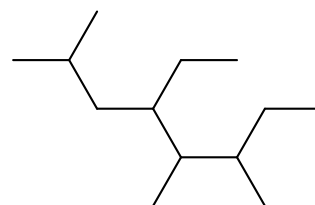
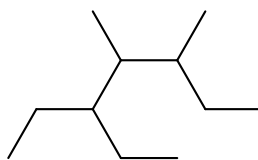
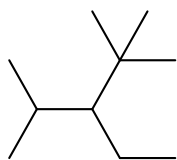
8. Изопентан используется в промышленности для получения изопрена, важнейшего мономера для производства синтетического полиизопренового каучука. На первой стадии в присутствии алюмохромовых катализаторов получается смесь изоамиленов с выходом 30 % при селективности процесса 70 %. На второй стадии в присутствии железоокисных катализаторов происходит дальнейшее дегидрирование изоамиленов до изопрена (2-метил-1,3-бутадиена). Выход изопрена составляет 35 % при конверсии изоамиленов 85 %. Сколько изопрена получают по этому способу из 1 т изопентана?

9. Основная часть осветительных свечей изготавливается из парафина (в Центральной Европе до 90 %). В чем их преимущество перед восковыми и стеариновыми свечами?

Вариант 14

1. Расположите в ряд по увеличению полярности следующие алканы: этан, пентан, 2-метилпентан, 2,3-диметилпентан. Учитывайте при этом, что алкильные группы обладают донорным индуктивным электронным эффектом.

2. Назовите по номенклатуре IUPAC алканы, скелетные формулы которых представлены ниже:



3. Напишите структурные, а затем скелетные формулы следующих алканов: 2-метил-4-трет-бутилнонана, 2-метил-3-этилпентана, 2,2,3-триметилбутана, 2,2,3,4-тетраметилгексана.

4. Рассчитайте состав продуктов монохлорирования 3-метилгексана, учитывая количество первичных, вторичных и третичных атомов углерода и то, что относительная скорость замещения атомов водорода у первичного и вторичного атомов углерода составляет 1, 4 и 5 соответственно. На примере получения одного из изомеров приведите радикальный цепной механизм реакции.

5. Приведите схему крекинга 3-метилнонана, назовите образующиеся углеводороды.

6. Приведите схему высокотемпературного окисления 2-метилбутана кислородом воздуха с первоначальным образованием гидроперекиси по атому C^2 .

7. Напишите уравнения реакций сульфохлорирования и нитрования 2-метилгептана и представьте механизм сульфохлорирования и нитрования. Учитывайте предпочтительность замещения атомов водорода у первичного, вторичного или третичного атомов углерода.

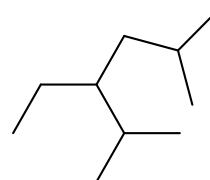
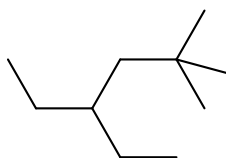
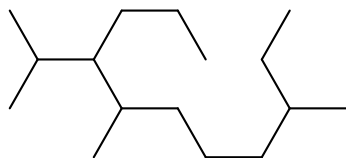
8. Сколько миллилитров 12 %-ного раствора гидроксида калия ($\rho = 1.1 \text{ г/см}^3$) понадобится для полного поглощения углекислого газа, полученного при сгорании 1 л этана?

9. Пропелленты – это вещества, с помощью которых в аэрозольных баллонах создается избыточное давление, обеспечивающее вытеснение из упаковки активного состава, например, дезодоранта, и его диспергирование в окружающей среде. В последнее время в качестве пропеллентов используются предельные углеводороды: пропан, бутан, изобутан. Какие предосторожности необходимо соблюдать при использовании таких аэрозольных баллонов и почему?

Вариант 15

1. Приведите примеры веществ с полярной и неполярной ковалентной связью. Как зависит реакционная способность соединений от полярности ковалентной связи?

2. Назовите по номенклатуре IUPAC алканы, скелетные формулы которых представлены ниже:



3. Напишите структурные, а затем скелетные формулы следующих алканов: 2,2,3,4-тетраметилпентана, 3-этил-4-втор-бутилоктана, 4-изопропилнонана, 3,4-диметил-4-изопропилгептана, 3-этил-5-пропилдекана.

4. Рассчитайте состав продуктов монохлорирования гексана, учитывая количество первичных и вторичных атомов углерода и то, что относительная скорость замещения атомов водорода у первичного и вторичного атомов углерода составляет 1 и 4 соответственно. На примере получения одного из изомеров приведите радикальный цепной механизм реакции.

5. Приведите схему крекинга 3-метилнонана, назовите образующиеся углеводороды.

6. Приведите схему высокотемпературного окисления 2-метилбутана кислородом воздуха с первоначальным образованием гидроперекиси по атому C².

7. Напишите уравнения реакций сульфохлорирования и нитрования 2-метилгептана и представьте механизм сульфохлорирования и нитрования. Учитывайте предпочтительность замещения атомов водорода у первичного, вторичного или третичного атомов углерода.

8. Одним из методов получения уксусной кислоты является жидкофазное окисление *n*-бутана кислородом воздуха, которое проводится при 140-170°C и 5.1 МПа. Первоначально возникает гидроперекись *втор*-бутила, распад которой приводит к получению смеси кислородсодержащих соединений. Из 1 т *n*-бутана образуется свыше 1.6 т полезных кислородсодержащих продуктов, в том числе 870 кг уксусной кислоты и 190 кг метилэтилкетона. Каков выход уксусной кислоты в процентах от теоретического?

9. Почему в так называемых керосиновых лампах для освещения используется керосин, а бензин категорически нельзя применять?

АЛКЕНЫ

Вариант 1

1. Какова геометрия sp^2 -гибридизованного атома углерода? Опишите природу двойной углерод-углеродной связи на примере этилена. В чем состоит отличие π -связи от σ -связи?

2. Приведите структурные и скелетные формулы следующих алкенов: 2-октена, 2-метил-3-этил-2-пентена, 2,3,3-триметил-1-пентена, 3,3-диметил-1-пентена, 2,5-диметил-3-гексена. Какие из перечисленных алкенов существуют в виде *E*-, *Z*-изомеров. Чем обусловлен этот вид изомерии?

3. Составьте схемы реакций, с помощью которых можно получить этиленовые углеводороды из следующих веществ: а) 1-бром-2,3-диметилпентана, б) 2-бром-3-метилгексана, в) 2,4-диметил-4-гексанола, г) 2,5-диметил-3-гексанола, д) 2,3-дихлорпентана. Рассмотрите механизм дегидратации 2-метил-1-пропанола, катализируемой серной кислотой.

4. Напишите уравнения реакций 1-бутена с: а) Br_2 , б) HCl , в) $HOCl$, г) концентрированной H_2SO_4 . Рассмотрите механизм реакции электрофильного присоединения на примере взаимодействия 1-бутена с HCl .

5. Приведите уравнения реакций изобутилена с HBr в присутствии перекиси ацетила (эффект Караша), а также с Cl_2 при температуре $>400^\circ C$ (аллильное галогенирование). Рассмотрите механизмы этих реакций.

6. Определите строение этиленовых углеводородов, озониды которых при разложении водой образуют следующие пары веществ: 2-метилбутаналь и уксусный альдегид, ацетон и пропионовый альдегид. Какие вещества получатся при окислении установленных алкенов разбавленным раствором перманганата калия на холоде и концентрированным раствором перманганата калия при нагревании?

7. Углеводород состава C_8H_{16} обесцвечивает бромную воду, растворяется в концентрированной серной кислоте, при гидрировании превращается в октан, при окислении концентрированным раствором перманганата калия при нагревании образует смесь муравьиной ($HCOOH$) и гептановой кислот. Приведите уравнения перечисленных реакций и определите структурную формулу алкена.

8. Сколько граммов перманганата калия потребуется для окисления 10 г пропена до пропиленгликоля $[CH_2(OH)-CH_2(OH)-CH_3]$ с учетом того, что в этом случае перманганат калия восстанавливается до диоксида марганца и гидрата окиси калия?

9. Важнейшим применением этилена является получение из него полиэтилена, который по объему производства и потребления занимает первое место среди всех синтетических полимеров. Приведите примеры конкретных изделий, изготовляемых из полиэтилена.

Вариант 2

1. Сколько σ - и π -связей имеется в молекуле пропилена? Каково расположение в пространстве этих связей? Представьте в виде рисунка.

2. Приведите структурные и скелетные формулы алкенов состава C_6H_{12} , имеющих в главной углеродной цепи 5 атомов углерода, и назовите их по номенклатуре IUPAC. Какие из приведенных структурных изомеров существуют в виде *E*-, *Z*-изомеров?

3. Составьте схемы реакций, с помощью которых можно получить этиленовые углеводороды из следующих веществ: а) 2-метил-3-пентанола, б) 3-метил-2-гексанола, в) 4-хлор-2,4-диметилгексана, г) 2-бромпентана, д) 2,3-дихлоргептана. Рассмотрите механизм дегидратации 3-метил-2-гексанола, катализируемой серной кислотой.

4. Напишите уравнения реакций 2-метил-1-бутена с: а) Br_2 , б) HCl , в) $HOCl$, г) концентрированной H_2SO_4 . Рассмотрите механизм реакции электрофильного присоединения на примере гидратации изобутилена в присутствии каталитических количеств концентрированной H_2SO_4 .

5. Приведите уравнения реакций 1-пентена с HBr в присутствии и отсутствии перекисных соединений. На основании рассмотрения механизмов этих реакций объясните различие полученных результатов.

6. В результате озонирования этиленовых углеводородов и разложения водой полученных озонидов образовались следующие пары веществ: а) пропаналь и уксусный альдегид, б) ацетон и уксусный альдегид. Каково строение исходных алкенов?

7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно перейти от 1-гексена к 2-гексену. Как с помощью физических характеристик и химических превращений можно различить эти алкены?

8. В промышленных условиях окисление этилена в этиленоксид осуществляют в трубчатых реакторах с неподвижным слоем серебряного катализатора. В качестве окислителя используют кислород. Исходная газовая смесь содержит 15-30 % этилена, 6-8 % кислорода, остальное – азот или метан (газы-разбавители). Окисление проводят при температуре около $230^\circ C$, давлении 2 МПа, времени контакта ~ 1 с. Сколько окиси этилена получают из 1 т этилена при конверсии по этилену 13 % и селективности процесса 82 %?

9. Полипропилен, который получают в результате полимеризации пропилена, занимает второе место в мире среди полимеров по объёму потребления с долей 26 %, уступая только полиэтилену. Назовите важнейшие области применения этого полимера.

Вариант 3

1. Подсчитайте число атомных орбиталей типа *s*, *p*, sp^2 , sp^3 , которые принимают участие в образовании связей в молекуле пропилена.

2. Приведите структурные и скелетные формулы структурных изомеров алкена состава C_5H_{10} и назовите их. Какие из приведенных структурных изомеров существуют в виде *E*-, *Z*-изомеров? Чем обусловлен этот вид изомерии?

3. Составьте схемы реакций, с помощью которых можно получить этиленовые углеводороды из следующих веществ: а) 3-бром-2,3-диметилпентана, б) 3-бром-2-метилгексана, в) 3-метил-1-бутанола,

г) 4-метил-3-гептанола, д) 3,4-дибромгексана. Рассмотрите механизм дегидратации 3-метил-1-бутанола, катализируемой серной кислотой.

4. Напишите уравнение реакций изобутилена с: а) Br_2 , б) HCl , в) HOCl , г) H_2O в присутствии концентрированной H_2SO_4 . Представьте механизм реакции гидратации изобутилена в присутствии каталитических количеств концентрированной H_2SO_4 .

5. Приведите уравнения реакций 1-бутена с Cl_2 при комнатной температуре и при температуре $>400^\circ\text{C}$. Чем объясняется получение продуктов различного строения в зависимости от температуры? Подтвердите рассмотрением механизмов этих реакций.

6. Определите строение этиленовых углеводородов, озониды которых при разложении водой образуют следующие пары веществ: а) 2-метилпропаналь и уксусный альдегид, б) метилэтилкетон и уксусный альдегид. Какие вещества получатся при окислении установленных алкенов разбавленным раствором перманганата калия на холоде и концентрированным раствором перманганата калия при нагревании?

7. Представьте схему превращений: а) 1-бутен + $\text{HBr} \rightarrow$ продукт А, б) продукт А + KOH (спиртовой раствор) $\rightarrow$ продукт Б, в) продукт Б + кислород в присутствии серебра (катализатор) $\rightarrow$ продукт В.

8. Какой объем водорода (при нормальных условиях) потребуется для гидрирования 20 г смеси газов, содержащей 42 % пропилена и 58 % бутилена?

9. Этилен является фитогормоном созревания растений. Какие фрукты и овощи ускоряют свое созревание под действием этилена?

Вариант 4

1. Как по длине и энергии отличаются простая и двойная углерод-углеродные связи? Как эти характеристики связаны со свойствами алканов и алкенов?

2. Приведите структурные и скелетные формулы следующих алкенов: а) 3,4-диметил-2-пентена, б) 2-метил-3-этил-2-пентена, в) 2,3-диметил-2-пентена, г) 3,3-диметил-1-пентена, д) 2,5-диметил-3-гексена. Какие из перечисленных алкенов существуют в виде *E*-, *Z*-изомеров. Чем обусловлен этот вид изомерии?

3. Составьте схемы реакций, с помощью которых можно получить этиленовые углеводороды из следующих веществ: а) 2,2-диметил-1-пропанола, б) 2-метил-3-гексанола, в) 4-бром-2,4-диметилгексана, г) 3-хлор-2,5-диметилгексана, д) 1,2-дихлоргексана. Рассмотрите механизм дегидратации 2,2-диметил-1-пропанола, катализируемой серной кислотой.

4. Напишите уравнения реакций пропилена с: а) Br_2 ; б) HCl ; в) HOCl ; г) H_2O (в присутствии каталитических количеств концентрированной H_2SO_4). Рассмотрите механизм электрофильного присоединения на примере реакции HCl с 1-бутеном.

5. Приведите уравнения и схемы механизмов реакций 1-бутена с: а) HBr в присутствии перекиси ацетила (эффект Караша), б) Cl_2 при температуре $>400^\circ\text{C}$ (аллильное хлорирование).

6. Определите строение этиленовых углеводородов, озониды которых при разложении водой образуют следующие пары веществ: а) 2-метилбутаналь и пропионовый альдегид, б) пропаналь и ацетон. Какие вещества получатся при окислении установленных Вами алкенов разбавленным раствором перманганата калия на холоде и концентрированным раствором перманганата калия при нагревании?

7. Имеется смесь этиленовых углеводородов, состоящая из 2-метил-2-пентена, 3-метил-2-пентена и 4-метил-1-пентена. Какие соединения образуются при каталитическом гидрировании этой смеси? Напишите уравнения реакций и укажите условия их протекания.

8. Основным методом получения 1,2-дихлорэтана является катализируемое хлоридом железа (III) присоединение хлора к этилену. Реакция протекает при температуре 20–80°C в среде 1,2-дихлорэтана. На выходе получают продукт чистотой 99.86 % (масс.), селективность процесса по этилену при использовании добавок к катализатору составляет до 98.5 %. Сколько 1,2-дихлорэтана получают из 1 м³ этилена?

9. Перечислите основные направления использования пропилена как исходного вещества в промышленном органическом синтезе.

Вариант 5

1. Изобразите гомолитический и гетеролитический разрыв связи C=C. Какие частицы при этом образуются? Как меняется устойчивость карбокатионов в зависимости от степени замещения у атома углерода, несущего положительный заряд?

2. Приведите структурные и скелетные формулы структурных изомеров алкена состава C₆H₁₂, имеющих в главной углеродной цепи 5 атомов углерода, и назовите их. Какие из приведенных структурных изомеров могут существовать в виде E-, Z-изомеров? Чем обусловлен этот вид изомерии?

3. Составьте схемы реакций, с помощью которых можно получить этиленовые углеводороды из следующих веществ: а) 3-бром-2-метилгептана, б) 2-бром-3-гексана, в) 2,3-диметил-3-пентанола, г) 2,2-диметил-1-бутанола, д) 2,3-дихлор-4-метилгептана. Рассмотрите механизм дегидратации 2,3-диметил-3-пентанола, катализируемой серной кислотой.

4. Напишите уравнения реакций 1-пентена с: а) Br₂, б) HBr, в) HOCl, г) H₂O (в присутствии H₂SO₄). Рассмотрите механизм реакции электрофильного присоединения Br₂ к 1-пентену.

5. Приведите уравнения и схемы механизмов реакций изобутилена с HBr в присутствии и отсутствие гидроперекиси *трет*-бутила.

6. В результате озонлиза этиленовых углеводородов получены следующие пары карбонильных соединений: а) 2-метилбутаналь и 2-метилпропаналь, б) метилэтилкетон и пропионовый альдегид. Каково строение исходных алкенов?

7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно перейти от 3-метил-1-пентена к 3-метил-2-пентену. Как с помощью физических характеристик и химических превращений можно различить эти изомеры?

8. Этиленовый углеводород в количестве 8.4 г присоединяет 16 г брома. Определите молекулярную массу этого алкена.

9. В каких направлениях промышленного органического синтеза используются высшие алкены (C_{10} - C_{18})?

Вариант 6

1. Изобразите схему образования всех связей в молекуле *Z*-2-бутена, учитывая вид и направленность s -, p -, sp^2 -, sp^3 -орбиталей. Отметьте σ - и π -связи.

2. Приведите структурные и скелетные формулы структурных изомеров алкена состава C_7H_{14} , имеющих в главной углеродной цепи 5 атомов углерода, и назовите их. Какие из приведенных структурных изомеров могут существовать в виде *E*-, *Z*-изомеров? Чем обусловлен этот вид изомерии?

3. Составьте схемы реакций, с помощью которых можно получить этиленовые углеводороды из следующих веществ: а) 2-метил-3-пентанола, б) 3-метил-1-пентанола, в) 3-хлор-2,3-диметилгексана, г) 3-бром-2-метил-3-гексана, д) 1,2-дибромгептана. Рассмотрите механизм дегидратации 2-метил-3-пентанола, катализируемой серной кислотой.

4. Напишите уравнения реакций 2-метил-1-пентена с: а) Br_2 , б) HCl , в) $HOBr$, г) H_2O (в присутствии H_2SO_4). Рассмотрите механизм реакции электрофильного присоединения HCl к 2-метил-1-пентену.

5. Приведите уравнения и схемы механизмов реакций пропена с HBr в присутствии и отсутствие гидроперекиси *трет*-бутила.

6. В результате озонлиза этиленовых углеводородов получены следующие пары карбонильных соединений: а) 2-метилбутаналь и уксусный альдегид, б) ацетон и пропионовый альдегид. Каково строение исходных алкенов?

7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить соответствующий алкен из 2-метил-1-бутанола, а затем из полученного алкена 2-метил-2-бутанол.

8. Основное количество этилового спирта в настоящее время получают путем парофазной каталитической гидратации этилена. В качестве катализатора используется фосфорная кислота, нанесенная на широкопористые носители – кизельгур, силикагель, алюмосиликат. Главными условиями взаимодействия являются: температура 280-290°C, давление 70-80 атм, молярное отношение воды к этилену 0.6-0.75:1, концентрация этилена в циркулирующем газе 80-85 % (объемных). На 1 т этилового спирта расходуется 0.685 т этилена, 5.6 кг фосфорной кислоты. Какова селективность процесса по этилену?

9. Перечислите основные направления использования этилена как исходного вещества в промышленном органическом синтезе.

Вариант 7

1. Почему для связи С-С характерен преимущественно гомолитический разрыв, а для связи С=С и гомолитический, и гетеролитический? Какие частицы при этом образуются?

2. Приведите структурные и скелетные формулы структурных изомеров алкена состава C_8H_{16} , имеющих в главной углеродной цепи 6 атомов углерода, и назовите их. Какие из приведенных структурных изомеров могут существовать в виде *E*-, *Z*-изомеров? Чем обусловлен этот вид изомерии?

3. Составьте схемы реакций, с помощью которых можно получить этиленовые углеводороды из следующих веществ: а) 1-бром-3-метилпентана, б) 2-бром-4,4-диметилпентана, в) 2,4-диметил-3-пентанола, г) 3,4-дихлоргептана. Рассмотрите механизм дегидратации 2-метил-1-пентанола, катализируемой серной кислотой.

4. Напишите уравнения реакций 3,3-диметил-1-пентена с: а) Br_2 , б) HCl ; в) $HOCl$, г) H_2O (в присутствии концентрированной H_2SO_4). Рассмотрите механизм реакции электрофильного присоединения Br_2 к 3,3-диметил-1-пентену.

5. Приведите уравнения реакций пропилена с Cl_2 при температуре $>400^\circ C$ и при комнатной температуре. Чем объясняется получение продуктов различного строения в зависимости от температуры? Подтвердите рассмотрением механизмов этих реакций.

6. Определите строение этиленовых углеводородов, озониды которых при разложении водой образуют следующие пары веществ: а) 2,2-диметилбутаналь и пропионовый альдегид, б) уксусный альдегид и бутанон.

7. Определите строение двух углеводородов состава C_5H_{10} , если известно, что они оба обесцвечивают бромную воду, а при окислении концентрированным раствором перманганата калия один из них образует ацетон и уксусную кислоту, а другой – муравьиную и изомасляную кислоты.

8. Одним из основных методов получения изооктана (2,2,4-триметилпентана), октановое число которого принято за 100, является алкилирование изобутана изобутиленом в присутствии в качестве катализатора безводного жидкого фтористого водорода при температуре $25-40^\circ C$ и давлении до 10 атмосфер. Чтобы уменьшить образование побочных веществ, используют пяти-семикратный избыток изобутана. Продукт содержит около 65 % углеводородов, выкипающих в пределах температуры кипения изооктана, равной $99.3^\circ C$, из них 50 % составляет изооктан. Сколько изооктана получают в этом процессе из 1 т изобутилена?

9. Одним из способов получения полистирола является анионная полимеризация стирола (фенилэтена) в растворе циклогексана в присутствии бутиллития. Приведите механизм этого процесса.

Вариант 8

1. Сколько s-, p-, sp^2 -, sp^3 -атомных орбиталей принимает участие в образовании связей в молекуле изобутилена?

2. Приведите структурные и скелетные формулы следующих алкенов: а) 3,4-диметил-2-пентена, б) 2-метил-3-этил-2-пентена, в) 2,3,3-диметил-1-пентена, г) 3,3-диметил-1-пентена, д) 2,5-диметил-3-гексена. Какие из приведенных структурных изомеров существуют в виде *E*-, *Z*-изомеров? Чем обусловлен этот вид изомерии?

3. Составьте схемы реакций, с помощью которых можно получить этиленовые углеводороды из следующих веществ: а) 1-бром-2-метилпентана, б) 3-бром-2,4-диметилгексана, в) 3-метил-1-гексанола, г) 4,4-диметил-2-гексанола, д) 2,3-дибромбутана. Рассмотрите механизм дегидратации 2-метил-1-пентанола, катализируемой серной кислотой.

4. Напишите уравнения реакций 1-бутена с: а) Br_2 , б) HCl , в) HOCl , г) H_2O в присутствии концентрированной H_2SO_4 . Рассмотрите механизм реакции электрофильного присоединения H_2O к 1-гептену в присутствии концентрированной H_2SO_4 .

5. Приведите уравнения и схемы механизмов реакций 2-метил-1-бутена с: а) Cl_2 при температуре $>400^\circ\text{C}$ (аллильное хлорирование), б) HBr в присутствии гидроперекиси *трет*-бутила (эффект Караша).

6. Определите строение этиленовых углеводородов, озониды которых при разложении водой образуют следующие пары веществ: а) 2-метилбутаналь и 2-метилпропаналь, б) метилэтилкетон и пропионовый альдегид.

7. Представьте схему получения 3-метил-1-пентена из соответствующего галогенопроизводного и напишите уравнения его реакций с HBr в присутствии и отсутствие перекиси ацетила.

8. Сколько процентов 1-гептена содержится в смеси с гептаном, если 28 г такой смеси присоединяет 20 г брома?

9. В чем состоит отличие полиэтилена низкой плотности (высокого давления) – ПЭНП, (ПЭВД) от полиэтилена высокой плотности (низкого давления) – ПЭВП (ПЭНД)?

Вариант 9

1. Чем объясняется, что углы валентных связей в молекуле метана равны 109.5° , а в молекуле этилена – 120° ?

2. Приведите структурные и скелетные формулы следующих алкенов: а) 2-гексена, б) 2-метил-3-гексена, в) 2,3-диметил-2-гексена, г) 4-метил-3-этил-2-пентена, д) 3,3-диметил-1-бутена. Какие из приведенных структурных изомеров существуют в виде *E*-, *Z*-изомеров? Чем обусловлен этот вид изомерии?

3. Составьте схемы реакций, с помощью которых можно получить этиленовые углеводороды из следующих веществ: а) 2-бром-2,5-диметилгексана, б) 3-бромгексана, в) 3-гексанола, г) 4-метил-1-пентанола, д) 2,3-дибромпентана. Рассмотрите механизм дегидратации 4-метил-1-пентанола, катализируемой серной кислотой.

4. Напишите уравнения реакций 3-метил-1-бутена с: а) Cl_2 , б) HBr , в) HOCl , г) H_2O (в присутствии H_2SO_4). Рассмотрите механизм реакции электрофильного присоединения HBr к 3-метил-1-бутену.

5. Приведите уравнения и схемы механизмов реакций 1-пентена с: а) HBr в присутствии перекиси ацетила (эффект Караша), б) Cl_2 при температуре $>400^\circ\text{C}$ (аллильное хлорирование).

6. В результате озонлиза этиленовых углеводородов получены следующие пары карбонильных соединений: а) пропаналь и уксусный альдегид, б) ацетон и уксусный альдегид. Каково строение исходных алкенов?

7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно перейти от 2-метил-1-бутена к 2-метил-2-бутену. Как с помощью физических характеристик и химических превращений можно различить эти изомеры?

8. При получении изопропилового спирта из пропилена в присутствии вольфрамовых катализаторов при температуре $260-320^\circ\text{C}$ и давлении 80-200 атм пропилен, насыщенный парами воды, за один проход в реакторе непрерывного действия конвертируется на 8.8 %. При этом выход изопропилового спирта составляет 94 % на прореагировавший пропилен. Какое количество изопропилового спирта получается в этих условиях из 1 т пропилена?

9. Перечислите важнейшие товарные продукты, которые получают из изобутилена.

Вариант 10

1. Сколько s-, p-, sp^2 -, sp^3 -атомных орбиталей принимает участие в образовании связей в молекуле 2,3-диметил-2-бутена?

2. Приведите структурные и скелетные формулы следующих алкенов: а) 2,4-диметил-2-пентена, б) 3-этил-2-пентена, в) 2,3,3-триметил-2-гептена, г) 3,4-диметил-1-пентена, д) 2,4-диметил-3-гексена. Какие из приведенных структурных изомеров существуют в виде E-, Z-изомеров? Чем обусловлен этот вид изомерии?

3. Составьте схемы реакций, с помощью которых можно получить этиленовые углеводороды из следующих веществ: а) 2-бром-2-метилпентана, б) 3-бром-3,4-диметилгексана, в) 2-метил-1-гексанола, г) 3,4-диметил-2-гексанола, д) 1,2-дихлорбутана. Рассмотрите механизм дегидратации 2-метил-1-гексанола, катализируемой серной кислотой.

4. Напишите уравнения реакций 2-метил-1-бутена с: а) Br_2 , б) HCl , в) HOCl , г) H_2O в присутствии концентрированной H_2SO_4 . Рассмотрите механизм реакции электрофильного присоединения H_2O к 1-гептену в присутствии H_2SO_4 .

5. Приведите уравнения и схемы механизмов реакций 2-метил-1-гексена с: а) HBr в присутствии гидроперекиси *трет*-бутила (эффект Караша), б) Cl_2 при температуре $>400^\circ\text{C}$ (аллильное хлорирование).

6. Определите строение этиленовых углеводородов, озониды которых при разложении водой образуют следующие пары веществ: а) 3-метилбутаналь и 2-метилпропаналь, б) 3-метилбутанон и пропионовый альдегид.

7. Представьте схему получения 3-этил-1-пентена из соответствующего галогенопроизводного и напишите для него уравнения реакций с HBr в присутствии и отсутствие перекиси ацетила.

8. Сколько процентов 1-гексена содержится в смеси с гексаном, если 60 г такой смеси присоединяет 40 г брома?

9. Винилхлорид ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$) входит в число десяти крупнейших многотоннажных продуктов основного органического синтеза, при этом почти весь производимый объём используется для дальнейшего получения поливинилхлорида – важнейшего полимера. Основное количество винилхлорида получают с использованием в качестве исходного сырья этилена. На каких реакциях это основано? Приведите схемы.

Вариант 11

1. Сколько σ - и π -связей имеется в молекуле 2-метил-1-бутена? Какие орбитали принимают участие в их образовании?

2. Приведите структурные и скелетные формулы структурных изомеров алкена состава C_6H_{12} , имеющих в главной углеродной цепи 4 атома углерода, и назовите их. Какие из приведенных структурных изомеров могут существовать в виде *E*-, *Z*-изомеров? Чем обусловлен этот вид изомерии?

3. Составьте схемы реакций, с помощью которых можно получить этиленовые углеводороды из следующих веществ: а) 2-бром-3-метилгексана, б) 3-бром-4-метил-гептана, в) 2-метил-2-пентанола, г) 4-метил-3-гексанола, д) 2,3-дибромгексана. Рассмотрите механизм дегидратации 4-метил-3-гексанола, катализируемой серной кислотой.

4. Напишите уравнения реакций 2-метил-1-пентена с: а) Br_2 , б) HCl , в) HOCl , концентрированной H_2SO_4 при температуре ниже 0°C . Рассмотрите механизм реакции электрофильного присоединения H_2O к изобутилену в присутствии концентрированной H_2SO_4 .

5. Приведите уравнения и схемы механизмов реакций 2-метил-1-бутена с HBr в отсутствие и присутствии гидроперекиси изопропилбензола.

6. В результате озонлиза этиленовых углеводородов получены следующие пары карбонильных соединений: а) масляный и уксусный альдегиды, б) ацетон и муравьиный альдегид. Каково строение исходных алкенов?

7. Какое строение имеет углеводород состава C_6H_{12} , если он обладает следующими свойствами: а) взаимодействует с бромом, образуя бесцветный продукт состава $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{Br}_2$, б) присоединяет бромоводород, в) при гидрировании дает 2-метилпентан, г) при окислении концентрированным раствором перманганата калия образует уксусную и изомасляную кислоты?

8. Одним из важных промышленных методов получения изооктана (2,2,4-триметилпентана) является димеризация изобутилена с последующим гидрированием образовавшегося диизобутилена (смесь 2,4,4-триметил-1-пентена и 2,4,4-триметил-2-пентена). Димеризацию проводят в присутствии кислых катализаторов, например, ионообменных смол сульфокислотного типа, и модификатора (*трет*-бутилового спирта), при этом селективность по диизобутилену составляет не менее 90 % в расчете на конвертированный изобутилен. Гидрирование с селективностью до 99 % осуществляют в присутствии, например, никеля при температуре 150°C и повышенном

давлении (10-20 атм). Сколько изобутилена потребуется для получения 1 т изооктана?

9. Какой из полимеров – полиэтилен или полипропилен – быстрее разлагается в естественных условиях (солнечная радиация, атмосферные осадки, перепады температур и т. д.)? Почему?

Вариант 12

1. Изобразите строение молекулы *транс*-2-бутена в представлениях перекрывающихся атомных орбиталей. Сколько орбиталей типа s , p , sp^2 и sp^3 принимают участие в образовании связей в молекуле этого вещества?

2. Приведите структурные и скелетные формулы структурных изомеров алкена состава C_7H_{14} , имеющих в главной углеродной цепи 6 атомов углерода, и назовите их. Какие из приведенных структурных изомеров могут существовать в виде *E*-, *Z*-изомеров? Чем обусловлен этот вид изомерии?

3. Составьте схемы реакций, с помощью которых можно получить этиленовые углеводороды из следующих веществ: а) 3-бром-2-метилпентана, б) 3-бром-3,5-диметилгексана, в) 3-метил-2-пентанола, г) 2-метил-3-гексанола, д) 1,2-дихлорпентана. Рассмотрите механизм дегидратации 2-метил-3-гексанола, катализируемой серной кислотой.

4. Напишите уравнения реакций 2-метил-2-пентена с: а) Cl_2 , б) HBr , в) $HOCl$, г) H_2O в присутствии концентрированной H_2SO_4 . Рассмотрите механизм реакции электрофильного присоединения HBr к 2-метил-2-пентену.

5. Приведите уравнения и схемы механизмов реакций 1-бутена с Cl_2 при температурах 20 °С и 400 °С.

6. В результате озонлиза этиленовых углеводородов получены следующие пары карбонильных соединений: а) 2-метилпентаналь и уксусный альдегид, б) 3-метилбутанон и муравьиный альдегид. Каково строение исходных алкенов?

7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно перейти от 2-метил-1-пентена к 2-метил-2-пентену. Как с помощью физических характеристик и химических превращений можно различить эти изомеры?

8. Каковы молекулярная масса и брутто-формула этиленового углеводорода, если он в количестве 35 г присоединяет 40 г брома?

9. Алкены с достаточно большим числом углеродных атомов используются для алкилирования производных бензола. Например, смесь изомерных ноненов (тримеры пропилена) применяют для получения нонилфенола. Какие практически важные вещества затем синтезируют из нонилфенола?

Вариант 13

1. Изобразите строение молекулы *Z*-4-метил-2-пентена в представлениях перекрывающихся атомных орбиталей. Сколько орбиталей типа s , p , sp^2 и sp^3 принимают участие в образовании связей в молекуле этого вещества?

2. Приведите структурные и скелетные формулы следующих алкенов: а) 3-гексена, б) 3-метил-3-гексена, в) 3,4-диметил-3-гексена, г) 3,4-диметил-1-пентена, д) 4-метил-3-этил-2-октена. Какие из приведенных структурных изомеров существуют в виде *E*-, *Z*-изомеров? Чем обусловлен этот вид изомерии?

3. Составьте схемы реакций, с помощью которых можно получить этиленовые углеводороды из следующих веществ: а) 3-бром-2,4-диметилгептана, б) 1-хлор-2-метилгексана, в) 2,4-диметил-2-гексанола, г) 2,5-диметил-3-гексанола, д) 2,3-дихлоргексана. Рассмотрите механизм дегидратации 2,5-диметил-2-гексанола, катализируемой серной кислотой.

4. Напишите уравнения реакций 3-метил-3-гексена с: а) Cl_2 , б) HBr , в) HOCl , г) H_2O в присутствии концентрированной H_2SO_4 . Рассмотрите механизм реакции электрофильного присоединения HBr к 3-метил-3-гексену.

5. Приведите уравнения и схемы механизмов реакций 2-метил-1-гексена с: а) HBr в присутствии гидроперекиси *трет*-бутила (эффект Караша), б) Cl_2 при температуре 350°C (аллильное хлорирование).

6. В результате озонлиза этиленовых углеводородов получены следующие пары карбонильных соединений: а) 2-метилпентаналь и формальдегид, б) 3-метилбутанон и уксусный альдегид. Каково строение исходных алкенов?

7. Напишите схему синтеза 4-метил-2-этил-1-гексена из спирта соответствующего строения. Какие кислородсодержащие соединения можно получить из этого алкена при действии различных окислителей?

8. Сколько граммов брома вступит в реакцию со 150 г смеси, состоящей из 72 % декана и 28 % 3-октена?

9. Содержатся ли этиленовые углеводороды в составе бензина? Если да, то как это влияет на его качество?

Вариант 14

1. Сколько s -, p -, sp^2 -, sp^3 -атомных орбиталей принимает участие в образовании связей в молекуле 1-пентена?

2. Приведите структурные и скелетные формулы структурных изомеров алкена состава C_7H_{14} , имеющих в главной углеродной цепи 7 атомов углерода, и назовите их. Какие из приведенных структурных изомеров могут существовать в виде *E*-, *Z*-изомеров? Чем обусловлен этот вид изомерии?

3. Составьте схемы реакций, с помощью которых можно получить этиленовые углеводороды из следующих веществ: а) 3-бром-4-этилгептана, б) 3-бром-4-метилгексана, в) 2,5,5-триметил-3-гексанола, г) 1-гексанола, д) 1,2-дибромбутана. Рассмотрите механизм дегидратации 1-гексанола, катализируемой серной кислотой.

4. Напишите уравнения реакций 3-метил-2-гексена с: а) Cl_2 , б) HCl , в) NOBr , г) H_2O в присутствии концентрированной H_2SO_4 . Рассмотрите механизм реакции электрофильного присоединения HCl к 3-метил-2-гексену.

5. Приведите уравнения и схемы механизмов реакций изобутилена с HBr в присутствии и отсутствии гидроперекиси *трет*-бутила.

6. В результате озонлиза двух этиленовых углеводородов получено только по одному карбонильному соединению: а) 2-метилбутаналь, б) ацетон. Каково строение исходных алкенов?

7. С помощью каких реакций возможно перейти от 3-метил-1-пентена к 3-метил-2-пентену? Как на основании физических характеристик и химических превращений можно различить эти изомеры?

8. Какое минимальное количество водорода в литрах (н/у) необходимо для гидрирования смеси алкенов, состоящей из 20 л 1-бутена, 25 л 2-бутена, 34 л 2-пентена?

9. Перечислите основные направления применения бутилена.

Вариант 15

1. Изобразите схему гомолитического и гетеролитического разрыва связи $C=C$ в молекуле 1-бутена. Какие частицы образуются при этом?

2. Приведите структурные и скелетные формулы структурных изомеров алкена состава C_5H_{10} и назовите их. Какие из приведенных структурных изомеров существуют в виде *E*-, *Z*-изомеров? Чем обусловлен этот вид изомерии?

3. Составьте схемы реакций, с помощью которых можно получить этиленовые углеводороды из следующих веществ: а) 1-бромпентана, б) 3-бром-2,3,6-триметилгептана, в) 5-метил-4-этил-3-гексанола, г) 3-метил-2-бутанола, д) 3,4-дихлоргексана. Рассмотрите механизм дегидратации 3-метил-2-бутанола, катализируемой серной кислотой.

4. Напишите уравнения реакций 2,3-диметил-1-гексена с: а) Cl_2 , б) HBr , в) $NOBr$, г) H_2O в присутствии концентрированной H_2SO_4 . Рассмотрите механизм реакции электрофильного присоединения HBr к 2,3-диметил-1-гексену.

5. Приведите уравнения и схемы механизмов реакций изобутилена с Cl_2 при $20^\circ C$ и $350^\circ C$.

6. В результате озонлиза двух этиленовых углеводородов получено только по одному карбонильному соединению: а) 2-метилпропаналь, б) бутанон. Каково строение исходных алкенов?

7. Очистить гексан от примеси *транс*-2-гексена путем перегонки очень сложно ввиду близости температур кипения этих веществ (т. кип. гексана равна $68.7^\circ C$, а *транс*-2-гексена – $67.8^\circ C$). Какой химической обработке надо подвергнуть гексан, содержащий 3 % *транс*-2-гексена, чтобы очистить его от алкена?

8. Сколько мл хлора израсходуется в реакции со 100 г смеси, состоящей из 65 % 1-бутена и 35 % 3-октена?

9. Перечислите основные направления промышленного использования этилена для получения кислородсодержащих органических соединений.

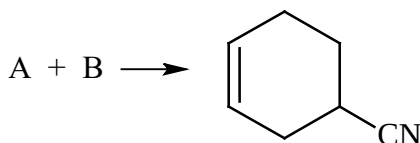
АЛКАДИЕНЫ

Вариант 1

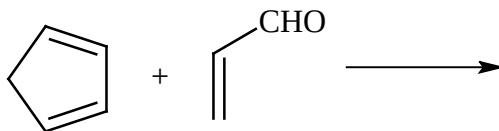
1. Какие орбитали атомов водорода и углерода принимают участие в образовании связей в молекуле 1,3-пентадиена? Изобразите расположение этих связей в пространстве.

2. Представьте схему получения соответствующего 1,3-алкадиена из 2,5-гександиола. Что образуется в реакциях присоединения хлора и бромистого водорода к этому 1,3-алкадиену?

3. Приведите схему синтеза представленного ниже аддукта, который получается в результате реакции Дильса-Альдера между диеном (А) и диенофилом (В).



Завершите схему реакции:



4. Каково строение алкадиена, если продуктами его озонирования являются следующие карбонильные соединения: $\text{CH}_3\text{--C(O)H}$, H(O)C--C(O)H и HC(O)H ?

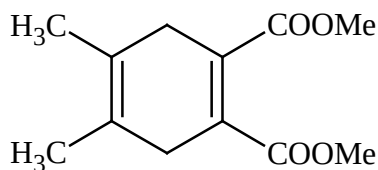
5. Впервые в мире в промышленном масштабе синтетический каучук был произведен в СССР в г. Ярославле в 1932 году по способу С.В. Лебедева путем полимеризации дивинила в присутствии металлического натрия. Напишите схему данной реакции с учетом того, что в количестве 70 % образуется продукт 1,2-;1,2-присоединения, а 30 % – 1,4-;1,4-присоединения.

Вариант 2

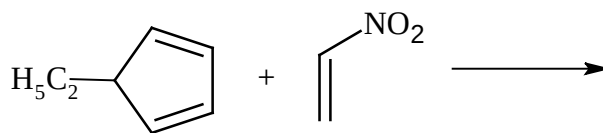
1. Напишите структурные и скелетные формулы 1,2-пентадиена, 1,3-пентадиена и 1,4-пентадиена. Укажите гибридизацию атомов углерода. В чем заключается особенность строения алкадиенов с кумулированными и сопряженными двойными связями.

2. Напишите схему получения алкадиена из 2,3-дихлор-2,3-диметилбутана. Покажите на примере реакций гидрирования и электрофильного присоединения бромистого водорода к полученному диену, как отражаются особенности строения сопряженных диенов на их химических свойствах.

3. Напишите, взаимодействием каких веществ (диена и диенофила) получен следующий аддукт реакции Дильса-Альдера:



Завершите схему реакции



4. При озонировании некоторых сопряженных алкадиенов и последующем разложении образовавшихся озонидов водой образуются смеси, состоящие как из монокарбонильных, так и дикарбонильных соединений. Какое строение имеет алкадиен, если продуктами его озонирования являются две молекулы $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{H}$ и одна $\text{CH}_3\text{—C}(\text{O})\text{—C}(\text{O})\text{H}$?

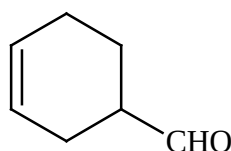
5. Бутилкаучук является сополимером изобутилена и бутадиена. Резина, получаемая из бутилкаучука, обладает устойчивостью к старению и химическим воздействиям и используется в основном для производства шин. Представьте схему реакции сополимеризации, при которой получается этот вид каучука. Напишите уравнение реакции озонирования полученного каучука, которая подтверждает строение углеродной цепи.

Вариант 3

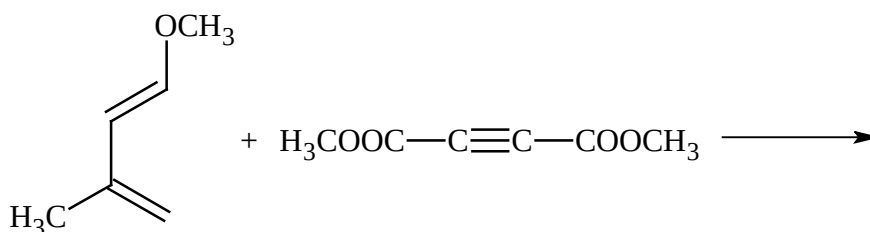
1. Напишите структурные и скелетные формулы 1,2-гексадиена, 1,3-гексадиена и 1,4-гексадиена. Укажите гибридизацию атомов углерода. В чем заключается особенность строения алкадиенов с кумулированными и сопряженными двойными связями?

2. Напишите схему получения алкадиена из 2,4-дихлоргексана. Напишите уравнения реакций гидрирования и электрофильного присоединения HBr к полученному диену.

3. Взаимодействием каких соединений (диена и диенофила) получен представленный ниже аддукт реакции Дильса-Альдера?



Завершите схему реакции:



4. При озонировании некоторых алкадиенов и последующем разложении образовавшихся озонидов водой образуются смеси, состоящие как из монокарбонильных, так и дикарбонильных соединений. Какое строение имеет алкадиен, если продуктами его озонирования являются две молекулы $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{H}$ и одна $\text{H}(\text{O})\text{C—C}(\text{O})\text{H}$?

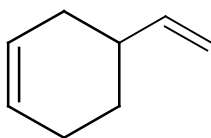
5. В одном из способов получения хлоропренового каучука исходным сырьем является ацетилен. Процесс реализуется по схеме: ацетилен → винилацетилен → хлоропрен → 1,4-полихлоропрен. Напишите уравнения этих реакций. Напишите схему озонирования полученного каучука, подтверждающую строение углеродной цепи.

Вариант 4

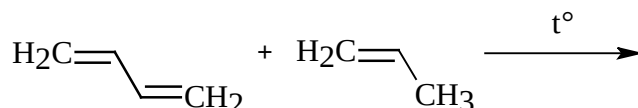
1. Напишите структурные и скелетные формулы 1,2-гептадиена, 1,3-гептадиена и 1,4-гептадиена. Укажите гибридизацию атомов углерода. В чем заключается особенность строения алкадиенов с кумулированными и сопряженными двойными связями?

2. Напишите схему получения соответствующего алкадиена из 2,4-гександиола. Покажите на примере реакций электрофильного присоединения HCl и HOCl к полученному диену, как отражаются особенности строения сопряженных диенов на их химических свойствах.

3. Напишите схему взаимодействия диена и диенофила, в результате которого получен следующий аддукт реакции Дильса-Альдера:



Завершите уравнение реакции:



4. При озонировании некоторых алкадиенов и последующем разложении образовавшихся озонидов водой образуются смеси, состоящие как из монокарбонильных, так и дикарбонильных соединений. Какое строение имеет алкадиен, если продуктами его озонирования являются $\text{CH}_3-\text{C}(\text{O})\text{H}$, $\text{H}(\text{O})\text{C}-\text{C}(\text{O})\text{H}$ и $\text{CH}_3-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_3$?

5. Устойчивый к истиранию каучук для производства автомобильных шин получают сополимеризацией 1,3-бутадиена со стиролом ($\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$). Составьте схему реакции сополимеризации, при которой получается этот вид каучука. Напишите схему озонирования полученного каучука, доказывающую строение углеродной цепи.

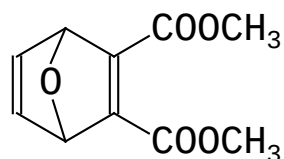
Вариант 5

1. Напишите структурные и скелетные формулы 4-метил-1,2-пентадиена, 2-метил-1,3-пентадиена и 2-метил-1,4-пентадиена. Укажите гибридизацию атомов углерода. В чем заключается особенность строения алкадиенов с кумулированными и сопряженными двойными связями?

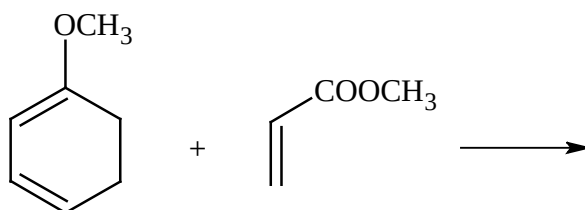
2. Представьте схему получения 1,3-гексадиена любым способом. Покажите на примере реакций гидрирования и электрофильного присоединения брома к

1,3-гексадиену, как отражаются особенности строения сопряженных диенов на их химических свойствах.

3. Напишите схему взаимодействия диена и диенофила, в результате которого получен следующий аддукт реакции Дильса-Альдера:



Завершите уравнение реакции:



4. При озонировании ряда алкадиенов и последующем разложении образовавшихся озонидов водой образуются смеси, состоящие как из двух монокarbонильных, так и одного дикарбонильного соединений. Какое строение имеет алкадиен, если продуктами его озонирования являются HC(O)H , $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--C(O)H}$ и H(O)C--C(O)H ?

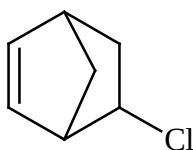
5. Устойчивый к действию бензина и масел нитрильный каучук получают сополимеризацией 1,3-бутадиена с акрилонитрилом ($\text{CH}_2=\text{CH--C}\equiv\text{N}$). Составьте схему реакции сополимеризации, при которой получается этот вид каучука. Напишите схему озонирования полученного каучука, доказывающую строение углеродной цепи.

Вариант 6

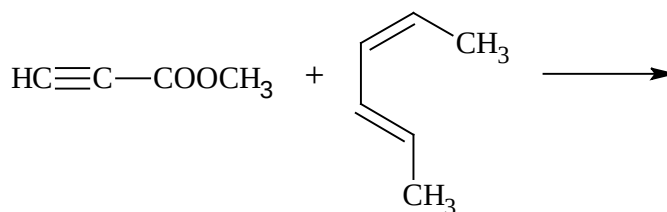
1. Напишите структурные и скелетные формулы 4-метил-1,2-гептадиена, 2-метил-1,3-гептадиена и 2-метил-1,4-гептадиена. Укажите гибридизацию атомов углерода. В чем заключается особенность строения алкадиенов с кумулированными и сопряженными двойными связями?

2. Представьте схему получения 2,4-гексадиена любым способом. Покажите на примере реакций электрофильного присоединения хлора и HBr к 2,4-гексадиену, как отражаются особенности строения сопряженных диенов на их химических свойствах.

3. Напишите схему взаимодействия диена и диенофила, в результате которого получен следующий аддукт реакции Дильса-Альдера:



Завершите уравнение реакции:



4. При озонировании некоторых алкадиенов и последующем разложении образовавшихся озонидов водой образуются смеси, состоящие как из двух монокarbонильных, так и дикарбонильных соединений. Какое строение имеет алкадиен, если продуктами его озонирования являются $\text{H}(\text{O})\text{C}-\text{C}(\text{O})\text{H}$, $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_3$ и $\text{HC}(\text{O})\text{H}$?

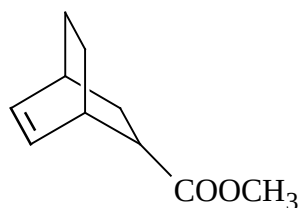
5. Натуральный каучук добывают в настоящее время в промышленных масштабах только на культивируемых плантациях тропического дерева гевея путем коагуляции млечного сока, выделяющегося при надрезе коры. По химическому составу и строению натуральный каучук представляет собой стереорегулярный *цис*-1,4-полиизопрен. *Транс*-1,4-полиизопрен также встречается в природе, производится под названием гуттаперчи. Приведите фрагменты полимерных цепей натурального каучука и гуттаперчи и схемы реакций озонирования, подтверждающие строение полимерных цепей.

Вариант 7

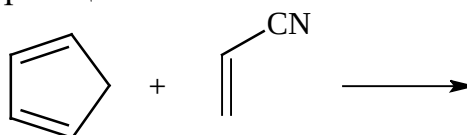
1. Напишите структурные и скелетные формулы 4-метил-1,2-гексадиена, 2-метил-1,3-гексадиена и 2-метил-1,4-гексадиена. Укажите гибридизацию атомов углерода. В чем заключается особенность строения алкадиенов с кумулированными и сопряженными двойными связями?

2. Напишите схему получения любым способом 3-метил-2,4-гексадиена. Покажите на примере реакций электрофильного присоединения HBr и HOBr к 3-метил-2,4-гексадиену, как отражаются особенности строения сопряженных диенов на их химических свойствах.

3. Напишите схему взаимодействия диена и диенофила, которое приводит к получению следующего аддукта реакции Дильса-Альдера:



Завершите уравнение реакции:



4. При озонировании ряда алкадиенов и последующем разложении образовавшихся озонидов водой образуются смеси, состоящие как из двух монокarbонильных, так и одного дикарбонильного соединений. Какое строение

имеет алкадиен, если продуктами его озонирования являются $\text{CH}(\text{O})\text{H}$, $\text{CH}_3\text{--C}(\text{O})\text{H}$ и $\text{CH}_3\text{--C}(\text{O})\text{--C}(\text{O})\text{--CH}_3$?

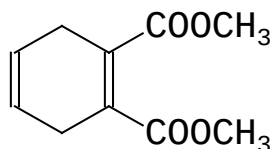
5. Важной особенностью диеновых углеводородов с сопряженными двойными связями является способность их полимеризоваться с образованием каучукоподобных продуктов. При полимеризации молекулы мономеров (исходных алкадиенов) могут соединяться друг с другом в 1,2-,1,2-; 1,4-,1,4- или 1,2-,1,4-положение. На примере 1,3-бутадиена приведите эти три варианта полимеризации.

Вариант 8

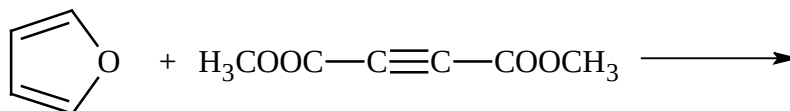
1. Напишите структурные и скелетные формулы 1,2-бутадиена и 1,3-бутадиена. Укажите гибридизацию атомов углерода. В чем заключается особенность строения алкадиенов с кумулированными и сопряженными двойными связями?

2. Напишите схему получения любым способом 3-метил-2,4-гептадиена. Покажите на примере реакций электрофильного присоединения хлора и HBr , как отражаются особенности строения сопряженных диенов на их химических свойствах.

3. Напишите схему взаимодействия диена и диенофила, которое приводит к получению следующего аддукта реакции Дильса-Альдера:



Завершите уравнение реакции:



4. Озонирование ряда алкадиенов и последующее разложение образовавшихся озонидов водой приводит к образованию смеси двух монокarbонильных и одного дикарбонильного соединений. Каково строение алкадиена, если продуктами его озонирования являются $\text{CH}_3\text{--C}(\text{O})\text{--CH}_3$, $\text{H}(\text{O})\text{C--C}(\text{O})\text{H}$ и $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--C}(\text{O})\text{--CH}_3$.

5. Важной особенностью диеновых углеводородов с сопряженными двойными связями является способность их полимеризоваться с образованием каучукоподобных продуктов. При полимеризации молекулы мономеров (исходных алкадиенов) могут соединяться друг с другом в 1,2-,1,2-; 1,4-,1,4- или 1,2-,1,4-положения. На примере 2-метил-1,3-бутадиена приведите схемы трех вариантов полимеризации, а также озонирования. полученных полимеров.

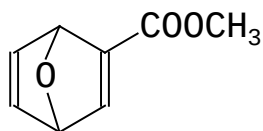
Вариант 9

1. Напишите структурные и скелетные формулы 1,2-октадиена, 1,3-октадиена и 2,5-октадиена? Укажите гибридизацию атомов углерода. В чем

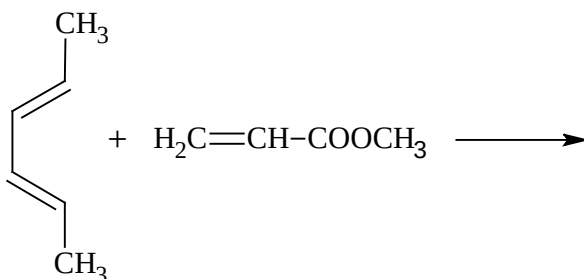
заключается особенность строения алкадиенов с кумулированными и сопряженными двойными связями?

2. Напишите схему получения любым способом 2,4-гексадиена. Покажите на примере реакций гидрирования и электрофильного присоединения хлора к 2,4-гексадиену, как отражаются особенности строения сопряженных диенов на их химических свойствах.

3. Представьте схему взаимодействия диена и диенофила, которое приводит к получению следующего аддукта реакции Дильса-Альдера:



Завершите уравнение реакции:



4. При озонировании некоторых алкадиенов и последующем разложении образовавшихся озонидов водой, часто образуются смеси, состоящие из двух монокarbонильных и одного дикарбонильного соединения. Какое строение имеет алкадиен, если продуктами его озонирования являются две молекулы $\text{CH}_3\text{-C(O)H}$ и одна $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C(O)-C(O)H}$?

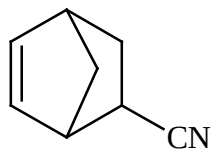
5. Диеновые углеводороды с сопряженными двойными связями способны полимеризоваться с образованием каучукоподобных продуктов. При полимеризации молекулы мономеров (исходных алкадиенов) могут соединяться друг с другом в 1,2-,1,2-; 1,4-,1,4- или 1,2-,1,4-положения. На примере 1,3-пентадиена приведите схемы трех вариантов полимеризации, а также озонирования полученных полимеров.

Вариант 10

1. Напишите структурные и скелетные формулы 4-метил-1,2-гексадиена, 2-метил-1,3-гексадиена и 2-метил-1,4-гексадиена. Укажите гибридизацию атомов углерода. В чем заключается особенность строения алкадиенов с кумулированными и сопряженными двойными связями?

2. Напишите схему получения любым способом 1,3-пентадиена. Покажите на примере реакций электрофильного присоединения брома и HOCl к 1,3-пентадиену, как отражаются особенности строения сопряженных диенов на их химических свойствах.

3. Напишите схему взаимодействия диена и диенофила, которое приводит к получению следующего аддукта реакции Дильса-Альдера:



Напишите уравнение реакции димеризации 1,3-бутадиена.

4. При озонировании ряда алкадиенов и последующем разложении образовавшихся озонидов водой образуются смеси, состоящие из двух монокарбонильных и одного дикарбонильного соединения. Какое строение имеет алкадиен, если продуктами его озонирования являются CH_3CHO , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C(O)H}$ и H(O)C-C(O)H ?

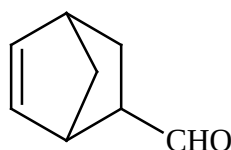
5. Диеновые углеводороды с сопряженными двойными связями способны полимеризоваться в каучукоподобные продукты. При полимеризации молекулы мономеров (исходных алкадиенов) могут соединяться друг с другом в 1,2-, 1,2-, 1,4-, 1,4- или 1,2-, 1,4-положения. На примере 2,4-гексадиена приведите эти три варианта образования полимерной цепи, представьте схемы озонирования полученных полимеров.

Вариант 11

1. Напишите структурные и скелетные формулы 5-метил-1,2-гексадиена, 2-метил-2,4-гексадиена и 1,5-гексадиена. Укажите гибридизацию атомов углерода. В чем заключается особенность строения алкадиенов с кумулированными и сопряженными двойными связями?

2. Напишите схему получения любым способом 3,4-диметил-2,4-гексадиена. Покажите на примере реакций электрофильного присоединения хлора и HBr к 3,4-диметил-2,4-гексадиену, как отражаются особенности строения сопряженных диенов на их химических свойствах.

3. Напишите схему взаимодействия диена и диенофила, в результате которого получено соединение следующего строения:



Напишите уравнение реакции циклодимеризации 2-метил-1,3-бутадиена. Сколько структурных изомеров при этом образуется?

4. При озонировании алкадиенов и последующем разложении образовавшихся озонидов водой нередко образуются смеси, состоящие из двух монокарбонильных и одного дикарбонильного соединения. Каково строение 1,3-алкадиена, если продуктами его озонирования являются $\text{CH}_3\text{C(O)H}$, $\text{CH}_3\text{C(O)CH}_2\text{CH}_3$ и H(O)C-C(O)H ?

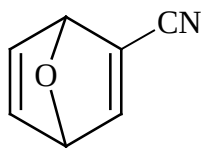
5. Особенностью диеновых углеводородов с сопряженными двойными связями является их способность полимеризоваться в каучукоподобные продукты. При полимеризации молекулы мономеров (исходных алкадиенов) могут соединяться друг с другом в 1,2-, 1,2-, 1,4-, 1,4- или 1,2-, 1,4-положения. На примере 1,3-гексадиена приведите эти три варианта образования полимерной цепи и представьте также схемы озонирования полученных полимеров.

Вариант 12

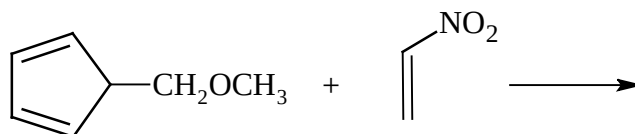
1. Напишите структурные и скелетные формулы 3,4-пентадиена, 2-метил-1,3-пентадиена и 3-метил-1,4-пентадиена. Укажите гибридизацию атомов углерода. В чем заключается особенность строения алкадиенов с кумулированными и сопряженными двойными связями?

2. Напишите схему получения любым способом 2,4-диметил-2,4-гексадиена. Как отражаются особенности строения сопряженных диенов на их химических свойствах? Проиллюстрируйте это на примере реакций 2,4-диметил-2,4-гексадиена с хлором и HBr

3. Напишите схему взаимодействия диена и диенофила, которое приводит к получению аддукта реакции Дильса-Альдера следующего строения:



Завершите уравнение реакции:



4. При озонировании некоторых алкадиенов и последующем разложении образовавшихся озонидов водой образуются смеси, состоящие из двух монокарбонильных и одного дикарбонильного соединения. Какое строение имеет алкадиен, если продуктами его озонирования являются $\text{CH}_3\text{--C(O)H}$, $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--C(O)H}$ и H(O)C--C(O)H ?

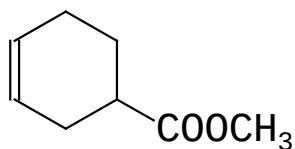
5. Практически значимой особенностью диеновых углеводородов с сопряженными двойными связями является их способность полимеризоваться в каучукоподобные продукты. При полимеризации молекулы мономеров (исходных алкадиенов) могут соединяться друг с другом в 1,2-, 1,2-; 1,4-, 1,4- или 1,2-, 1,4-положения. На примере 2,3-диметил-1,3-бутадиена приведите три вышеперассмотренные схемы полимеризации и представьте также схемы озонирования полученных полимеров.

Вариант 13

1. Напишите структурные и скелетные формулы 1,2-пентадиена, 4-метил-1,3-пентадиена и 3-метил-1,4-пентадиена. Укажите гибридизацию атомов углерода. В чем заключается особенность строения алкадиенов с кумулированными и сопряженными двойными связями?

2. Напишите схему получения любым способом 1,3-гексадиена. Покажите на примере реакций электрофильного присоединения хлора и HBr к 1,3-гексадиену, как отражаются особенности строения сопряженных диенов на их химических свойствах.

3. Напишите схему циклоприсоединения диенофила к диену, которое приводит к получению аддукта следующего строения:



Напишите уравнение реакции 2-метил-1,3-бутадиена (реагирует в 1,2-положение) с 1,3-бутадиеном (реагирует в 1,4-положение). Сколько структурных изомеров при этом образуется?

4. При озонировании ряда алкадиенов и последующем разложении образовавшихся озонидов водой образуются смеси, состоящие из двух монокарбонильных и одного дикарбонильного соединения. Каково строение 1,3-алкадиена, если продуктами его озонирования являются $\text{CH}_3\text{--C(O)H}$, $\text{CH}_3\text{--C(O)CH}_2\text{--CH}_3$ и H(O)C--C(O)H ?

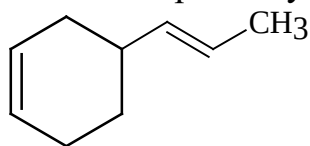
5. По химическому составу и строению натуральный каучук представляет собой стереорегулярный *цис*-1,4-полиизопрен. Для того, чтобы придать прочность, упругость, износоустойчивость, стойкость к изменению температуры, к действию растворителей и химических реагентов, его подвергают вулканизации нагреванием с серой (сера присоединяется по двойным связям соседних полимерных цепей) или другими вулканизирующими средствами. В процессе вулканизации происходит сшивание линейных молекул каучука в более крупные сетчатые (трехмерные) молекулы, таким образом, получается резина. Приведите схему вулканизации серой.

Вариант 14

1. Напишите структурные и скелетные формулы 1,2-нонадиена, 1,3-нонадиена и 1,4-нонадиена? Укажите гибридизацию атомов углерода. В чем состоит особенность строения алкадиенов с кумулированными и сопряженными двойными связями?

2. Напишите схему получения любым способом 2-метил-2,4-гексадиена. Покажите на примере реакций электрофильного присоединения хлора и HBr к этому диену, как отражаются особенности строения сопряженных диенов на их химических свойствах.

3. Напишите схему взаимодействия диена и диенофила, которое приводит к получению аддукта реакции Дильса-Альдера следующего строения:



Напишите уравнение реакции 2-метил-1,3-бутадиена (реагирует в 1,4-положение) с 1,3-бутадиеном (реагирует в 1,2-положение). Сколько структурных изомеров при этом образуется?

4. При озонировании некоторых алкадиенов и последующем разложении образовавшихся озонидов водой образуются смеси, состоящие из двух монокарбонильных и одного дикарбонильного соединения. Какое строение имеет 1,3-алкадиен, если продуктами его озонирования являются HC(O)H , $\text{CH}_3\text{--C(O)CH}_3$ и H(O)C--C(O)H ?

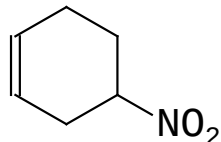
5. Одним из синтетических каучуков, применяемых для производства шин, является сополимер 2-метил-1,3-бутадиена (изопрена) со стиролом ($C_6H_5-CH=CH_2$). Составьте схему реакции сополимеризации. Для того, чтобы придать прочность, упругость, износоустойчивость, стойкость к изменению температуры, к действию растворителей и химических реагентов, каучук подвергают вулканизации нагреванием с серой (сера присоединяется по двойным связям соседних полимерных цепей) или другими вулканизирующими средствами. В процессе вулканизации происходит сшивание линейных молекул каучука в более крупные сетчатые (трехмерные) молекулы, получается резина. Приведите схему вулканизации такого каучука серой.

Вариант 15

1. Напишите структурные и скелетные формулы 1,2-бутадиена, 1,3-бутадиена и 2-метил-1,4-пентадиена? Укажите гибридизацию атомов углерода. В чем заключается особенность строения алкадиенов с кумулированными и сопряженными двойными связями?

2. Напишите схему получения любым способом 3-метил-2,4-гептадиена. Напишите уравнения реакций электрофильного присоединения хлора и HBr к этому диену. Как отражаются особенности строения сопряженных диенов на их химических свойствах?

3. Напишите схему циклоприсоединения диенофила к диену, которое приводит к получению аддукта следующего строения:



Напишите уравнение реакции 2,3-диметил-1,3-бутадиена (реагирует в 1,2-положение) с 2-метил-1,3-бутадиеном (реагирует в 1,4-положение). Сколько структурных изомеров при этом образуется?

4. При озонировании ряда алкадиенов и последующем разложении образовавшихся озонидов водой образуются смеси, состоящие из двух монокарбонильных и одного дикарбонильного соединения. Какое строение имеет алкадиен, если продуктами его озонирования являются $HC(O)H$, $CH_3-CH_2-C(O)H$ и $H(O)C-C(O)H$?

5. Устойчивый к действию масел и бензина каучук получают сополимеризацией 1,3-бутадиена с акрилонитрилом ($CH_2=CH-C\equiv N$). Составьте схему реакции сополимеризации, при которой получается этот вид каучука. Приведите схему озонирования полученного каучука, которая подтверждает строение углеродной цепи.

АЛКИНЫ

Вариант 1

1. Представьте схемы sp -гибридизации атома углерода и образования тройной углерод-углеродной связи в результате перекрывания атомных орбиталей на примере ацетилена. В чем состоит отличие π -связи от σ -связи?

2. Приведите структурные и скелетные формулы следующих алкинов: 4,4-диметил-1-пентина, 4-метил-2-гексина, метилацетилена, изобутилацетилена.

3. Напишите для 3-метил-1-пентина уравнения следующих реакций: гидрирования, гидрохлорирования, хлорирования, взаимодействия с водой (в присутствии солей двухвалентной ртути и серной кислоты). Представьте механизм реакции хлорирования.

4. Представьте механизмы реакций пропина с этиловым спиртом в присутствии порошкообразного гидроксида калия и с уксусной кислотой в присутствии ацетата натрия. Напишите общие схемы образования полимеров на основе полученных этиленовых производных.

5. С помощью каких реакций можно отличить 1-бутин от 2-бутина? Напишите их схемы.

6. Напишите, с помощью каких реакций можно провести следующие превращения:

- 2,2-дибромбутан $\rightarrow$ 2,3-дибромбутан;
- 1,2-дихлорпропан $\rightarrow$ 2,2-дихлорпропан?

7. Используйте 4-метил-1-пентанол для получения следующих углеводородов: 4-метил-1-пентина и 4-метил-2-пентина. Приведите схемы, доказывающие строение этих углеводородов окислением.

8. Определите процентное содержание примесей в техническом карбиде кальция, если из него получено следующее количество ацетилена: из 150 г – 50.4 л (н/у); из 3 кг – 1 м³ (н/у); из 2 г – 672 мл (н/у).

9. Напишите схему последовательных реакций превращения пропина в бутанон.

10. Приведите возможные последовательные схемы синтеза из ацетилена этилацетата и полимера винилбутилового эфира (лекарственный препарат – бальзам Шостаковского).

Вариант 2

1. Представьте схемы sp -гибридизации атома углерода и образования тройной углерод-углеродной связи в результате перекрывания атомных орбиталей на примере пропина. В чем состоит отличие π -связи от σ -связи?

2. Приведите структурные и скелетные формулы алкинов: 2,5-диметил-3-гексина; 3,4,4-триметил-1-пентина; *трет*-бутилацетилен; 2,7-диметил-3-октина.

3. Напишите для 4-метил-1-пентина уравнения следующих реакций: гидрирования, гидробромирования, хлорирования, взаимодействия с водой (в присутствии солей двухвалентной ртути и серной кислоты). Приведите механизм реакции гидробромирования, которая относится к

электрофильному присоединению.

4. Представьте механизмы реакций пропина с синильной кислотой в присутствии цианистого калия и с уксусной кислотой в присутствии ацетата натрия. Напишите схемы полимеризации полученных мономеров.

5. С помощью каких реакций можно отличить 1-гексин от 2-гексина? Напишите их схемы.

6. Напишите, с помощью каких реакций можно провести следующие превращения:

- 1-бромпропан $\rightarrow$ 2-хлорпропан;
- 1,2-дихлорпропан $\rightarrow$ 1,1,2,2-тетрахлорпропан?

7. При окислении ацетиленового углеводорода были получены уксусная и 2-метилпропановая кислоты. Напишите структурную формулу исходного соединения и назовите его.

8. Какой объем ацетилена (при нормальных условиях) получится при окислительном пиролизе природного газа с учетом того, что выход ацетилена в расчёте на метан составляет 30 %:

а) из 1 м³ природного газа, содержащего 90 % метана и 10 % примесей (по объему);

б) из 500 мл природного газа, содержащего 92 % метана, 5 % CO₂ и 3 % N₂ (по объему).

9. Напишите, с помощью каких последовательных реакций и в каких условиях можно осуществить превращение 1-бутина в 2-пентанон.

10. Приведите возможные схемы синтеза из ацетилена этанола и полимера винилэтилового эфира. Где используется полученный полимер?

Вариант 3

1. Изобразите схему строения молекулы пропина, указав характер и направленность электронных облаков. Подсчитайте число орбиталей типа s, p, sp, sp³, участвующих в образовании связей. Какова геометрия молекулы пропина: σ - и π -связи, их взаимное расположение.

2. Приведите структурные и скелетные формулы следующих алкинов: 3,3-диметил-1-бутина; 3-этил-4-октина; 5,6-диметил-5-этил-3-пропил-1-нонина; 3-метил-1,5-гексадиина.

3. Напишите для 3-метил-1-бутина уравнения следующих реакций: гидрирования, гидрохлорирования, бромирования, взаимодействия с водой (в присутствии солей двухвалентной ртути и серной кислоты). Приведите механизм гидрохлорирования, который относится к реакциям электрофильного присоединения.

4. Представьте механизмы реакций 1-бутина с синильной кислотой в присутствии цианистого калия и с уксусной кислотой в присутствии ацетата натрия. Напишите схемы образования полимеров на основе полученных мономеров.

5. С помощью каких реакций можно разделить смесь трех углеводородов, имеющих близкие температуры кипения: пентана, 1-пентена и 1-пентина? Напишите их схемы.

6. Напишите, с помощью каких реакций можно провести следующие превращения:

- $1,1\text{-дибромпропан} \rightarrow 2,2\text{-дииодпропан}$;
- $1,2\text{-дихлорпропан} \rightarrow 2,2\text{-дибромпропан}$?

7. Напишите структурную формулу углеводорода состава C_5H_8 , если известно, что он реагирует с бромом и с аммиачным раствором окиси серебра, а при гидратации дает метилизопропилкетон. Представьте уравнения указанных реакций.

8. Какой объем (при нормальных условиях) ацетилена образуется, если на 1 г карбида кальция, содержащего 0.4% примесей, подействовать 3.6 мл воды?

9. Напишите, с помощью каких последовательных реакций и в каких условиях можно осуществить превращение ацетилена в бутан.

10. Приведите возможные схемы синтеза из ацетилена: этилового эфира акриловой кислоты и хлористого винила. Где применяются полимеры на их основе?

Вариант 4

1. Изобразите схему строения молекулы 1-бутина, указав характер и направленность электронных облаков. Подсчитайте число орбиталей типа s, p, sp, sp^3 , участвующих в образовании связей. Какова геометрия молекулы 1-бутина: σ - и π -связи, их взаимное расположение.

2. Приведите структурные и скелетные формулы структурных изомеров алкина состава C_7H_{12} , имеющих в главной углеродной цепи 5 атомов углерода, и назовите их.

3. Напишите для 3,3-диметил-1-бутина уравнения следующих реакций: гидрирования, гидрохлорирования, хлорирования, взаимодействия с водой (в присутствии солей двухвалентной ртути и серной кислоты). Приведите механизм взаимодействия с водой как пример электрофильного присоединения.

4. Напишите схемы реакций 1-бутина с 1-пропанолом в присутствии пропионата натрия и с муравьиной кислотой в присутствии формиата натрия. Представьте схемы полимеризации полученных мономеров.

5. С помощью каких реакций можно отличить 1-пентин от 2-пентина? Напишите их схемы.

6. Напишите, с помощью каких реакций можно провести следующие превращения:

- $1,1\text{-дихлорпропан} \rightarrow 2\text{-хлор-2-бромпропан}$;
- ацетилен, этилбромид $\rightarrow 1,2\text{-дииодбутан}$?

7. Углеводород состава C_6H_{10} присоединяет две молекулы брома, с аммиачным раствором гидрата окиси серебра дает осадок, при окислении образует 3-метилбутановую и муравьиную кислоты. Напишите структурную формулу углеводорода C_6H_{10} и уравнения указанных реакций.

8. Сколько литров ацетилена можно получить из 200 г карбида кальция, содержащего 80 % основного вещества?

9. Напишите, с помощью каких последовательных реакций и в каких

условиях можно осуществить превращение ацетилена в 1) бутин-2; 2) ацетальдегид.

10. Приведите схему последовательного синтеза из ацетилена 1,4-бутиндиола, затем 1,1-бутандиола и, наконец, 1,3-бутадиена.

Вариант 5

1. Изобразите схему строения молекулы 2-пентина, указав характер и направленность электронных облаков. Подсчитайте число орбиталей типа s, p, sp, sp^3 . Какова геометрия молекулы ацетилена (σ - и π -связи, их взаимное расположение)?

2. Приведите структурные и скелетные формулы структурных изомеров алкина состава C_6H_{10} и назовите их.

3. Напишите для 3,3-диметил-1-пентина уравнения следующих реакций: гидрирования, гидрохлорирования, бромирования, взаимодействия с водой (в присутствии солей двухвалентной ртути и серной кислоты). Приведите механизм реакции электрофильного присоединения хлороводорода.

4. Напишите уравнения реакций 1-пентина со следующими веществами: с синильной кислотой в присутствии цианистого калия; с этанолом в присутствии этилата натрия. Представьте схемы образования полимеров из полученных производных.

5. С помощью каких реакций можно отличить 1-гептин от 2-гептина? Напишите их схемы.

6. Напишите, с помощью каких реакций можно провести следующие превращения:

- 1-бутен, ацетилен $\rightarrow$ 1-гексен;
- 1,2-дибромпропан $\rightarrow$ 2,2-дихлорпропан.

7. Углеводород состава C_5H_8 обесцвечивает бромную воду и водный раствор перманганата калия, окисляется в уксусную и пропионовую кислоты. Напишите формулу углеводорода и уравнения указанных реакций.

8. Сколько литров ацетилена и водорода теоретически можно получить из 1 м³ природного газа, содержащего 97.6 % метана?

9. Приведите возможные схемы синтеза из ацетилена этилового эфира акриловой кислоты; хлористого винила.

10. Из ацетилена могут быть синтезированы тетрахлорэтан и трихлорэтан. Приведите схемы соответствующих реакций и напишите области применения этих продуктов.

Вариант 6

1. Представьте схемы sp-гибридизации атома углерода и образования тройной углерод-углеродной связи в результате перекрывания атомных орбиталей на примере 2-бутина. В чем состоит отличие π -связи от σ -связи?

2. Приведите структурные и скелетные формулы структурных изомеров алкина состава C_8H_{14} , имеющих в главной углеродной цепи 6 атомов углерода и в боковой цепи 2 атома углерода.

3. Напишите для 4-метил-1-пентина уравнения следующих реакций:

гидрирования, гидрохлорирования, хлорирования, взаимодействия с водой (в присутствии солей двухвалентной ртути и серной кислоты). Рассмотрите механизм предложенных реакций электрофильного присоединения.

4. Представьте схемы реакций 1-пентина с 1-пропанолом в присутствии пропилата натрия и с уксусной кислотой в присутствии ацетата натрия. Изобразите механизм этих реакций. Напишите схемы образования полимеров на основе полученных этиленовых производных.

5. На основе каких реакций можно отличить 1-октин от 2-октина? Напишите их схемы.

6. Напишите, с помощью каких реакций можно провести следующие превращения:

- 1,1-дибромпропан $\rightarrow$ 2,2-дибромпропан;
- 1,2-дихлорпропан $\rightarrow$ 1,1,2,2-тетрахлорпропан?

7. Изобразите структурную формулу углеводорода состав C_4H_6 , если известно, что он обладает следующими свойствами: присоединяет две молекулы хлора; не реагирует с аммиачным раствором окиси серебра; при взаимодействии с водой в условиях реакции Кучерова образует метилэтилкетон.

8. При разложении $6.5 \cdot 10^3$ м³ метана получают 1 тонну ацетилен. Этот ацетилен идет на получение хлористого винила. Сколько требуется метана, чтобы получить 1 тонну хлористого винила при выходе 93 %, считая на ацетилен.

9. Приведите возможные схемы синтеза из ацетилен следующих веществ: 1,2-дихлорэтана; пропина; 1-бутина.

10. Напишите схему синтеза из ацетилен 2-хлор-1,3-бутадиена (хлоропрена), а затем хлоропренового каучука. Где находит применение такой полимер?

Вариант 7

1. Изобразите схему строения молекулы 2-пентина, указав характер и направленность химических связей. Подсчитайте число орбиталей типа s, p, sp, sp³, которые принимают участие в образовании этих связей.

2. Приведите структурные и скелетные формулы следующих алкинов: 2,4-диметил-3-гексина; 3-метил-1-гексина; 4-метил-1-гексина; 4,4-диметил-2-пентина.

3. Напишите для 3-метил-1-гексина уравнения следующих реакций: гидрирования, гидрохлорирования, хлорирования, взаимодействия с водой (в присутствии солей двухвалентной ртути и серной кислоты). Приведите механизм реакции присоединения воды.

4. Напишите схемы реакций 1-бутина с 2-пропанолом в присутствии соответствующего алкоголята и с пропионовой кислотой в присутствии пропионата натрия. Представьте также уравнения полимеризации образующихся этиленовых производных.

5. Как с помощью химических превращений можно разделить смесь 1-бутина (т. кип. 8°C) и 2-бутина (т. кип. 27°C), имеющих довольно близкие

температуры кипения?

6. Напишите, с помощью каких реакций можно провести следующие превращения:

- 1-бром-4-метилпентан $\rightarrow$ 4-метил-2-пентин;
- 1,1-дибром-3-метилбутан $\rightarrow$ 2,2-дихлор-3-метилбутан?

7. Каково строение углеводорода состава C_5H_8 , который не реагирует с аммиачным раствором окиси серебра, а в условиях реакции Кучерова присоединяет одну молекулу воды с образованием диэтилкетона?

8. Сколько литров ацетилена теоретически можно получить пиролизом 2.3 м^3 природного газа, содержащего 96 % метана?

9. Приведите схемы синтеза из ацетилена: *цис*-2-бутена; *транс*-2-бутена; 1-пентина; 2-пентина.

10. Представьте схему синтеза винилхлорида из ацетилена, а затем схему сополимеризации винилхлорида (хлорэтена) с винилиденхлоридом (1,1-дихлорэтенем). Где применяется данный сополимер?

Вариант 8

1. Представьте схемы sp -гибридизации атома углерода и образования тройной углерод-углеродной связи в результате перекрывания атомных орбиталей на примере пропина. В чем состоит отличие π -связи от σ -связи?

2. Приведите структурные и скелетные формулы изомеров алкина состава C_7H_{12} , имеющих в главной углеродной цепи 5 атомов углерода.

3. Напишите для 3-этил-1-пентина уравнения следующих реакций: гидрирования, гидрохлорирования, хлорирования, взаимодействия с водой (в присутствии солей двухвалентной ртути и серной кислоты). Представьте механизм реакции гидрохлорирования.

4. Представьте механизмы реакций 1-пентина с 1-бутанолом в присутствии соответствующего алкоголята, а также с изомасляной кислотой в присутствии ее натриевой соли. Напишите схемы полимеризации образующихся этиленовых производных.

5. Как с помощью химических реакций можно отличить 1-гексин от 2-гексина? Напишите схемы этих реакций.

6. Напишите, с помощью каких реакций можно провести следующие превращения:

- 1-бромпропан $\rightarrow$ 2-иодпропан;
- 1,2-дибромбутан $\rightarrow$ 1,1,2,2-тетрахлорбутан?

7. Определите строение углеводорода состава C_6H_{10} , которое присоединяет 4 атома брома, а при окислении концентрированным раствором перманганата калия образует только пропионовую кислоту.

8. Технический карбид кальция содержит 80 % чистого карбида кальция. Сколько ацетилена можно получить из 13 кг технического карбида кальция?

9. Напишите схемы реакций (с указанием условий), с помощью которых можно осуществить превращение ацетилена в бензол и в акрилонитрил.

10. Составьте схему синтеза из ацетилена метилового эфира метакриловой кислоты (мономер для получения органического стекла), которая состоит из

следующих последовательных стадий: получение пропина; конденсация пропина с синильной кислотой в присутствии цианида калия; гидролиз нитрильной группы; образование сложного эфира.

Вариант 9

1. Изобразите схему строения молекулы 3-гексина, указав характер и направленность электронных облаков. Подсчитайте число орбиталей типа s, p, sp, sp^3 . Геометрия молекулы ацетилена: σ - и π -связи, их взаимное расположение.

2. Приведите структурные и скелетные формулы следующих алкинов: 2,5-диметил-3-гептина; 4-этил-2-гексина; 3,4-диметил-1-пентина; 4-этил-5-метил-2-гексина.

3. Напишите для 4-метил-1-гексина уравнения следующих реакций: гидрирования, гидрохлорирования, хлорирования, взаимодействия с водой (в присутствии солей двухвалентной ртути и серной кислоты). Рассмотрите механизм электрофильного присоединения к алкинам на примере гидрохлорирования 4-метил-1-гексина.

4. Напишите уравнения реакций 1-гексина с синильной кислотой в присутствии цианистого калия и с уксусной кислотой в присутствии ацетата натрия. Представьте схемы полимеризации полученных этиленовых производных.

5. С помощью какой реакции можно отличить 1-бутин от 2-бутина? Напишите ее схему.

6. Напишите, с помощью каких реакций можно провести следующие превращения:

- 1,1-дибром-3,3-диметилбутан $\rightarrow$ 2,2-дибром-3,3-диметилбутан;
- 1,2-дихлорбутан $\rightarrow$ 2,2-дихлорбутан?

7. Определите структурную формулу углеводорода состава C_5H_8 , если известно, что он реагирует с бромом, с аммиачным раствором окиси серебра, а при гидратации дает метилпропилкетон.

8. Рассчитайте, сколько мл воды по уравнению реакции потребуется для взаимодействия карбида кальция, взятого в количестве 10 г и содержащего 20 % примесей. Каков объем образующегося при этом ацетилена?

9. Напишите схемы получения 5-метил-2-гексина и 6,6-диметил-3-гептина, используя реакцию алкилирования ацетилена.

10. Поливиниловый спирт (ПВС) является одним из редких представителей водорастворимых биоразлагаемых полимеров и широко используется для проклейки различных материалов. Его получают на основе полимераналогичной реакции – омыления поливинилацетата. Представьте схему синтеза ПВС из ацетилена.

Вариант 10

1. Изобразите схему строения молекулы пропина, указав характер и направленность химических связей. Подсчитайте число орбиталей типа s, p, sp, sp^3 , которые принимают участие в образовании этих связей.

2. Приведите структурные и скелетные формулы следующих алкинов 3-метил-4-октина; 4,5-диметил-3-гексина; 3,6-диметил-3-*трет*-бутил-1-гептина; 3,3,4-триметил-1-пентина.

3. Напишите для 3-метил-1-гептина уравнения следующих реакций: гидрирования, гидробромирования, бромирования, взаимодействия с водой (в присутствии солей двухвалентной ртути и серной кислоты). Представьте механизм реакции гидробромирования.

4. Представьте схемы реакций 1-гексина с синильной кислотой в присутствии цианистого калия и с этанолом в присутствии этилата натрия. Напишите схемы полимеризации образующихся этиленовых производных.

5. Приведите схемы химических реакций, с помощью которых можно очистить пентан от примесей 1-пентена и 1-пентина, превратив последние в более высококипящие или твердые вещества, легко отделяемые от пентана.

6. Напишите, с помощью каких реакций можно провести следующие превращения:

- 1-бром-4-метилпентан $\rightarrow$ 2-иод-4-метилпентан;
- 1,2-дихлорпропан $\rightarrow$ 1,1,2,2-тетрахлорпропан?

7. При окислении ацетиленового углеводорода были получены уксусная и 2-метилбутановая кислоты. Напишите структурную формулу исходного соединения и назовите его.

8. Какой объем ацетилена получится в результате следующих процессов:

а) пиролиза 1.3 л природного газа, содержащего 90 % метана, 7 % CO_2 и 3 % N_2 (по объему);

б) гидролиза 400 г технического карбида кальция, содержащего 96 % основного вещества.

9. Напишите уравнения последовательного взаимодействия этилацетилена с амидом натрия, а затем с бромистым пропилом.

10. Полиакрилонитрил (ПАН) является одним из лучших представителей синтетических текстильных волокон. По своим потребительским свойствам напоминает натуральную шерсть и входит в состав смесовых тканей для изделий верхней одежды. Приведите схему получения ПАН из ацетилена.

Вариант 11

1. Изобразите схему строения молекулы 3-метил-1-бутина, указав характер и направленность химических связей. Подсчитайте число орбиталей типа s, p, sp, sp^3 , которые принимают участие в образовании этих связей.

2. Напишите структурные и скелетные формулы всех ацетиленовых углеводородов, образующих при гидрировании 3,3-диметилгептана.

3. Напишите для 3,3-диметил-1-гексина уравнения следующих реакций: гидрирования, гидрохлорирования, бромирования, взаимодействия с водой (в присутствии солей двухвалентной ртути и серной кислоты). Представьте механизм реакции бромирования.

4. Представьте схемы реакций 1-гептина с синильной кислотой в присутствии цианистого калия и с уксусной кислотой в присутствии ацетата

натрия. Напишите схемы полимеризации образующихся этиленовых производных.

5. С помощью каких реакций можно отличить 1-гексин от 3-гексина? Напишите их схемы.

6. Напишите, путем каких реакций можно провести следующие превращения:

- 1,1-дибромпропан $\rightarrow$ 2,2-диiodпропан;
- 1,2-дихлорпропан $\rightarrow$ 2,2-дибромпропан?

7. Углеводород состава C_6H_{10} присоединяет две молекулы брома, дает осадок с раствором хлорида меди(I) $[Cu_2Cl_2]$, при окислении раствором перманганата калия образует уксусную и бутановую кислоты. Напишите формулу углеводорода и уравнения указанных реакций.

8. При высокой температуре метан превращается в ряд веществ, в том числе ацетилен и водород. Составьте уравнение реакции и рассчитайте, сколько литров ацетилена и водорода можно получить из 4 м^3 природного газа, содержащего 93% метана, при условии, что весь метан превращается в ацетилен.

9. С помощью каких реактивов и в каких условиях можно осуществить превращение 1-бром-4-метилпентана в 4-метил-2-пентин? Напишите уравнения происходящих реакций.

10. Поливинилацетат (ПВА) образует стойкие водные дисперсии белого цвета, обладающие хорошей адгезией к различным поверхностям, и широко используется как клей и в составе водно-дисперсионных красок. Приведите схему получения ПВА из ацетилена.

Вариант 12

1. Изобразите схему строения молекулы 2-гексина, указав характер и направленность электронных облаков, участвующих в образовании связей С-С и С-Н. Подсчитайте число орбиталей типа s, p, sp, sp^3 . Какова геометрия молекулы 2-гексина: σ - и π -связи, их взаимное расположение.

2. Приведите структурные и скелетные формулы следующих алкинов: 2,2,5-триметил-3-гексина; диизопропилацетилена; 3,3-диметил-1-бутина; 3-метил-1-гексен-4-ина.

3. Напишите для 4-этил-1-гептина уравнения следующих реакций: гидрирования, гидробромирования, хлорирования, взаимодействия с водой (в присутствии солей двухвалентной ртути и серной кислоты). Представьте механизм реакции хлорирования.

4. Представьте схемы реакций 1-гептина с этанолом в присутствии этилата натрия и с муравьиной кислотой в присутствии формиата натрия. Напишите схемы полимеризации образующихся этиленовых производных.

5. С помощью каких химических реакций можно очистить гексан от примеси 1-гексена и 1-гексина, превратив последние в более высококипящие или твердые вещества, легко отделяемые от гексана? Напишите их схемы.

6. Напишите, с помощью каких реакций можно провести следующие превращения:

- 2-хлор-4-метилпентан $\rightarrow$ 2,3-дихлор-4-метилпентан;
 - 1,2-дибромпропан $\rightarrow$ 2,2-диiodпропан?
6. Каким образом можно получить из 2-метилпентанола следующие углеводороды: 4-метил-1-пентин и 4-метил-2-пентин? Напишите соответствующие уравнения реакций.
7. При разложении $3.25 \cdot 10^3$ м³ метана получают 500 кг ацетилена. Этот ацетилен идет на производство хлористого винила. Сколько требуется метана, чтобы получить 300 кг хлористого винила при выходе 90 %, считая на ацетилен.
9. Напишите, с помощью каких реактивов и в каких условиях можно достаточно селективно осуществить превращение 3-метил-1-бутена в 3-метил-1-бутин?
10. Приведите схемы синтеза из ацетилена винилхлорида, а затем поливинилхлорида. Где применяется поливинилхлорид?

Вариант 13

1. Представьте схемы sp-гибридизации атома углерода и образования тройной углерод-углеродной связи в результате перекрывания атомных орбиталей на примере метилацетилена. В чем состоит отличие π -связи от σ -связи?
2. Приведите структурные и скелетные формулы следующих алкинов: 3-метил-1-бутина; 4-метил-3-этил-1-пентина; 2,6-диметил-3-гептина; 4,4-диметил-2-гексина; этилизопропилацетилена.
3. Напишите для 3,4-диметил-1-гексина уравнения следующих реакций: гидрирования, гидробромирования, хлорирования, взаимодействия с водой (в присутствии солей двухвалентной ртути и серной кислоты). Представьте механизм реакции гидробромирования.
4. Рассмотрите механизмы реакций 1-октина со следующими веществами: с синильной кислотой в присутствии цианистого калия; с 2-метилпропановой кислотой в присутствии ее соли. Напишите схемы образования полимеров на основе полученных производных.
5. С помощью каких реагентов можно отличить пропин от пропена?
6. Напишите, с помощью каких реакций можно провести следующие превращения:
- 1-бутен и ацетилен $\rightarrow$ 1-гексен;
 - 2,2-дибромгексан $\rightarrow$ 2,2-дихлоргексан?
7. Установите строение углеводорода состава C_7H_{12} , который реагирует с аммиачным раствором окиси серебра, а в условиях реакции Кучерова присоединяет одну молекулу воды с образованием 5-метил-2-гексанона.
8. При высокой температуре метан превращается в различные углеводороды, водород и др. продукты, в том числе ацетилен. Рассчитайте, сколько литров ацетилена можно получить из 2.7 м³ метана, при условии, что степень конверсии метана составляет 73 %, а селективность по ацетилену 10 %.

9. Напишите, с помощью каких реактивов и в каких условиях можно осуществить превращение 1-гексена в бутилацетилен?

10. Пропин находит широкое, а иногда неожиданное, применение на практике. Перечислите конкретные области использования пропина.

Вариант 14

1. Изобразите схему строения молекулы 2-бутина, указав характер и направленность электронных облаков, участвующих в образовании связей С-С и С-Н. Подсчитайте число орбиталей типа s, p, sp, sp³. Какова геометрия молекулы 2-бутина: σ- и π-связи, их взаимное расположение.

2. Изобразите структурные и скелетные формулы структурных изомеров алкина состава C₆H₁₀ и назовите их.

3. Напишите для 4,4-диметил-1-гептина уравнения реакций присоединения следующих веществ: водорода, хлороводорода, брома, воды (в присутствии солей двухвалентной ртути). Представьте механизм реакции с бромом.

4. Напишите схемы реакций 1-октина с 1-бутанолом в присутствии бутилата калия и с муравьиной кислотой в присутствии формиата натрия. Представьте схемы полимеризации образующихся этиленовых производных.

5. С помощью какой реакции можно отличить 1-пентин от 1-пентена? Напишите ее схему.

6. Напишите схемы реакций, которые приводят к следующим превращениям:

- 1,1-дибромпропан → 2,2-дибромпропан;
- 1,2-дихлорпропан → 1,1,2,2-тетрахлорпропан.

7. Определите строение углеводорода состава C₆H₁₀, который не реагирует с металлическим натрием, а при нагревании с водой в присутствии солей двухвалентной ртути и серной кислоты образует смесь метилизобутилкетона и этилизопропилкетона.

8. Сколько технического карбида кальция, содержащего 27% примесей, требуется для получения 67.2 литра (н/у) ацетилена?

9. Напишите, с помощью каких реактивов и в каких условиях можно осуществить превращение 1-пентина в 2-пентин?

10. Карбин – самый прочный из известных материалов, прочнее алмаза, графена, фуллерена и углеродных нанотрубок. Напишите схему синтеза карбина из ацетилена. Какими специфическими свойствами обладает карбин и в каких областях применяется?

Вариант 15

1. Представьте схемы sp-гибридизации атома углерода и образования тройной углерод-углеродной связи в результате перекрывания атомных орбиталей на примере пропилацетилена. В чем состоит отличие π-связи от σ-связи?

2. Приведите структурные и скелетные формулы следующих алкинов: 4-октина; 2-метил-3-гексина; этил*трет*-бутилацетилена; 5-метил-2-гексина.

3. Напишите для 3-метил-1-пентина уравнения следующих реакций: гидрирования, гидробромирования, бромирования, гидратации (в присутствии солей двухвалентной ртути и серной кислоты). Рассмотрите механизм реакции бромирования, которая относится к электрофильному присоединению.

4. Напишите для 1-бутина уравнения реакций с синильной кислотой в присутствии цианистого калия и с изомасляной кислотой в присутствии ее соли. Представьте схемы полимеризации образующихся этиленовых производных

5. Какую реакцию необходимо провести, чтобы отличить 1-пропин от 2-пропина? Напишите ее схему.

6. Представьте схемы следующих превращений:

- ацетилен, изобутилхлорид $\rightarrow$ 2,2-дииод-4-метилгексан;
- 1-бромпропан $\rightarrow$ 2-хлорпропан.

7. При окислении ацетиленового углеводорода получены изомасляная и уксусная кислоты. Напишите структурную формулу исходного соединения и назовите его.

8. Технический карбид кальция содержит 84 % основного вещества. Сколько ацетилена можно получить из 17 кг такого карбида кальция при условии, что выход ацетилена составляет 90 % от теоретического?

9. Напишите, с помощью каких реактивов и в каких условиях можно осуществить превращение 4-метил-1-пентена в 4-метил-2-пентин?

9. Напишите уравнение реакции электрофильного присоединения 1 моля хлороводорода к винилацетилену, а затем схему полимеризации полученного соединения. Где используется полученный полимер?

АЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (ЦИКЛОАЛКАНЫ)

Вариант 1

1. Напишите формулы всех возможных изомеров 1,2-диметилциклобутана (структурные и пространственные). Все соединения назовите.

2. Для каких циклоалканов характерна конформационная изомерия? Чем можно объяснить это явление? Какие факторы оказывают влияние на устойчивость конформеров?

3. Из каких ациклических соединений можно получить 1,1-диметилциклопропан и циклобутан?

4. Сравните отношение гексана, циклогексана, пропана и пропена к бромю. Напишите уравнения соответствующих реакций.

5. Какое соединение образуется при воздействии спиртовой щелочи на бромциклогексан? Для полученного соединения напишите уравнение реакции гидратации.

6. Какими химическими свойствами обладает 1,3-циклопентадиен? Приведите уравнения соответствующих реакций. Какое строение имеет продукт циклоприсоединения малеинового ангидрида к 1,3-циклопентадиену? Что является диеном и диенофилом в данной реакции?

7. Катализируемая 50 г 85 %-ной фосфорной кислоты реакция дегидратации 100.2 г (1 моль) циклогексанола при нагревании до 120°C приводит к образованию циклогексена. Образующиеся циклопарафин и воду отгоняют во время реакции в приёмник. После этого циклогексен отделяют, сушат над хлоридом кальция и перегоняют. Напишите соответствующую схему реакции и вычислите массу продукта, если известно, что выход циклопарафина после перегонки и сушки составляет 80 % от теоретического.

8. Циклогексан используется для получения синтетического волокна «найлон». Приведите схему синтеза этого полимера. В каких областях он находит применение?

Вариант 2

1. Напишите структурные формулы следующих соединений: 1,3-диметилциклопентана; 1-метил-4-изопропилциклогексана; *цис*-1-метил-2-этилциклобутана. Составьте формулы структурных изомеров 1,3-диметилциклопентана и назовите их.

2. Сравните устойчивость циклопропана и циклогексана. Какие циклы наиболее устойчивы? Какими реакциями это можно подтвердить?

3. Определите строение циклического углеводорода состава C_6H_{10} , обесцвечивающего бромную воду, а при взаимодействии с концентрированной азотной кислотой образующего адипиновую кислоту.

4. С помощью каких химических реакций можно различить циклопропан и пропан? Напишите их схемы.

5. Представьте схему получения 1,3-диметилциклопентана из соответствующего ациклического дигалогенопроизводного. Напишите схему окисления этого циклоалкана.

6. Какие соединения образуются в реакциях циклоприсоединения:

- а) 1,3-бутадиена и этилена;
- б) изопрена и метилвинилкетона?

Укажите, какие соединения в каждой реакции являются диенофилами, а какие – диенами.

7. Реакцией электрофильного присоединения галогенов по двойной связи $C=C$ циклогексена может быть получено соответствующее дигалогенпроизводное. Для этого циклогексен растворяют в 22 мл тетрахлорметана и охлаждают до $-5^{\circ}C$. Затем медленно по каплям прибавляют заранее подготовленную смесь 31 г брома в 15 мл тетрахлорметана так, чтобы реакционная масса всегда оставалась бесцветной. По окончании прибавления брома реакция заканчивается. Тетрахлорметан отгоняют на водяной бане. Напишите соответствующую схему реакции и рассчитайте массу полученного *транс*-1,2-дибромциклогексана, если известно, что бром берут в двухкратном мольном избытке по отношению к циклогексену, а выход *транс*-1,2-дибромциклогексана составляет 95 % от теоретического.

8. Соединения, содержащие циклопропановые и циклобутановые фрагменты, за счет большой энергии напряжения в молекуле обладают высокими значениями энтальпии образования (теплоты сгорания). Каким образом это свойство применяется в промышленности? Приведите схемы синтеза димера и тримера цикlopентадиена.

Вариант 3

1. Напишите структурные формулы изомерных циклоалканов состава C_6H_{12} , имеющих циклопропановое кольцо. Назовите эти соединения.

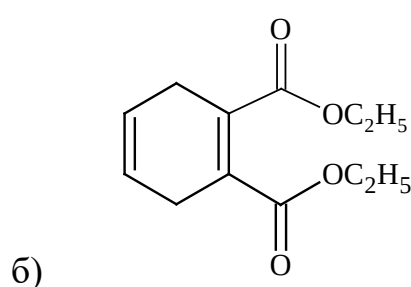
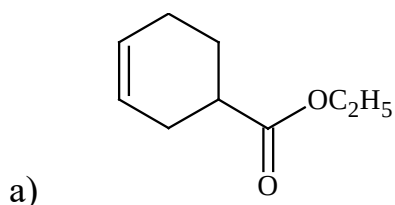
2. Изобразите формулы следующих пар соединений и сравните их устойчивость: а) циклогексана и этилциклобутана; б) *цис*- и *транс*-1,4-диметилциклогексана.

3. Представьте схемы получения циклопропана, метилциклопропана и метилциклобутана из соответствующих гликолей.

4. Чем объясняется склонность циклопропана к реакциям электрофильного присоединения, характерным для этиленовых углеводородов? Напишите уравнения соответствующих реакций.

5. Какие соединения образуются при нитровании по Коновалову метилциклопентана и циклогексана? Напишите также схему реакции окисления циклогексана.

6. Из каких диенов и диенофилов синтезированы следующие соединения:



7. Электрофильное присоединение 40 г (0.25 моль) брома по двойной связи $C=C$ 20.5 г (0.25 моль) циклогексена в дихлорметане при $-40^{\circ}C$ приводит к образованию соответствующего дибромпроизводного. После окончания реакции растворитель отгоняют на ротаторном испарителе. Остаток перегоняют в вакууме. Дегидробромирование полученного дибромпроизводного далее осуществляют с помощью гидроксида калия. Для этого к 70 г гидроксида калия, растворенного в 250 мл диэтиленгликоля, приливают полученное дибромпроизводное и нагревают постепенно до $200^{\circ}C$. При этом начинается отгонка образующегося при реакции диена. После отделения воды, сушки и отгонки эфира продукт перегоняют. Напишите соответствующие уравнения реакций и вычислите массу продукта, если выход диена составляет 75 % (от теоретического).

8. Приведите схему синтеза поликапролактама из циклогексана. Какими свойствами обладает и в каких областях применяется этот полимер?

Вариант 4

1. Для каких циклоалканов возможна *цис*-, *транс*-изомерия? Приведите примеры.

2. Чем объясняется напряженность в молекуле циклопропана? В молекулах каких соединений наблюдается более полное перекрывание орбиталей – в циклопропане или в пропане?

3. Какие дигалогенопроизводные следует ввести в реакцию с цинком для получения а) метилциклобутана, б) 1,1-диметилциклопропана?

4. Сравните отношение циклопропана и пропилена к действию следующих реагентов: 1) брома; 2) бромоводорода; 3) концентрированной серной кислоты. Напишите уравнения соответствующих реакций.

5. В каких условиях циклогексан взаимодействует с бромом? Напишите уравнение данной реакции. Какое соединение образуется при действии спиртовой щелочи на бромциклогексан?

6. Какое соединение образуется в реакции диенового синтеза из:

а) дивинила и акролеина ($CH_2=CH-CH=O$); б) 1,3-циклопентадиена и малеинового ангидрида?

7. При полном сгорании циклопарафина массой 21 г образовался углекислый газ объемом 33.6 л (н.у.) и вода массой 27 г. Плотность данного органического вещества по водороду равна 35. Выведите молекулярную формулу циклопарафина. Составьте структурные формулы соединений, изомерных исходному циклопарафину.

8. В каких областях применяют циклопропан и циклобутан?

Вариант 5

1. Напишите структурные формулы следующих соединений: 1,2-диметилциклогексана; *транс*-1-метил-2-этилциклобутана; 1,1-диметил-2-этил-3-изопропилциклопентана. Составьте формулы структурных изомеров 1,1-диметил-2-этил-3-изопропилциклопентана и назовите их.

2. Какая конформация циклогексана более устойчива и почему?

3. Напишите уравнения реакций циклопропана, циклопентана и циклогексана с бромом. Какое соединение бромруется легче и почему?

4. На примере циклогексана, гексана и 1-гексена сравните отношение циклоалканов, алканов и алкенов к действию водного раствора KMnO_4 на холоду и при нагревании. Приведите соответствующие уравнения реакций.

5. Составьте схемы получения циклопентана, используя в качестве исходных соединений: 1) 1,5-дибромпентан; 2) кальциевую соль соответствующей кислоты.

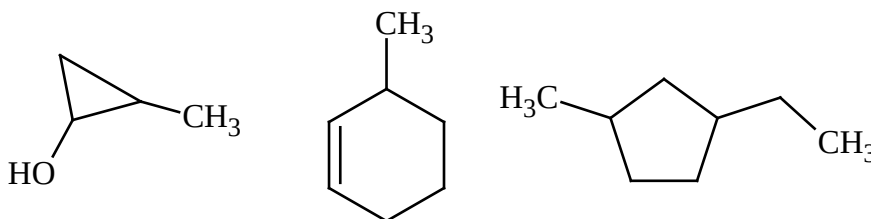
6. Представьте схему получения 1,3-циклопентадиена из циклопентана. Какие соединения образуются при действии на 1,3-циклопентадиен: а) брома; б) хлористого водорода; в) maleinového ангидрида?

7. Для гидрирования смеси бутана и циклобутана потребовался водород объёмом 300 мл. При сгорании продукта реакции образовалось 3.6 л углекислого газа (н/у). Напишите уравнения протекающих реакций и вычислите объёмные доли компонентов в исходной смеси углеводородов. Объёмы газов приведены при одинаковых условиях.

8. Циклогексан используют главным образом для производства синтетического волокна – капрона. Представьте схему получения данного полиамида.

Вариант 6

1. Назовите следующие соединения и укажите, для которых из них возможна геометрическая и оптическая изомерия:



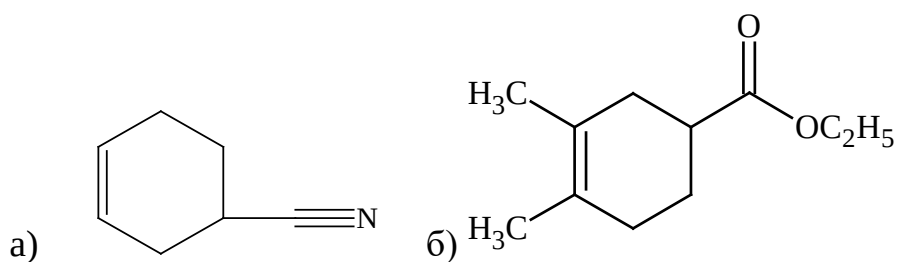
2. Чем объяснить склонность циклопропана к реакциям электрофильного присоединения, характерным для этиленовых углеводородов? Напишите уравнения соответствующих реакций.

3. Представьте схему синтеза метилциклогексана из толуола.

4. Напишите уравнения реакций циклопропана с: а) HBr ; б) Cl_2 ; в) H_2SO_4 . Представьте механизм последней реакции.

5. Какие соединения образуются при нитровании циклогексана и метилциклопентана?

6. Определите, из каких диенов и диенофилов синтезированы следующие соединения:



7. Метилциклопропан и циклобутан вступают в реакции присоединения, проявляя характер ненасыщенных соединений. Какое количество брома потребуется для бромирования 25 г смеси метилциклопропана и циклобутана, если массовая доля метилциклопропана составляет 45 %. Представьте уравнения протекающих реакций.

8. Соединения циклопропанового ряда обладают высокой биологической активностью. Так, хризантемовая кислота обладает инсектицидной активностью. Напишите структурную формулу хризантемовой кислоты. Из каких соединений она может быть синтезирована?

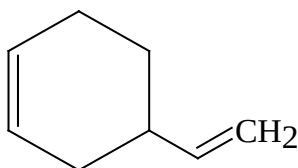
Вариант 7

1. Напишите структурные формулы следующих соединений: метилциклопропана, 1,2-диметилциклопропена, 1,1-диметилциклобутана, метилциклогексана. Какое из этих соединений обладает геометрической изомерией?

2. Изобразите возможные конформации для *транс*-1,4-диметилциклогексана и сравните их устойчивость.

3. Предложите схему получения метилциклобутана, исходя из соответствующего дигалогенопроизводного алкана.

4. Представьте схему диенового синтеза, приводящего к получению 4-винилциклогексена:



5. Сравните отношение циклопропана, пропена и циклогексана к разбавленному раствору KMnO_4 . Напишите соответствующие уравнения возможных реакций.

6. Представьте схему получения цикlopentadiена из cyclopentана и напишите для него схемы реакций с: а) бромом; б) бромистым водородом; в) maleinovým ангидридом.

7. Электрофильное присоединение брома по двойной связи $\text{C}=\text{C}$ cyclooctена и последующее отщепление галогеноводорода сильным основанием (*трет*-бутилатом калия) позволяет получить 1-бромциклооктен. К раствору 220 г (2 моль) cyclooctена в дихлорметане добавляют по каплям при перемешивании и охлаждении до -40°C 320 г (2 моль) брома до

появления светло-коричневой окраски раствора. После отгонки дихлорметана в вакууме остаток (1,2-дибромциклооктан) растворяют в диэтиловом эфире и тетрагидрофуране. После чего медленно добавляют 336.6 г (3 моль) *трет*-бутилата калия при перемешивании и охлаждении до 0 °С. Реакцию ведут в течение 1 часа, затем смесь выливают в ледяную воду, экстрагируют эфиром, промывают насыщенным раствором хлорида натрия и сушат над сульфатом натрия. Целевой продукт выделяют с помощью перегонки под вакуумом. Напишите соответствующие схемы реакций и вычислите массу продукта, если известно, что выход 1-бромциклооктена составляет 83 % (от теоретического).

8. Циклопентан, циклогексан и их производные входят в состав основной части некоторых сортов нефти. Поэтому эти вещества получают в основном из нефти. Какие основные (главные) продукты образуются при ароматизации нефти из содержащихся в ней циклопарафинов? Представьте уравнения соответствующих реакций.

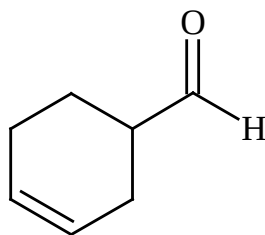
Вариант 8

1. Напишите структурные формулы изомерных циклоалканов состава C_6H_{10} с шестичленным, пятичленным и четырехчленным кольцом. Назовите эти соединения. Для каких соединений возможна *E*-, *Z*-изомерия?

2. Сравните устойчивость четырех- и шестичленных циклов на примере циклобутана и циклогексана. Какие циклы наиболее устойчивы? Какими реакциями это можно подтвердить? Представьте их.

3. Из какого дигалогенопроизводного можно получить 1,3-диметилциклобутан? Представьте схему реакции.

4. Какое соединение образуется в реакции димеризации изопрена по схеме диенового синтеза? Из какого диена и диенофила можно получить следующее соединение:



5. С какими из перечисленных реагентов взаимодействует циклогексан: 1) Cl_2 ; 2) H_2O ; 3) HBr ; 4) HNO_3 ? Напишите уравнения соответствующих возможных реакций. Укажите условия реакций.

6. Сравните отношение циклобутана, 2-бутена и *n*-бутана к разбавленному раствору $KMnO_4$. Отобразите это в схемах реакций.

7. Окисление циклогексанола бихроматом натрия приводит к образованию кетона. Для проведения данной реакции растворяют 59.6 г (0.2 моль) дигидрата дихромата натрия в 100 мл уксусной кислоты при нагревании, затем охлаждают и смешивают с 45 г (0.45 моль) циклогексанола, растворённого в бензоле. После выдерживания смеси в течение 30 мин при 60°C реакция заканчивается. Циклогексанон отгоняют с водяным паром,

экстрагируют диэтиловым эфиром. После промывания 10 %-ным водным раствором NaOH и водой, высушивания и перегонки получают 76 % (от теоретического) кетона. Напишите соответствующую схему реакции и вычислите массу продукта.

8. Каким образом в промышленности получают циклогексан и где его используют?

Вариант 9

1. Какие соединения называются циклоалканами? Напишите формулы изомерных циклоалкенов C_6H_{10} , назовите и определите, какие из них обладают пространственной изомерией?

2. С помощью каких химических реакций можно отличить циклопропан от пропана? Напишите их схемы. Чем можно объяснить высокую реакционную способность циклопропана?

3. Какие соединения образуются при действии хлора и азотной кислоты на циклопропан и циклогексан? Напишите схемы реакций.

4. Представьте схему синтеза 1,3-диэтилциклобутана из соответствующего ациклического дигалогенопроизводного.

5. Сравните отношение циклобутана и цикlopentана к следующим реагентам: а) бром; б) бромоводороду. Представьте соответствующие схемы реакций.

6. Какая реакция называется диеновым синтезом? Напишите схемы диенового синтеза, в котором участвуют а) дивинил и акрилонитрил ($CH_2=CH-C\equiv N$); б) 1,3-циклопентадиен и метиловый эфир акриловой кислоты ($CH_2=CH-COOCH_3$).

7. Для получения цикlopentanона смесь порошкообразной адипиновой кислоты и 25 г тонко измельченного гидроксида бария нагревают до 285-295°C и выдерживают смесь при этой температуре около 2 часов, пока в колбе не останется остаток, представляющий собой жидкость с небольшим количеством твердого осадка. Содержимое колбы промывают 10 %-ным водным раствором NaOH, водой, отделяют от воды, сушат над хлоридом кальция и перегоняют. Напишите соответствующую схему реакции и вычислите массу взятой в реакцию адипиновой кислоты, если известно, что выход цикlopentanона составляет 88 г (80 % от теоретического).

8. Что собой представляет мылонафт и для чего его применяют?

Вариант 10

1. Напишите структурные формулы изомерных циклоалканов состава C_7H_{14} , имеющих шести-, пяти- и четырехчленное кольцо. Назовите эти соединения.

2. Представьте схему получения метилциклопропана и 1,2-диметилциклопропана из соответствующих ациклических дигалогенопроизводных.

3. Какие из циклоалканов наиболее устойчивы? Какими реакциями это можно доказать? Напишите их уравнения. В чем причина высокой реакционной способности малых циклов?

4. Напишите схему синтеза циклогексена из циклогексанола. Какое соединение образуется при гидрохлорировании циклогексена?

5. Напишите уравнения реакций бромирования и окисления циклопропана, циклогексана и циклогексена.

6. Какие соединения получатся в результате диенового синтеза из:
а) изопрена и акрилонитрила; б) 2,3-диметил-1,3-бутадиена и тетрацианэтилена? Напишите схемы этих превращений и укажите, что является диеном и диенофилом в каждой реакции?

7. В результате дегидратации циклогексанола в присутствии 75 г 85 %-ной фосфорной кислоты при нагревании до 120°C образуется циклопарафин общей формулы C_6H_{10} . Возникающие во время реакции циклопарафин и воду отгоняют в приёмник. Затем органический слой отделяют, сушат над хлоридом кальция и перегоняют. Напишите соответствующую схему реакции и вычислите массу циклогексанола, если известно, что выход циклопарафина составил 99 г (80 % от теоретического).

8. Адамантан – трициклический циклоалкан – может быть синтезирован из циклопентадиена, который вначале димеризуют, затем подвергают каталитическому гидрированию, после чего изомеризуют в присутствии кислоты Льюиса. Напишите соответствующие уравнения реакций. Каковы области применения адамантана?

Вариант 11

1. Какие циклоалканы существуют в виде нескольких конформаций? Приведите примеры.

2. В каком состоянии гибридизации находятся атомы углерода в циклопропане и в циклогексане? Нарисуйте схемы перекрывания гибридизованных орбиталей в молекулах этих веществ для образования соответствующих связей. Чем можно объяснить напряженность циклопропанового кольца?

3. С какими из перечисленных реагентов взаимодействуют циклопропан и циклопентан: водород, вода, хлор, хлороводород? Приведите уравнения соответствующих реакций.

4. Какие соединения образуются при нитровании по Коновалову циклогексана и метилциклопентана? Представьте соответствующие схемы реакций.

5. Напишите уравнения реакций диенового синтеза с участием:
а) дивинила и акролеина ($CH_2=CH-CH=O$); б) 1,3-гексадиена и акрилонитрила ($CH_2=CH-C\equiv N$).

6. Какие соединения образуются при окислении циклопентана и циклогексана концентрированным раствором $KMnO_4$? Напишите уравнения этих реакций.

7. К смеси 100 мл 85 %-ной муравьиной кислоты и 0.12 моля 30 %-ого пероксида водорода прибавляют по каплям 8.2 г (0.1 моля) циклогексена. Реакционную смесь нагревают 2 ч при температуре 65°C, затем отгоняют в вакууме избыток пероксида водорода и воды. Остаток нагревают в течение 45 мин с 50 мл 20 %-ного раствора едкого натра (для омыления образующегося формиата). Охлаждают, нейтрализуют разбавленной соляной кислотой, упаривают в вакууме, несколько раз экстрагируют остаток этилацетатом. После перегонки в вакууме получают 1,2-циклогександиол с выходом 70 % (от теоретического). Напишите соответствующие схемы реакций и рассчитайте массу получаемого продукта.

8. Циклогексан используют главным образом для производства синтетического волокна найлон. Представьте схему получения данного полимера.

Вариант 12

1. Напишите структурные формулы следующих соединений: 1,1,3,3-тетраметилциклогексана; 1,2-диэтил-3-изопропилциклопентана; 3-бром-1-циклогексанона. Представьте структурные формулы изомеров 1,1,3,3-тетраметилциклогексана и назовите их.

2. На примере циклогексана покажите конформационную изомерию циклоалканов. Какая конформация наиболее устойчива? Почему?

3. Представьте схему синтеза метилциклогексана из толуола. Напишите уравнение реакции бромирования метилциклогексана.

4. Приведите уравнения реакций 1,3-циклопентадиена со следующими реагентами: а) бромом; б) акролеином ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHO}$), в) бромоводородом.

5. С помощью каких реакций циклобутан можно отличить от 1-бутена? Напишите их уравнения.

6. Напишите схему получения этилциклопентана из 1,5-дибромгептана.

7. Алициклические углеводороды получают дегалогенированием дигалогеналканов. Так, чтобы синтезировать 1,1-диметилциклопропан, к смеси 190 мл 95 %-ного этанола, 9 мл H_2O и 63 г цинковой пыли, доведенной до слабого кипения в колбе с обратным холодильником, медленно по каплям добавляют 56 г 2,2-диметил-1,3-дибромпропана. Реакционную массу кипятят ещё в течение 24 часов, затем охлаждают, фильтруют, промывают горячим этанолом. Фильтрат перегоняют. Рассчитайте количество полученного циклоалкана, если его выход составляет 96 % (от теоретического). Напишите соответствующие схемы реакций.

8. Циклопентадиен получают из низкокипящих фракций продуктов пиролиза нефти и коксования каменного угля. Его используют для синтеза фульвена. Приведите схему этого превращения. Какое применение находит фульвен и его производные в промышленности?

Вариант 13

1. Какие соединения называются циклоалканами? Напишите формулы изомерных циклоалканов C_5H_{10} и назовите их. Какие из изомеров обладают пространственной изомерией?

2. Сравните устойчивость трех- и пятичленных циклов на примере циклопропана и цикlopentана. Какими реакциями это можно подтвердить? Представьте схемы этих реакций.

3. Какое строение имеет продукт реакции 1,4-дибромпентана с цинком?

4. Напишите уравнения реакций диенового синтеза с участием:
а) 2,3-диметилбутадиена-1,3 и цикlopentена; б) 1,3-пентадиена и акрилонитрила ($CH_2=CH-C\equiv N$).

5. Напишите схемы реакций циклобутана и его межклассовых изомеров со следующими веществами: а) водородом в присутствии никелевого катализатора, б) бромом, в) хлористым водородом.

6. Сравните поведение метилциклопропана и метилциклогексана в реакциях с бромом, бромной водой, водой, водородом, разбавленным и концентрированным растворами перманганата калия. Представьте соответствующие уравнения реакций.

7. С целью получения 3-бромциклогексена проводят реакцию бромирования циклогексена с 90 г (0.51 моля) N-бромсукцинимидом. Реакционную смесь осторожно нагревают на масляной бане при температуре 60–70°C в течение 20 минут, периодически встряхивая. После чего реакционную массу охлаждают на бане со льдом и солью. Выделившийся побочный продукт, сукцинимид, отфильтровывают, осадок промывают циклогексеном. Избыток циклогексена отгоняют из фильтрата при нормальном давлении, а остаток перегоняют в вакууме. Выход 3-бромциклогексена составляет 55 г (68 % от теоретического). Напишите соответствующую схему реакции и рассчитайте, сколько циклогексена было взято для проведения синтеза.

8. В эфирном масле камфорного лавра содержится широко используемое в медицине соединение – камфора. В промышленности камфору синтезируют из α -пинена – бициклического углеводорода, выделяемого из живицы хвойных деревьев. Напишите соответствующую многостадийную схему синтеза камфоры.

Вариант 14

1. Напишите структурные формулы следующих соединений: 1,2-диметил-2,3-диэтил-3-пропилциклопентана; 1,3-диметилциклогексана; 1,2,3-триметилциклопентана. Составьте структурные формулы веществ, изомерных 1,3-диметилциклогексану.

2. Какие виды стереоизомерии характерны для циклоалканов? Покажите это на примере диметилциклобутана. Чем обусловлена неустойчивость циклобутана?

3. Какие дегалогенирующие агенты используют в реакции циклизации дигалогеналканов? Напишите уравнения реакций дегалогенирования 1-бром-3-хлорпропана, 1,5-дибромгексана.

4. Определите строение углеводорода состава C_6H_{10} , обесцвечивающего бромную воду, а при окислении азотной кислотой образующего адипиновую кислоту. Представьте соответствующие уравнения реакций.

5. Какое соединение образуется в реакции циклоприсоединения 1,4-циклогексадиена и малеинового ангидрида? Укажите, какое соединение является диенофилом, а какое – диеном.

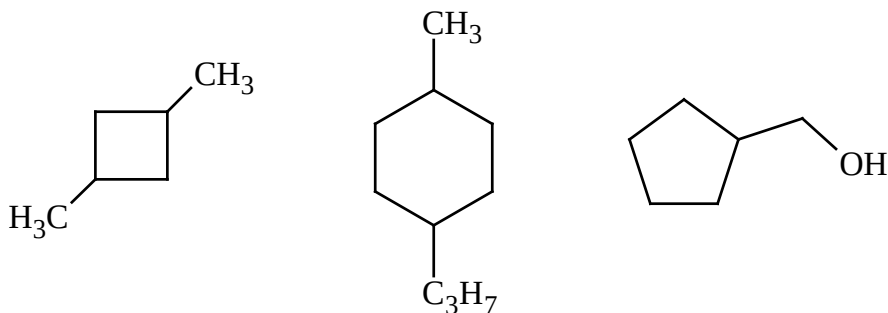
6. С помощью каких химических реакций можно различить циклогексан и гексан? Напишите схемы этих реакций.

7. Циклопентанол получают гидрированием циклопентанона. Для этого растворяют 1 г (0.026 моль) боргидрида натрия в 14 мл этилового спирта, а затем при постоянном перемешивании к полученному раствору добавляют 13.3 мл циклопентанона так, чтобы температура реакционной смеси не превышала $50^{\circ}C$, при этом наблюдают выпадение белого осадка. После добавления всего количества кетона реакционную смесь перемешивают 15 минут при комнатной температуре, затем при перемешивании по каплям добавляют 8.5 мл 10 %-ной соляной кислоты. Наблюдают выделение водорода и растворение части белого осадка. Далее из полученной смеси отгоняют этиловый спирт, смесь экстрагируют диэтиловым эфиром, экстракт промывают насыщенным раствором хлорида натрия, сушат сульфатом натрия, после чего растворитель отгоняют и остаток перегоняют в вакууме. Напишите соответствующие схемы реакций и рассчитайте массу получаемого продукта, если известно, что его выход составил 78 % (от теоретического).

8. Для синтеза адипиновой кислоты, а также капролактама в качестве исходного соединения применяют циклогексан. Представьте уравнения этих превращений. Каким образом используют полученные продукты?

Вариант 15

1. Назовите следующие соединения и укажите, для которых из них возможна геометрическая и оптическая изомерия:



2. Чем объясняется напряженность молекулы циклопропана? Почему угол между осями σ -связей в циклопропане не равен 60° ? В каком состоянии гибридизации находятся атомы углерода в циклопропане? Представьте рисунки, отвечающие на поставленные вопросы.

3. Напишите схемы получения цикlopентана, исходя из следующих соединений: а) 1,5-пентадиола, б) малонового эфира, в) диэтилового эфира адипиновой кислоты.

4. Определите строение образующегося соединения, если сначала на 1,4-дибромбутан действовали металлическим натрием, а затем последовательно провели следующие реакции: с бромной водой, спиртовым раствором щелочи, хлором. Составьте схемы реакций, назовите все образующиеся соединения.

5. Сравните отношение гексана, гексена и циклогексана к разбавленному раствору KMnO_4 . Представьте схемы этих превращений.

6. Приведите уравнения реакций 1,3-циклопентадиена со следующими реагентами: а) хлором; б) бромоводородом; в) 1,2-пропадиеном ($\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$); г) акрилонитрилом ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{N}$).

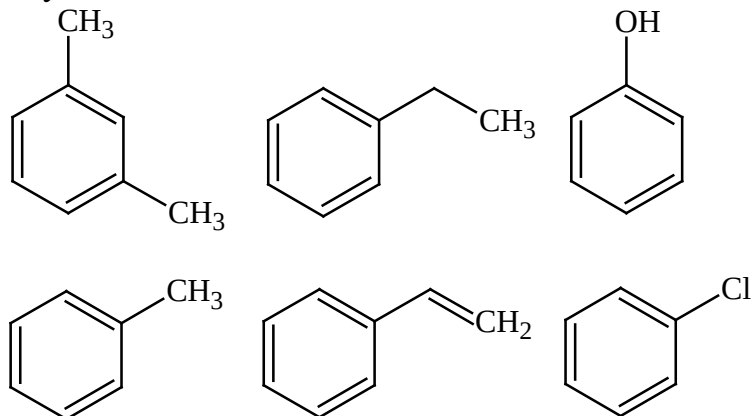
7. Адипиновую кислоту получают окислением циклогексанола концентрированной азотной кислотой. Для этого в кипящую 60 %-ную азотную кислоту прибавляют медленно по каплям 12.5 г циклогексанола. После чего реакционную смесь кипятят 15 мин, выливают в стакан, охлаждаемый льдом, наблюдают выпадение в осадок адипиновой кислоты. Осадок отфильтровывают и сушат на воздухе. Напишите соответствующую схему реакции и рассчитайте, сколько концентрированной азотной кислоты необходимо для превращения циклогексанола в адипиновую кислоту, если выход продукта составляет 55 % (от теоретического).

8. Моно-, би- и трициклические производные циклогексана содержатся в эфирных маслах, живице хвойных деревьев, скипидаре, различных стероидах и гормонах. Приведите несколько примеров таких соединений. Каким образом их выделяют из природного сырья и где применяют?

АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ С ОДНИМ БЕНЗОЛЬНЫМ КОЛЬЦОМ

Вариант 1

1. Представьте схему образования σ - и π -связей в молекуле бензола.
2. Назовите следующие соединения:



3. Напишите схемы получения из бензола толуола, изопропилбензола, *пара*-ксилола. Какой катализатор применяется в реакции алкилирования бензола? Покажите механизм на примере одной реакции.
4. Какие углеводороды получатся при алкилировании толуола пропиленом в присутствии фосфорной кислоты? Покажите механизм этой реакции.
5. Напишите уравнения реакций бромирования в присутствии AlBr_3 следующих соединений: а) бензола; б) этилбензола; в) толуола. На примере бензола представьте механизм реакции бромирования. Какие вещества относятся к кислотам Льюиса?
6. Какие соединения образуются при окислении толуола, этилбензола, *пара*-ксилола? Напишите схемы этих превращений.
7. Представьте схемы получения *орто*-, *мета*- и *пара*-хлорнитробензола из бензола. Сформулируйте правила замещения в ароматическом кольце.
8. Какой ароматический углеводород получится в результате восстановления фенилэтилкетона? Что образуется при действии на продукт реакции следующих реагентов: а) металлического натрия; б) соляной кислоты; в) уксусной кислоты; г) концентрированного раствора KMnO_4 в присутствии серной кислоты? Представьте схемы соответствующих реакций.
9. В качестве исходного вещества для получения бензилхлорида используют толуол. К смеси 35 мл (ρ 0,8667 г/мл) толуола и 13,1 мл сульфохлорида (ρ 1,68 г/мл) постепенно добавляют 0,5 г пероксида бензоила. После чего нагревают до начала экзотермической реакции. Далее смесь выдерживают в течение 40 минут до завершения реакции. С использованием дефлегматора проводят фракционную перегонку, в ходе которой получают 15,5 г продукта. Определите выход образовавшегося бензилхлорида.
10. Ментол (4-метил-2-изопропил-1-циклогексанол) – вторичный метаболит растений, получаемый синтетически или выделяемый из эфирного масла мяты. Ментол может быть синтезирован из *м*-крезола и пропилена.

Представьте схемы соответствующих реакций и напишите, в каких областях применяется ментол.

Вариант 2

1. Обозначьте σ - и π -связи на структурных формулах молекул бензола, толуола, стирола, фенилацетилена?

2. Напишите структурные формулы изомерных алкилбензолов состава C_9H_{12} . Назовите их. Какие виды структурной изомерии характерны для алкилбензолов?

3. Какие соединения образуются в реакциях алкилирования бензола следующими соединениями: а) бромистым изопропилом в присутствии $AlBr_3$; б) 1-бутеном в присутствии H_3PO_4 . Покажите механизмы этих реакций.

4. Из каких соединений по реакции Вюрца–Фиттига можно получить 1,3-диэтилбензол? Напишите уравнения соответствующей реакции.

5. Напишите уравнения реакций получения бензола из следующих веществ: а) ацетилена; б) циклогексана; в) бензойной кислоты. Как получают бензол в промышленности?

6. Напишите схемы реакций бромирования этилбензола: а) в присутствии $AlCl_3$; б) на свету. Приведите механизм бромирования в присутствии катализатора.

7. Что образуется при окислении толуола и пропилбензола? Представьте уравнения этих реакций.

8. Напишите уравнения реакций нитрования и сульфирования бензола и толуола. Покажите механизм реакции сульфирования на примере бензола.

9. Смесь 30 мл (ρ 0.944 г/мл) диметилформаида (ДМФА), 15 г фосфорилхлорида $POCl_3$ и 8.5 г антрацена осторожно нагревают при $95^\circ C$ в течение 2 часов. Далее смесь охлаждают и по каплям добавляют насыщенный водный раствор ацетата натрия. Выпавший осадок фильтруют, промывают и перекристаллизовывают из уксусной кислоты. Какую массу 9-формилантрацена получают после перекристаллизации из уксусной кислоты, если выход от теоретического составляет 70 %?

10. Изопропилбензол (кумол) – один из важнейших продуктов органического синтеза, получаемый из бензола и пропилена. Представьте схему соответствующей реакции и приведите примеры использования кумола.

Вариант 3

1. В чем недостатки структурной формулы бензола, предложенной Кекуле? Какие имеются доказательства равноценности всех шести углерод-углеродных связей в бензоле?

2. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) изопропилбензола; б) стирола; в) *мета*-ксилола; г) гексаметилбензола.

3. Что образуется при алкилировании бензола изопропиловым спиртом в присутствии серной кислоты? Представьте механизм реакции. Какова роль серной кислоты в этом процессе?

4. Какие углеводороды получатся при исчерпывающем восстановлении следующих жирноароматических кетонов: а) метил-*n*-этилфенилкетона; б) изопропил-*o*-толилкетона? Представьте схемы этих реакций.

5. Напишите схему синтеза стирола из бензола. Что образуется в реакциях стирола: а) с бромистым водородом; б) с бромом (в присутствии AlCl_3); в) полимеризации?

6. Как путем ряда последовательных превращений из бензола получить *орто*-, *мета*- и *пара*-сульфохлорбензол? Покажите механизм реакции хлорирования бензола.

7. Какие соединения образуются при окислении толуола и изопропилбензола? Как в промышленности получают эти углеводороды? Напишите схемы соответствующих реакций.

8. Установите строение ароматического углеводорода состава C_8H_6 , обесцвечивающего бромную воду, образующего осадок с аммиачным раствором оксида серебра, а при окислении дающего бензойную кислоту. Напишите уравнения соответствующих реакций.

9. В лаборатории этилбензол получают методом Фриделя-Крафтса. Для этого смешивают 100 г безводного бензола, 21 г этилбромиды и 0.3 г алюминиевой стружки и нагревают при перемешивании в течение часа. Далее смесь охлаждают, разбавляют водой, подкисляют соляной кислотой, промывают щелочью, водой и сушат над прокаленным сульфатом натрия. Для разделения продуктов конечной смеси используют фракционную перегонку. Определите массу образовавшегося этилбензола, если выход продукта после перегонки составляет 86 %?

10. Перечислите направления использования ароматических сульфокислот. Напишите схему синтеза лекарственной субстанции стрептоцида из анилина.

Вариант 4

1. Как в пространстве располагаются атомы углерода и водорода в молекуле бензола? Сформулируйте правило Хюккеля.

2. Какие виды изомерии характерны для гомологов бензола? Покажите это на примере алкилбензолов $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$. Назовите все соединения.

3. Какие соединения образуются при действии металлического натрия на смеси: а) бромбензола и бромэтана; б) хлорбензола и *трет*-бутилхлорида? Какие побочные продукты при этом образуются?

4. Напишите схему реакции алкилирования бензола 1-бутеном. Назовите полученное соединение. Какой катализатор применяется в этой реакции, и какова его роль?

5. С какими из перечисленных ниже соединений реагирует бензол и в каких условиях: а) Cl_2 ; б) NaOH ; в) CH_3OH ; г) NH_3 ; д) HNO_3 ; е) хлористый ацетил ($\text{CH}_3\text{-C(O)-Cl}$)? Напишите уравнения соответствующих реакций. Дайте объяснение тем случаям, где взаимодействие отсутствует.

6. Напишите схему получения толуола из бензола по реакции алкилирования. Покажите механизм реакции алкилирования бензола галогеналканами.

7. Как путем ряда последовательных превращений из толуола получить *орто*-, *мета*-, и *пара*-нитробензойные кислоты? Напишите схемы этих реакций.

8. В каких условиях реакция нитрования толуола происходит в ядро, а в каких – в алкильный радикал? Покажите механизм реакции нитрования толуола в кольцо. Какой углеводород легче вступает в реакцию нитрования: бензол или толуол? Ответ объясните.

9. (1-Бромэтил)бензол получают бромированием этилбензола в присутствии N-бромсукцинимиды. К смеси этилбензола и N-бромсукцинимиды, взятых в эквимольных количествах, и 10 мл четыреххлористого углерода (растворитель) постепенно добавляют 0.5 г пероксида бензоила. Смесь осторожно нагревают и кипятят в течение двух часов. Далее реакционную массу охлаждают, выпавший осадок сукцинимиды отфильтровывают, а из фильтрата упаривают четыреххлористый углерод. Остаток перегоняют в вакууме, получая продукт массой 24 г (выход 85 %). Вычислите массу исходных реагентов, вступивших в реакцию.

10. Стирол (винилбензол), получаемый из этилбензола, широко используется в промышленности. Представьте схемы соответствующих реакций и перечислите направления дальнейшего использования винилбензола.

Вариант 5

1. Какие атомные орбитали участвуют в образовании σ - и π -связей в молекуле бензола? Представьте схемы.

2. Напишите структурные формулы следующих соединений: толуола, *мета*-диметилбензола, *пара*-нитроэтилбензола, бензолсульфокислоты, дифенила.

3. Как по реакции Вюрца–Фиттига получить пропилбензол? Какие побочные продукты могут образоваться в этой реакции? Напишите схемы этих реакций.

4. Напишите схему реакции алкилирования бензола хлорэтаном при получении этилбензола. Покажите механизм этой реакции. Объясните роль катализатора $AlCl_3$.

5. Как получить из бензола нитробензол, хлорбензол, бензолсульфокислоту, толуол? Напишите уравнения реакций бромирования этих соединений. Какое из данных соединений бромруется легче? Дайте объяснение.

6. Напишите схемы реакции окисления следующих соединений: этилбензола, изопропилбензола, *пара*-ксилола.

7. Сформулируйте правила электрофильного замещения в бензольном кольце. Покажите, как распределена электронная плотность в молекулах: бензола, хлорбензола, нитробензола.

8. Какие соединения получатся при сульфировании: а) бензола; б) бромбензола; в) бензойной кислоты? Представьте механизм реакции сульфирования на примере бензола.

9. В лаборатории 1-бромнафталин получают путем взаимодействия нафталина с бромом в мольном соотношении 1:1. К мелкорастертому нафталину приливают воду и нагревают до 40°C. Далее при перемешивании по каплям добавляют бром. Перемешивание продолжают до исчезновения окраски брома. Затем раствор промывают, фильтруют и с помощью перегонки с водяным паром отделяют исходный нафталин от бромнафталина. Остаток промывают, фильтруют, сушат над хлористым кальцием и перегоняют в вакууме. Найдите массу исходного нафталина и объем брома, если получили 1-бромнафталин массой 10 г с выходом 50 %.

10. Окисление *n*-ксилола является важнейшим методом получения терефталевой кислоты, которая служит исходным соединением для синтеза диметилтерефталата – широко используемого поликонденсационного мономера в производстве синтетического волокна. Приведите основные этапы процесса окисления *n*-ксилола в присутствии ацетата кобальта и бромида натрия (процесс фирмы «Амоко»).

Вариант 6

1. В чем заключается «ароматический» характер бензола? Сформулируйте правило ароматичности Хюккеля. Приведите примеры ароматических систем, отвечающих правилу Хюккеля, если: а) $n=0$; б) $n=1$; в) $n=2$.

2. Приведите промышленные способы получения бензола, толуола, стирола, изопропилбензола (кумола) в виде схем реакций.

3. Как по реакции Вюрца–Фиттига получить: а) *пара*-ксилол; б) 1,2-диэтилбензол? Напишите уравнения соответствующих реакций.

4. Какие соединения образуются при взаимодействии толуола и бромэтана в присутствии $AlCl_3$ (реакции Фриделя-Крафса)? Покажите механизм этой реакции.

5. Представьте механизм электрофильного замещения в молекуле бензола на примере нитрования и сульфирования. Какие частицы являются электрофилами в этих реакциях?

6. Напишите уравнения реакций бромирования этилбензола в присутствии катализатора и на свету. Покажите механизмы данных реакций.

7. Как путем ряда последовательных превращений из толуола получить *орто*-, *мета*- и *пара*-сульфобензойные кислоты? Приведите схемы этих реакций.

8. Какое из приведенных соединений легче вступает в реакцию с хлористым ацетилом, $CH_3-C(O)Cl$, в присутствии $AlCl_3$: а) бензол; б) толуол; в) бензойная кислота? Напишите схемы этих реакций и покажите механизм реакции на примере бензола. Какое строение имеет электрофил в данной реакции?

9. Предварительно приготовленную смесь, состоящую из 16 мл дымящей азотной кислоты (ρ 1,5 г/см³) и 25 мл олеума, нагревают до 50°C, к ней

медленно прибавляют по каплям 15 г хлорбензола. Смесь нагревают в течение 2 часов, охлаждают и промывают холодной водой. Выпавшее желтое кристаллическое вещество отфильтровывают, промывают, сушат и перекристаллизовывают из спирта. Определите массу 2,4-динитрохлорбензола, если выход составляет 90 % от теоретического.

10. Из простейшего ароматического углеводорода, бензола, синтезируют циклогексан (напишите схему этой реакции). Перечислите основные направления дальнейшего использования циклогексана.

Вариант 7

1. Напишите структурные формулы бензола, толуола, *n*-ксилола, стирола. Обозначьте σ - и π -связи в этих молекулах.

2. Какие соединения образуются при действии натрия на смесь бромистого бензила и бромистого этила? Напишите схемы реакций.

3. Как, используя реакцию алкилирования бензола, получить из бензола изобутилбензол и 1,4-диэтилбензол? Напишите уравнения этих реакций.

4. Изобразите формулы следующих соединений: хлорбензола, нитробензола, бензойной кислоты, этилбензола. Какое влияние оказывает заместитель на распределение электронной плотности в кольце?

5. Для соединений, указанных в п. 4, напишите схемы реакций хлорирования. Представьте механизм реакции на одном примере.

6. Напишите схемы окисления толуола, 1,3-диметилбензола (*m*-ксилола) и 1,3,5-триметилбензола?

7. Как из бензола можно получить стирол? Напишите схему последовательных реакций, приводящих к стиrolу, а также реакций окисления и полимеризации стирола.

8. Дегидрогалогенированием 3,6-дихлорциклогексена под действием спиртового раствора едкого натра получают органическое соединение, широко используемое в органическом синтезе. Что образуется при действии на него: а) брома (в присутствии хлорида алюминия), б) концентрированной серной кислоты, в) концентрированной азотной кислоты (в присутствии серной)? Представьте соответствующие уравнения реакций.

9. Для получения бензойной кислоты в круглодонную колбу помещают 10 г толуола, 700 мл воды и 34 г перманганата калия. Смесь кипятят с обратным холодильником в течение 4 часов, охлаждают, отфильтровывают осадок оксида марганца (IV). Фильтрат упаривают до объема 100-150 мл и подкисляют концентрированной соляной кислотой до кислой реакции (по индикаторной бумажке). Выпавшую в осадок бензойную кислоту отфильтровывают, сушат на воздухе и перекристаллизовывают из воды. Определите количество полученной кислоты, если её выход составляет 70 %.

10. Перечислите основные направления промышленного использования фенилацетилена.

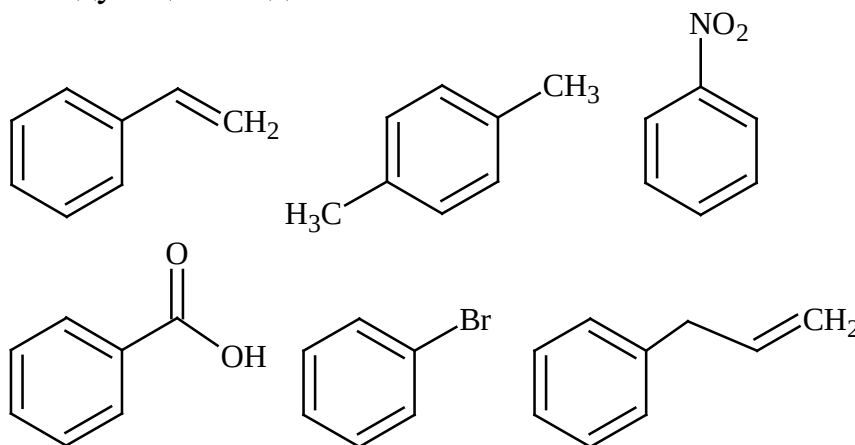
Вариант 8

1. Какие атомные орбитали участвуют в образовании всех σ - и π -связей в молекуле изопропилбензола? Представьте схему.

2. Как из бензола можно получить этилбензол, кумол, *para*-ксилол? Какой катализатор применяется в реакции алкилирования бензола по Фриделю-Крафтсу? Напишите уравнения реакций и представьте схему механизма реакции алкилирования на примере получения этилбензола

3. Какие соединения образуются при действии натрия на смесь *para*-бромтолуола и бромистого этила? Напишите схему основного и параллельных процессов.

4. Назовите следующие соединения:



Какие электронные эффекты проявляют заместители в данных соединениях?

5. Напишите схему реакции алкилирования бензола пропиленом. Что используют в качестве катализатора в этой реакции и какова его роль? Покажите механизм реакции алкилирования бензола алкенами и спиртами.

6. Напишите уравнения реакций бромирования в присутствии $AlBr_3$ следующих соединений: а) бензола; б) толуола; в) нитробензола. На примере толуола покажите механизм реакции бромирования. Почему в данной реакции в качестве катализатора применяют кислоту Льюиса?

7. Представьте схемы получения *орто*-, *мета*- и *пара*-хлорнитробензолов из бензола. Сформулируйте правило электрофильного замещения в ароматическом кольце.

8. Какие соединения образуются при окислении толуола, пропилбензола, 1,2-диметилбензола? Представьте соответствующие схемы реакций.

9. При взаимодействии толуола с хлорсульфоновой кислотой получают смесь *орто*- и *пара*-толуолсульфохлоридов. К 97 г хлорсульфоновой кислоты, охлажденной до $0^\circ C$, по каплям добавляют 26.5 мл толуола (ρ 0.86 г/мл) и перемешивают в течение 10 часов при $0-5^\circ C$. Реакционную массу выливают в воду, содержащую кусочки льда, при этом хлорангидриды *орто*- и *пара*-толуолсульфокислот выделяются в жидком виде. Их отделяют декантацией, а затем охлаждают в течение 12 час. при $-20^\circ C$. В результате *пара*-толуолсульфохлорид закристаллизовывается, и его отделяют фильтрованием. *Орто*-изомер выделяют из остатка с помощью вакуумной перегонки.

Определите суммарный выход изомеров от теоретического, если масса полученного *пара*-изомера составляет 16 г, а *орто*-изомера – 18 г.

10. Представьте цепочку превращений от бензола до полистирола. Каковы основные области применения полистирола? Приведите примеры конкретных изделий.

Вариант 9

1. Напишите структурные формулы следующих соединений: толуола, стирола, этилбензола и фенилацетилена. Обозначьте σ - и π -связи на этих формулах.

2. На примере алкилбензолов состава C_8H_{12} покажите виды структурной изомерии гомологов бензола. Напишите формулы и названия этих изомеров.

3. Какие соединения образуются в реакциях алкилирования бензола следующими соединениями: а) 2-бромпропаном; б) 1-бутеном? Покажите механизмы реакций алкилирования бензола галогеналкилами и алкенами.

4. Напишите схему реакции Вюрца-Фиттига для получения метадиетилбензола.

5. Как можно получить бензол из следующих соединений: а) ацетилена; б) бензойной кислоты; в) циклогексана? Напишите схемы этих реакций.

6. Какие соединения образуются при окислении толуола, этилбензола и *пара*-ксилола? Напишите уравнения соответствующих реакций.

7. Напишите схемы реакций хлорирования этилбензола на свету и в присутствии катализатора. Покажите механизмы этих реакций.

8. Сформулируйте правила электрофильного замещения в бензольном кольце. Какие соединения образуются при сульфировании бензола, толуола, нитробензола? Что представляет собой π -комплекс, σ -комплекс? Представьте схемы реакций.

9. При комнатной температуре смешивают 100 мл безводного дихлорэтана (растворитель), 56 г хлорида алюминия (катализатор), а также уксусный ангидрид и нафталин в эквимолярном соотношении (реагенты). Смесь нагревают в течение 15 мин, затем охлаждают, промывают и сушат органический слой над сульфатом магния. Дихлорэтан отгоняют на роторном испарителе, остаток перегоняют в вакууме и получают 22 г (69 % от теоретического) α -ацетилнафталина. Определите массу исходных веществ.

10. В промышленности бензилхлорид используется в качестве промежуточного продукта органического синтеза. Перечислите конкретные примеры его применения.

Вариант 10

1. В чем недостаток формулы бензола, предложенной Кекуле? Какова истинная природа углерод-углеродных связей в молекуле бензола? Представьте схему их образования путем перекрывания соответствующих атомных орбиталей.

2. Изобразите структурные формулы этилбензола, стирола, *мета*-ксилола, гексаметилбензола. Напишите формулы радикалов, которые можно образовать от этих веществ.

3. Напишите уравнение реакции алкилирования бензола изопропиловым спиртом. Покажите механизм реакции. Что представляют собой σ - и π -комплексы? В каких условиях протекает реакция алкилирования бензола спиртами?

4. Какие углеводороды могут быть получены при исчерпывающем восстановлении следующих жирноароматических кетонов: а) этилфенилкетона, б) метил-*n*-толилкетона? Представьте схемы этих реакций.

5. Как из бензола получить стирол? Напишите последовательность этих реакций. Напишите схему полимеризации стирола. Где применяется полистирол?

6. Напишите схемы получения *орто*-, *мета*- и *пара*-сульфохлорбензолов из бензола. Покажите механизм хлорирования бензола в присутствии $AlCl_3$.

7. Какие соединения образуются при окислении толуола и *пара*-ксилола? Напишите уравнения соответствующих реакций.

8. Какое строение имеет ароматический углеводород C_8H_6 , обесцвечивающий бромную воду, образующий осадок с аммиачным раствором оксида серебра, а при окислении дающий бензойную и муравьиную кислоты? Напишите формулу этого углеводорода и уравнения реакций его с указанными соединениями.

9. В специальный прибор для хлорирования помещают 13 мл бензола и 0.15 г железных опилок, нагревают на водяной бане до $80^\circ C$. Затем в течение 1.5 часа пропускают газообразный хлор. Далее реакционную смесь перегоняют, собирая фракцию с температурой кипения $129-135^\circ C$ (т. кип. хлорбензола $131^\circ C$). Определите, какое количество хлора (в мл) приняло участие в реакции, если выход хлорбензола составил 7 г (50 % от теоретического). Какова роль в этом взаимодействии железных опилок?

10. Ацетофенон получают из бензола и ацетилхлорида в присутствии хлоридов железа или алюминия по реакции Фриделя-Крафтса. Представьте схему реакции. Перечислите основные области применения ацетофенона.

Вариант 11

1. Какие одновалентные ароматические радикалы можно образовать из бензола, толуола и *n*-ксилола? Напишите и назовите их.

2. Какие углеводороды получатся при каталитической ароматизации *n*-октана? Представьте схему процесса.

3. По какому механизму протекает реакция Фриделя-Крафтса? Каково назначение катализатора (например, $AlCl_3$)? Напишите уравнения реакции алкилирования бензола хлористым пропилом по Фриделю-Крафтсу.

4. Какие соединения образуются при действии натрия на смесь *пара*-хлортолуола и 1-хлорпропана? Напишите схемы этих реакций.

5. Что представляют собой σ - и π -комплексы в реакциях электрофильного замещения в ароматическом кольце? Почему бензол не взаимодействует со щелочью и аммиаком?

6. Напишите уравнения реакций нитрования следующих соединений: толуола, бензолсульфокислоты, хлорбензола. Назовите продукты реакций. Какое из представленных соединений нитруется легче, чем бензол? Дайте объяснение.

7. Какие соединения образуются при окислении толуола и *орто*-ксилола? Как в промышленности получают толуол и ксилолы? Представьте схемы.

8. Как из бензола можно получить *орто*-, *мета*- и *пара*-бромбензойные кислоты? Напишите схемы реакций.

9. Для получения 2-бром-1,4-диметилбензола в *n*-ксилоле растворяют 0.1 г иода и постепенно добавляют по каплям бром. По окончании реакции смесь промывают раствором щелочи и подвергают перегонке с водяным паром. Определите массу и объем исходных реактивов, если масса полученного после перегонки 2-бром-1,4-диметилбензола составляет 15 г (60 % от теоретического).

10. Перечислите основные области применения тринитротолуола. Каким образом его получают в промышленности?

Вариант 12

1. Напишите структурные формулы ароматических соединений, которые отвечают правилу Хюккеля при $n = 0, 1, 2$. В чем заключается особенность электронного строения бензольного кольца, обеспечивающая его «ароматический характер»? (Подтвердите рисунком).

2. Напишите формулы следующих ароматических радикалов: фенила, *пара*-толила, *орто*-толила, бензила.

3. Какие соединения образуются из толуола и бромистого этила в присутствии $AlCl_3$? Представьте механизм реакции.

4. Какие соединения образуются при действии натрия на смесь хлористого бензила и хлористого этила? Напишите схему реакции.

5. Напишите уравнения реакций сульфирования следующих соединений: а) этилбензола; б) хлорбензола; в) бензойной кислоты. На одном примере покажите механизм реакции. Какое из указанных соединений сульфируется легче, чем бензол, и почему?

6. Какие соединения образуются при бромировании толуола в присутствии катализатора и на свету? Напишите схемы, объясните разницу направлений реакций от условий их проведения.

7. Напишите уравнения реакций окисления этилбензола и кумола. Как в промышленности получают этилбензол и кумол?

8. Напишите уравнения реакций хлорирования этилбензола, *мета*-хлортолуола и *орто*-толуолсульфокислоты. Какие факторы влияют на направление электрофильного замещения? Напишите схему соответствующих реакций.

9. Смесь 21 г *n*-ксилола и 30 мл концентрированной серной кислоты нагревают до 95°C в течение 15 мин. Затем смесь выливают в воду, содержащую кусочки льда, охлаждают до -10°C, а выпавший осадок 2,5-диметилбензолсульфоновую кислоту отфильтровывают, промывают раствором соляной кислоты. Для очистки полученную кислоту перекристаллизовывают из 40 мл концентрированной соляной кислоты, разбавленной 30 мл воды. Определите массу получаемого дигидрата 2,5-диметилбензолсульфоновой кислоты, если его выход после перекристаллизации составляет 68 % от теоретического.

10. Каким образом можно получить толуилендиизоцианаты из толуола и где они применяются? Представьте схемы реакций.

Вариант 13

1. В структурных формулах бензола, толуола, стирола, фенилацетилена обозначьте σ - и π -связи. Какие орбитали принимают участие в их образовании (изобразите в виде рисунка)?

2. Напишите формулы следующих ароматических радикалов: фенила, *мета*-толила, *орто*-толила, бензилидена.

3. Представьте механизм алкилирования бензола изопропиловым спиртом в присутствии H_2SO_4 . Напишите уравнение реакции окисления изопропилбензола с помощью $KMnO_4$.

4. Напишите уравнения следующих реакций, протекающих при действии металлического натрия на смеси: а) бромбензола и бромистого изопропила; б) *мета*-бромтолуола и бромистого этила. Какие побочные продукты при этом образуются?

5. Расположите следующие ароматические соединения в ряд по увеличению реакционной способности в реакциях электрофильного замещения: *мета*-ксилол, бензойная кислота, этилбензол, *мета*-хлорбензолсульфоокислота. Напишите уравнения реакций нитрования данных соединений. Приведите механизм реакции на одном примере.

6. Напишите схемы получения из бензола этилбензола, цимола, *орто*-ксилола. Какой катализатор применяется в реакции алкилирования бензола? Покажите механизм на примере одной реакции.

7. Какой продукт образуется первоначально при окислении изопропилбензола воздухом? Напишите схему реакции.

8. Напишите уравнения реакций сульфирования бромбензола, *мета*-дихлорбензола и *орто*-толуолсульфоокислоты. Какие факторы влияют на направление электрофильного замещения?

9. Смесь 12 мл толуола и 2.1 мл концентрированной серной кислоты кипятят в течение 5-6 часов при 160°C в колбе, соединенной с насадкой Дина-Старка, в которую собирается образующаяся в результате реакции вода. Когда выделение воды прекратится, массу охлаждают и прибавляют к ней 0.7 мл воды. Отфильтровывают закристаллизовавшийся продукт реакции, который затем перекристаллизовывают из 5 мл воды. Получают

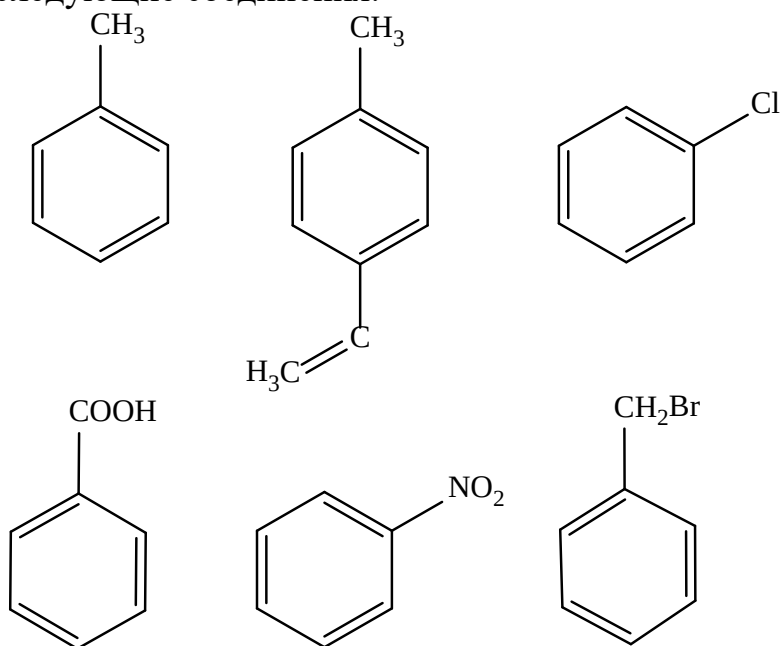
моногидрат *n*-толуолсульфокислоты в количестве 2.5 г. Рассчитайте выход продукта в процентах от теоретического.

10. Назовите основные области применения ксилола и его изомеров. Представьте схемы получения терефталевой кислоты и полиэтилентерефталата.

Вариант 14

1. Как в пространстве располагаются атомы углерода и водорода в молекуле бензола? Нарисуйте схему образования молекулярных орбиталей связей С-С и С-Н в этой молекуле.

2. Назовите следующие соединения:



3. Из бензола и хлористого изопропила в присутствии AlCl_3 получается монозамещенный гомолог бензола. Представьте механизм данной реакции. Для изопропилбензола напишите уравнения реакций: а) окисления перманганатом калия; б) бромирования в присутствии железа; в) бромирования при нагревании на свету.

4. Напишите схемы реакций окисления следующих соединений: толуола, *орто*-хлортолуола, стирола.

5. Расположите следующие ароматические соединения в ряд по увеличению реакционной способности в реакциях электрофильного замещения: фенол, нитробензол, *пара*-ксилол, этилбензол, бромбензол. Напишите уравнения реакций сульфирования данных соединений. Приведите механизм реакции на одном примере.

6. Установите строение ароматического углеводорода состава C_9H_{10} , который обесцвечивает бромную воду и раствор KMnO_4 на холоде, а при нагревании с KMnO_4 дает терефталевую кислоту. Напишите уравнения соответствующих реакций.

7. Напишите схемы реакций нитрования толуола, изопропилбензола и нитробензола с последующим хлорированием на свету.

8. Приведите схему синтеза стирола из бензола. Где находит применение стирол? Напишите схему сополимеризации стирола с дивинилом.

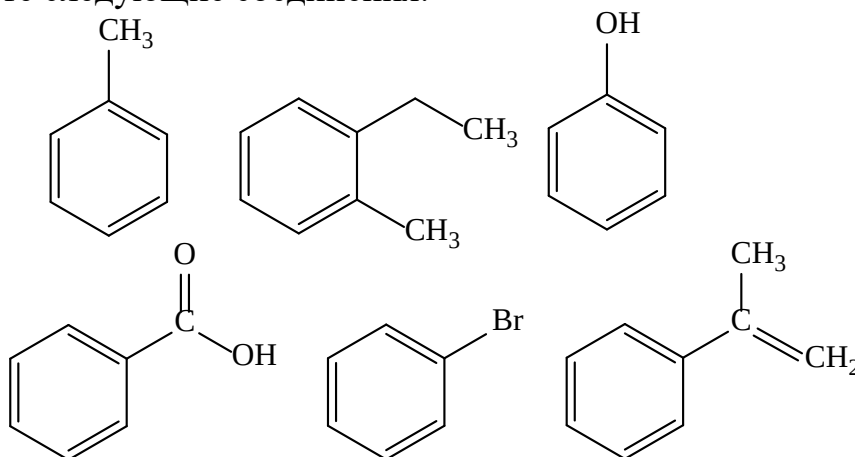
9. К пастообразной массе, полученной из 13,3 г безводного хлористого алюминия и хлористого *трет*-бутила, по каплям при перемешивании добавляют безводный бензол (пятикратный избыток по отношению к *трет*-бутилхлориду). Затем смесь оставляют на сутки, после чего промывают водой, сушат над хлористым кальцием, отгоняют избыток бензола и перегоняют в вакууме. Определите массу и объем исходных веществ, если выход конечного *трет*-бутилтилбензола составил 80 г (60 % от теоретического).

10. Путем пиролиза нефтяных фракций производят до 50 % бензола. При этом наряду с бензолом образуются толуол и ксилолы. Ввиду того, что толуол образуется в количествах, превышающих спрос на него, его также частично перерабатывают в бензол методом гидродеалкилирования и в смесь бензола и ксилолов – методом диспропорционирования. Напишите схемы соответствующих реакций переработки толуола.

Вариант 15

1. Какие соединения относятся к ароматическим в соответствии с правилом Хюккеля? Представьте схему образования орбиталей связей С-Н и С-С в молекуле толуола.

2. Назовите следующие соединения:



3. Представьте механизм алкилирования бензола этанолом. Для этилбензола напишите уравнения реакций: а) окисления; б) сульфирования; в) бромирования в условиях реакции радикального замещения.

4. Напишите схемы реакций алкилирования бензола следующими соединениями: а) бромистым метилом в присутствии AlBr_3 ; б) пропиленом в присутствии H_3PO_4 . Покажите механизмы этих реакций.

5. Напишите уравнения реакций хлорирования бензола и этилбензола в присутствии AlCl_3 и в отсутствие катализатора, но при ультрафиолетовом облучении. Представьте механизмы реакций.

6. Как путём ряда последовательных превращений получить 3-бром-4-метилбензолсульфокислоту из толуола? Напишите уравнения

соответствующих реакций. Объясните ориентирующее влияние заместителей.

7. Напишите схемы реакций получения из бензола следующих соединений: стирола, кумола, *мета*-нитробензойной кислоты.

8. Расположите следующие ароматические соединения в ряд по увеличению реакционной способности в реакциях электрофильного замещения: *пара*-нитротолуол, хлорбензол, 2-метилбензойная кислота, *мета*-дихлорбензол. Напишите реакции ацилирования ацетилхлоридом данных соединений. Приведите механизм реакции на одном примере.

9. Для синтеза 4-бром-*трет*-бутилбензола к 0.5 г железных опилок приливают 10 г *трет*-бутилбензола. Затем при перемешивании прибавляют 2 мл брома. По окончании прибавления брома смесь перемешивают в течение 2 часов, затем фильтруют и перегоняют в вакууме. Определите выход 4-бром-*трет*-бутилбензола в процентах от теоретического, если масса конечного продукта составляет 9 г.

10. Перечислите основные направления использования бензола и его ближайших гомологов (толуола и этилбензола).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Травень, В. Ф. Органическая химия: учебное пособие для вузов: в 3 т. – Т. I. / В. Ф. Травень. – 7-е изд., электрон. – М.: Лаборатория знаний, 2020. – 401 с. – Текст : электронный.
2. Травень, В. Ф. Органическая химия: учебное пособие для вузов: в 3 т. – Т. II. / В. Ф. Травень. – 7-е изд., электрон. – М. : Лаборатория знаний, 2020. – 550 с. – Текст : электронный.
3. Травень, В. Ф. Органическая химия: учебное пособие для вузов: в 3 т. – Т. III / В. Ф. Травень. – 7-е изд., электрон. – М.: Лаборатория знаний, 2020. – 391 с. – Текст : электронный.
4. Реутов, О. А. Органическая химия: в 4 ч. – Ч. 1. / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. – 9-е изд., электрон. – М.: Лаборатория знаний, 2021. – 570 с. – Текст : электронный.
5. Реутов О. А. Органическая химия: в 4 ч. – Ч. 2. / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. – 8-е изд. – М.: Лаборатория знаний, 2019. – 623 с. –Текст : непосредственный.
6. Реутов, О. А. Органическая химия: в 4 ч. – Ч. 3. / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. – 7-е изд., – М.: Лаборатория знаний, 2019. – 544 с. – Текст : непосредственный.
7. Реутов, О. А. Органическая химия: в 4 ч.– Ч. 4. / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. – 7-е изд., электрон. – М.: Лаборатория знаний, 2021. – 729 с.– Текст : электронный.
8. Травень, В. Ф. Задачи по органической химии: учебное пособие / В. Ф. Травень, А. Ю. Сухоруков, Н. А. Пожарская. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 263 с. – Текст : непосредственный.
9. Теренин, В. И. Практикум по органической химии / В. И. Теренин [и др.]; под ред. академика РАН Н. С. Зефирова. – 4-е изд., электрон. – М. : Лаборатория знаний, 2020. – 571 с. – Текст : непосредственный.
10. Травень, В. Ф. Практикум по органической химии: учебное пособие / В. Ф. Травень, А. Е. Щекотихин. – М.: Лаборатория знаний, 2015. – 592 с. – Текст : непосредственный.

Учебное издание

**Тришин Юрий Георгиевич
Шафеева Мария Владимировна**

Органическая химия. Углеводороды
Задачи и упражнения для самостоятельной работы

Учебно-методическое пособие

Редактор и корректор Е. О. Тарновская
Техн. редактор Е. О. Тарновская

Учебное электронное издание сетевого распространения

Системные требования:
электронное устройство с программным обеспечением
для воспроизведения файлов формата PDF

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016, по паролю.
- Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 01.02.2024 г. Рег. № 5018/24

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.