

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В.Плеханова
(технический университет)

Л.В.ГРИГОРЬЕВА, О.В.ЧЕРЕМИСИНА,
Т.Е.ЛИТВИНОВА

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Сборник задач

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2005

УДК 681.5.011:622 (075.80)

ББК 24.2

Г834

В сборнике изложены изометрия, номенклатура, химические свойства и способы получения некоторых классов органических соединений в виде учебных заданий и упражнений. Приведены примеры решения задач.

Сборник задач предназначен для студентов специальностей 330200 (280202) «Инженерная защита окружающей среды», 090600 (130503) «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», 090800 (130504) «Бурение нефтяных и газовых скважин», 090700 (130501) «Проектирование, сооружение и эксплуатация нефтепроводов и газонефтепроводов».

Научный редактор проф. *Д.Э.Чиркст*

Рецензенты: кафедра математического моделирования и оптимизации химико-технологических процессов (Санкт-Петербургский технологический институт); доц. М.В.Чарыкова (Санкт-Петербургский государственный университет).

Григорьева Л.В.

Г834. Органическая химия: Сборник задач / Л.В.Григорьева, О.В.Черемисина, Т.В.Литвинова. Под редакцией Д.Э.Чиркста; Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2005. 91 с.

ISBN 5-94211-135-9

УДК 681.5.011:622 (075.80)

ББК 24.2

ISBN 5-94211-135-9

© Санкт-Петербургский горный институт им. Г.В.Плеханова, 2005 г.

Введение

Органическая химия изучает законы химических превращений, состав, свойства, способы получения и применения органических соединений.

Органическими соединениями называются соединения углерода: углеводороды и их производные. Кроме углерода и водорода в органические соединения могут входить почти все элементы периодической системы. Однако чаще всего в состав органических соединений входят кислород, галогены, азот, сера, фосфор и некоторые металлы.

Изучение каждого класса органических соединений целесообразно начинать с номенклатуры, изомерии, переходя затем к свойствам и способам их получения. В сборник включены расчетные задачи, при решении которых студенту потребуются знания предыдущих курсов общей и физической химии.

1. АЛКАНЫ

1.1. Изомерия и номенклатура

Задачи.

1.1. Напишите эмпирические и структурные формулы метана, этана и пропана.

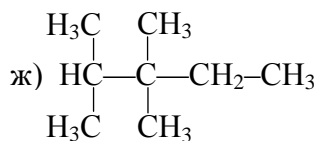
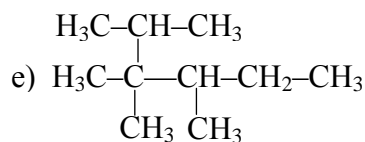
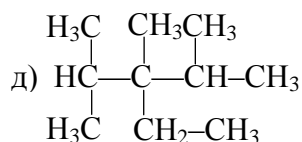
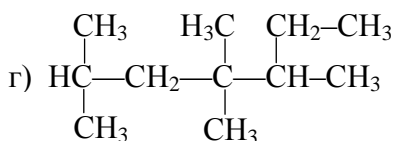
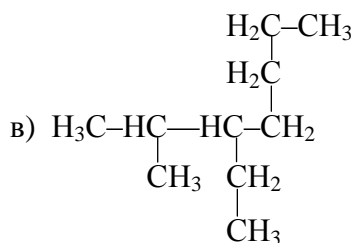
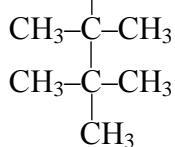
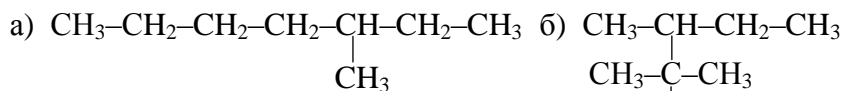
1.2. Напишите эмпирические и структурные формулы: а) пропана; б) бутана; в) изобутана.

1.3. Напишите структурные формулы всех изомеров пентана и назовите каждый изомер по международной систематической номенклатуре. Подчеркните в формулах первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода, соответственно, одной, двумя, тремя и четырьмя черточками.

1.4. Напишите структурные формулы изомеров C_6H_{14} : а) нормального строения; б) с двумя третичными атомами углерода; в) с четвертичным атомом углерода; г) два изомера с одним третичным атомом углерода. Назовите каждый изомер по международной систематической номенклатуре.

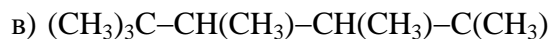
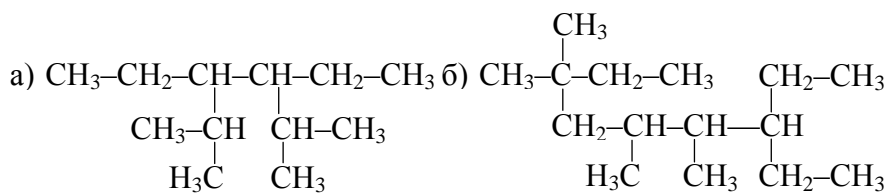
1.5. Напишите эмпирическую формулу гептана. Выведите все (девять) изомерные углеводороды этого состава. Назовите каждый изомер по международной систематической номенклатуре.

1.6. Назовите по международной систематической номенклатуре углеводороды:



1.7. Напишите эмпирические и структурные формулы следующих углеводородов: а) 2,2-диметилгексан; б) 2,3-диметил-3-этилгексан; в) 2,3,4-триметилпентан; г) 2,5-диметил-3,3-диэтилгексан; д) 2,2,3,4-тетраметилгексан; е) 2,4,4,5-тетраметилгептан.

1.8. Назовите по международной систематической номенклатуре следующие углеводороды:



1.2. Химические свойства

1.9. Напишите схему реакций последовательного бромирования метана. Укажите условия, при которых возможны такие реакции. Назовите все бромпроизводные, которые могут при этом образовываться.

Напишите аналогичные реакции последовательного хлорирования метана, показав цепной свободнорадикальный механизм этой реакции.

1.10. Какие хлорпроизводные могут быть получены замещением одного атома водорода на хлор: а) в пропане; б) в бутане; в) в изобутане; г) в 2-метилбутане? Напишите схемы реакций хлорирования. Укажите условия проведения реакций. Назовите образующиеся монохлорпроизводные.

1.11. Напишите схемы реакций, протекающих при действии азотной кислоты (реакция нитрования, или реакция М.И. Коновалова) на предельные углеводороды: а) бутан; б) изобутан; в) пентан; г) 2-метилбутан. Укажите условия и преимущественное течение реакций. Назовите образующиеся нитросоединения.

1.12. Напишите схемы реакций окисления углеводорода $\text{C}_{21}\text{H}_{44}$ нормального строения: а) избытком кислорода (реакция горения); б) действие ограниченного количества окислителя – для получения карбоновых кислот (одну из возможных реакций). Напишите аналогичные реакции для нормального углеводорода $\text{C}_{25}\text{H}_{52}$.

1.13. Напишите реакции дегидрирования (с отнятием одной молекулы водорода): а) этана; б) изобутана; в) бутана; г) 2-метилбутана.

1.14. В чем сущность крекинга углеводородов? Напишите схемы реакций с образованием возможных продуктов при крекинге: а) бутана; б) гексана.

1.3. Способы получения

1.15. Какие углеводороды получаются при действии металлического натрия на галогенпроизводные (синтез Вюрца): а) 2-метил-2-иодпропан; б) 2-бромбутан? Напишите схему реакций и назовите образующиеся углеводороды.

1.16. Какие углеводороды образуются при синтезе Вюрца, если металлическим натрием действовать на смесь галогеналкилов 2-иодпропан и 2-метил-2-иодбутан? Напишите схему реакций и назовите образующиеся углеводороды.

1.17. Из каких бром- или иодпроизводных могут быть получены по реакции Вюрца углеводороды: а) 4,5-диметилпентан; б) 2,3,4,5-тетраметилгексан; в) 3,3,4,4-тетраметилгексан; г) октан? Напишите схему реакций. Назовите исходные галогеналкилы.

1.18. Какие наиболее простые галогеналкилы могут быть взяты для получения по реакции Вюрца следующих углеводородов: а) 2,2,3-триметилпентан; б) 2-метилбутан; в) 2,2,4-триметилпентан; г) 2,4-диметилгексан? Напишите в каждом случае основную (целевую) и побочные реакции. Назовите исходные галогеналкилы и углеводороды, образующиеся в результате побочных реакций.

2. АЛКЕНЫ

2.1. Изомерия и номенклатура

Задачи.

2.1. Используя упрощенные структурные формулы, выведите все изомерные углеводороды состава: а) C_5H_{12} (пять изомеров); б) C_4H_8 (три изомера). Укажите, какие изомеры различаются строением

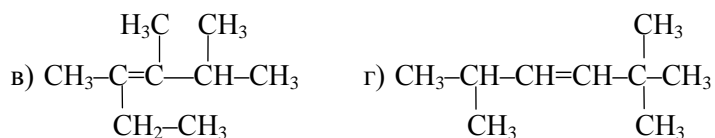
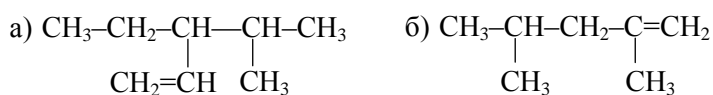
углеродного скелета, и какие положением двойной связи. Назовите каждый изомер по международной систематической номенклатуре. Напишите структурную формулу одного из изомеров C_4H_8 , используя для обозначения связей электронные пары. Объясните электронное строение двойной связи и смысл понятий о δ - и π -связях.

2.2. Напишите эмпирическую формулу алкена с шестью атомами углерода. Выведите все изомерные углеводороды этого состава (тринадцать) и назовите каждый по международной систематической номенклатуре.

2.3. Напишите эмпирические формулы: а) гептена; б) октена. Выведите все соответствующие изомеры. Назовите их по международной систематической номенклатуре.

2.4. Напишите формулу следующих углеводородов и дайте каждому название по международной систематической номенклатуре: а) 5-метил-3-гептен; б) 4,4-диметил-2-пентен; в) 2,3,3-триметил-1-бутен; г) 2,5-диметил-3-гептен; д) 2,4-диметил-1-пентен.

2.5. Назовите по международной систематической номенклатуре следующие углеводороды:



2.6. Напишите структурные формулы углеводородов: а) 3,4-диметил-3-гексена; б) 2-метил-3-этил-2-пентена; в) 2,5-диметил-3-гексена; г) 2,5-диметил-2-гексена; д) 2,3-диметил-1-пентена. Укажите углеводороды, для которых возможна геометрическая изомерия. Напишите формулы соответствующих геометрических изомеров и назовите их. Укажите, чем различается строение таких изомеров. Объясните, почему для некоторых из приведенных соединений геометрическая изомерия невозможна.

2.2. Химические свойства

2.7. Напишите схемы реакций и укажите условия гидрирования следующих углеводородов: а) 2-метил-2-пентена; б) 2,4-диметил-2-пентена; в) 2,4-диметил-3-гексена. Назовите образующиеся углеводороды.

2.8. Выведите формулы и укажите названия всех алкенов, при гидрировании которых может быть получен 2,2,4-триметилпентан (изооктан). Напишите уравнения соответствующих реакций.

2.9. Напишите уравнение реакций действия: а) брома на 3-метил-1-бутен; б) хлора на 2,3-диметил-2-бутен. Назовите образующиеся соединения. Какая из этих реакций используется как качественная на непредельную связь и почему?

2.10. Напишите уравнения реакций присоединения: а) бромоводорода к пропену; б) хлороводорода к 2,4,4-триметил-2-пентену. Назовите образующиеся соединения и объясните каждую реакцию.

2.11. Напишите реакции взаимодействия иодоводорода с: а) 2-метил-3-гексеном; б) 2-метил-2-гексеном; в) 3-гексеном. В каких реакциях не имеет значения правило Марковникова? В какой из них возможно образование смеси двух изомерных галогенпроизводных? Назовите образующиеся соединения.

2.12. Напишите и объясните реакции присоединения концентрированной серной кислоты при действии ее на углеводороды: а) этен; б) 2-метил-2-бутен. Что представляют собой продукты реакции? Назовите каждое соединение.

2.13. Напишите и объясните реакции гидратации а) 2-метил-1-пропена; б) 2-метил-2-пентена; в) 4-метил-2-пентена. Укажите условия, при которых протекают эти реакции. Что представляют собой образующиеся соединения?

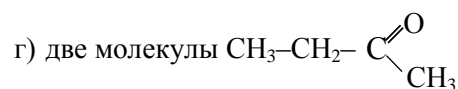
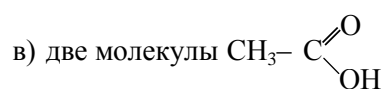
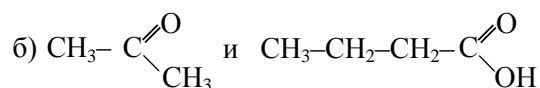
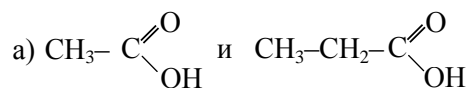
2.14. Напишите схемы реакций гидратации в присутствии серной кислоты углеводородов, указанных в задаче 2.13. Укажите две стадии процесса.

2.15. Напишите схемы реакций осторожного окисления перманганатом калия в щелочном или нейтральном растворе (реакция Е.Е.Вагнера) следующих углеводородов: а) 4,4-диметил-2-пентен;

б) 3-метил-2-бутен. Что представляют собой продукты окисления? Почему окисление перманганатом может служить качественной реакцией на непредельную связь?

2.16. Для приведенных ниже этиленовых углеводородов напишите схемы реакций окисления с распадом молекул по месту двойной связи: а) 3-гексена; б) 2-метил-2-пентена; в) 3-метил-2-пентена.

2.17. Напишите формулы и названия алкенов, при окислении которых образуются следующие соединения:



Напишите соответствующие реакции окисления.

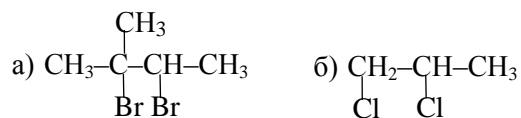
2.18. Напишите схемы полимеризации: а) 1-пропена; б) 4-метил-1-пентена. Как называются образующие полимеры? Чем различается строение их цепей? Укажите условия полимеризации указанных углеводородов.

2.3. Способы получения

2.19. Какие алкены могут быть получены путем дегидрирования: а) 2-метилбутана; б) бутана? Напишите уравнения реакций и назовите полученные углеводороды.

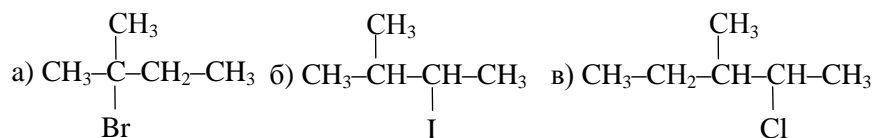
2.20. Напишите уравнения реакций получения путем дегидрирования алканов следующих непредельных углеводородов: а) 1-пропена; б) 2-метил-1-пропена. Назовите исходные углеводороды.

2.21. Напишите схемы реакций получения следующих алкенов из дигалогенпроизводных:



Назовите исходные галогенпроизводные и образующиеся углеводороды по международной систематической номенклатуре.

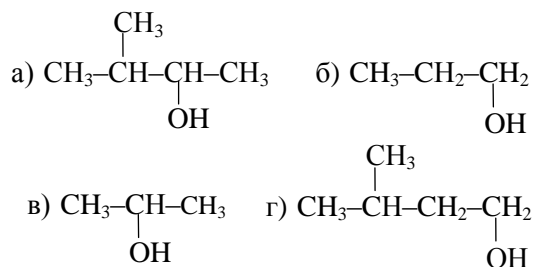
2.22. Напишите и объясните реакции получения алкенов действием спиртового раствора едкого кали на галогенпроизводные:



Назовите образующиеся углеводороды.

2.23. Напишите схемы реакций получения алкенов из галогенпроизводных: а) 3-хлоргексана; б) 2-хлорпентана; в) 3-хлорпентана. В каком случае следует ожидать образование смеси изомерных алкенов и почему? Назовите образующиеся углеводороды.

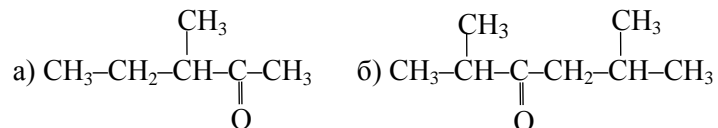
2.24. Напишите и объясните реакции получения алкенов путем дегидратации следующих спиртов:



Назовите образующиеся углеводороды.

3.7. Напишите и объясните реакции гидратации алкинов (реакция М.Г. Кучерова), взяв в качестве исходных следующие соединения: а) ацетилен; б) 1-бутин; в) 4,4-диметил-1-пентин. К каким классам соединений относятся образующиеся вещества?

3.8. Из каких алкинов по реакции М.Г.Кучерова могут быть получены соединения:



Назовите исходные углеводороды. Напишите уравнения реакций.

3.9. Напишите уравнения реакций образования ацетиленидов при действии на ацетилен: а) аммиачного раствора оксида серебра $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$; б) металлического натрия; в) аммиачного раствора хлорида тетраамминомеди (II) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$.

3.10. Какие из перечисленных углеводородов способны образовывать ацетилениды: а) 2-этил-1-гексин; б) 4-метил-1-пентин; в) 4-метил-2-пентин? Напишите соответствующие реакции с аммиачным раствором оксида серебра.

3.3. Способы получения

3.11. Напишите и объясните реакции получения алкинов действием спиртового раствора щелочи из следующих галогенпроизводных: а) 1,1-дибромбутана; б) 4-метил-1,2-дихлорпентана; в) 2,2-диметил-3,3-дибромпентана; г) 3,4-дииодгексана; д) 3,4-диметил-1,2-дихлорпентана. Назовите образующиеся углеводороды.

3.12. Напишите уравнения реакций получения алкиновых углеводородов из следующих галогенпроизводных: а) 2,2,3,3-тетрахлорпентана; б) 1,1,2,2-тетрабромбутана; в) 3,3,4,4-тетрахлоргексана. Назовите образующиеся углеводороды.

3.13. Алкиновые углеводороды могут быть получены из алкеновых путем присоединения к последним галогенов с последующим отщеплением галогеноводорода от образовавшегося дигалогенпроиз-

водного. Например $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHBr-CHBr-CH}_3 + 2\text{KOH}_{(\text{спирт})} \rightarrow \text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-CH}_3$.

Какие из приведенных алкенов могут быть использованы для получения алкинов по этой схеме: а) 4-метил-2-пентен; б) 2-метил-2-пентен; в) 2-метил-1-гексен? Напишите схемы реакций.

3.14. Напишите схемы реакций получения алкинов путем взаимодействия галогеналкилов с ацетиленидами металлов: а) 2-бромпропан с моноватриевым ацетиленидом $\text{HC}\equiv\text{CNa}$; б) 3-метил-1-йодбутана с $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CNa}$; в) 2-метил-1-бромпропана с натриевым ацетиленидом изопропилацетилена.

4. АЛКАДИЕНЫ

4.1. Изомерия и номенклатура

Задачи.

4.1. Напишите формулы всех изомерных диеновых углеводородов состава C_5H_8 с нормальной цепью (их четыре). Назовите каждый изомер. Укажите, какие из этих углеводородов относятся к диенам с кумулированными, с сопряженными и с изолированными двойными связями.

4.2. Напишите формулы следующих углеводородов: а) пропандиена; б) 1,3-бутадиена; в) 2-метил-1,3-бутадиена; г) 2,4-гексадиена; д) 1,5-гексадиена; е) 2,3-диметил-1,3-бутадиена. Какие из этих соединений относятся к диенам с кумулированными, сопряженными и изолированными двойными связями? Отметьте соединения, являющиеся изомерами. Расставьте под формулами соответствующих углеводородов следующие названия: изопрен, аллен, дивинил, диаллил. Напишите формулы углеводородных радикалов, от которых происходят два последних названия.

4.2. Химические свойства

4.3. Напишите схемы реакций присоединения одной молекулы брома к диеновым углеводородам: а) 1,4-пентадиену; б) 2-метил-1,4-пентадиену; в) 1,5-гексадиену; г) 1,4-гексадиену; д) 3,3-диметил-1,4-

пентадиену. В каких случаях и почему образуется смесь двух дибромпроизводных? Назовите все продукты присоединения одной молекулы брома.

4.4. Для каждого из приведенных в задаче 4.3. углеводородов напишите реакции ступенчатого гидрирования. Назовите по международной заместительной номенклатуре все образующиеся алкены и алканы.

4.5. Напишите схемы реакций, протекающих при присоединении одной молекулы хлора к 1,3-бутадиену. Назовите образующиеся дихлорпроизводные. Образование какого из них и почему характерно для соединений типа 1,3-бутадиена? Какая из реакций называется 1,4-присоединением и 1,2-присоединением? Какое соединение получается при действии на каждое из образовавшихся дихлорпроизводных еще одной молекулы хлора?

4.6. Образование каких дибромпроизводных возможно при действии одной молекулы брома: а) на изопрен; б) на 2,3-диметил-1,3-бутадиен? Напишите и объясните схемы реакций. Назовите соединения.

4.7. Напишите схемы реакций, протекающих по типу 1,4-присоединения при действии одной молекулы брома на углеводороды: а) 1,3-пентадиен; б) 2,4-гексадиен; в) 2-метил-2,4-пентадиен. Назовите образующиеся бромпроизводные.

4.8. Гидрирование диенов газообразным водородом в присутствии платинового катализатора протекает как 1,4-присоединение и 1,2-присоединение. Напишите уравнения реакций присоединения в этих условиях одной молекулы водорода к изопрену с образованием всех возможных алкенов и назовите их.

4.9. Напишите и объясните реакции последовательного гидрирования водородом «в момент выделения» (считая, что оно протекает по типу 1,4-присоединения) для углеводородов, приведенных в задаче 4.7. Назовите образующиеся алкены и алканы.

4.10. Напишите схемы полимеризации по типу 1,4-присоединения для следующих диеновых углеводородов: а) изопрена; б) 2,3-диметил-1,3-бутадиена; в) 1,3-пентадиена. Обозначьте в полимерных цепях звенья исходных мономеров.

4.11. Напишите формулы, выражающие различия в пространственном строении цис- и транс-полимеров: а) поли-1,3-бутадиена; б) полиизопрена. Как влияет пространственное строение на физико-механические свойства полимера (объясните на примере натурального каучука и гуттаперчи)?

4.12. Напишите схему строения полибутадиена, получающегося при полимеризации 1,4-бутадиена, принимая, что в полимере чередуются звенья, образовавшиеся в результате 1,4-присоединения, и звенья, образовавшиеся в результате 1,2-присоединения.

4.3. Способы получения

4.13. Напишите уравнения реакции получения диеновых углеводородов дегидрированием: а) бутана; б) 2-метилбутана; в) 2,3-диметилбутана. Назовите промежуточные и конечные продукты.

4.14. Напишите уравнения реакций получения диеновых углеводородов действием спиртового раствора щелочи: а) на 1,4-дихлорбутан; б) на 4-метил-1,5-дибромгексан. Назовите образующиеся алкадиены.

4.15. Какой диеновый углеводород должен получиться преимущественно при действии спиртового раствора щелочи: а) на 1,4-дибромгексан; б) на 3,6-дихлороктан? Объясните реакции. Назовите образующиеся алкадиены.

5. ГАЛОГЕНПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

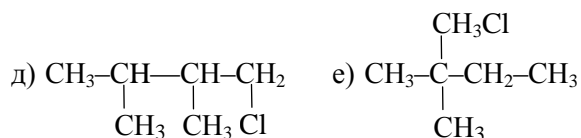
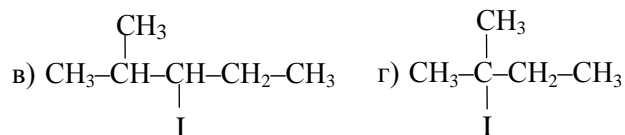
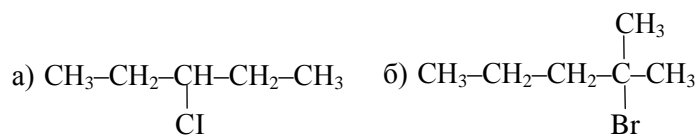
5.1. Изомерия и номенклатура

Задачи.

5.1. Напишите формулы: а) монобромпроизводного метана; б) монохлорпроизводного этана. Назовите их.

5.2. Выведите формулы всех изомеров: а) C_3H_7I ; б) C_4H_9Cl . Назовите их. Обозначьте изомеры по положению галогена и изомера по углеродному скелету.

5.3. Назовите следующие галогенпроизводные по международной систематической номенклатуре:

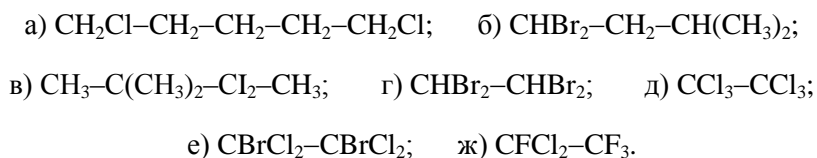


Укажите, какие из них относятся к первичным, вторичным и третичным галогеналкилам.

5.4. Напишите формулы: а) 1-иодпропана; б) 3-метил-1-бромбутана; в) 3,3-диметил-2-бромгексана; г) 2,3-диметил-1-иодбутана; д) 2,3,4-триметил-2-хлоргептана; е) метилэтилбромметана; ж) метилдиизопропилхлорметана. Какие из них являются первичными, вторичными и третичными галогеналкилами?

5.5. Выведите формулы всех изомерных дигалогенпроизводных: а) $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2$ (девять изомеров); б) $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$; в) $\text{C}_3\text{H}_6\text{I}_2$. Назовите их по международной номенклатуре.

5.6. Назовите по международной номенклатуре следующие полигалогенпроизводные:



5.7. Выведите формулы монобромпроизводных: а) этилена; б) пропилена; в) 3-гексена. Какое из них называется бромистым винилом и какое – бромистым аллилом?

5.8. Выведите изомеры C_4H_7Cl (8 изомеров). Назовите их по международной номенклатуре.

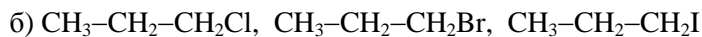
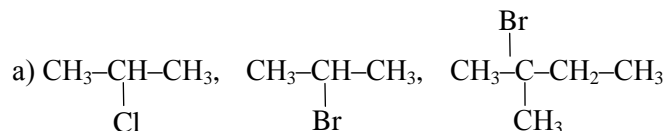
5.9. Напишите формулы: а) 4-метил-5-бром-1-пентена; б) 3-метил-2-хлор-1-гептена; в) 2-хлор-1,3-бутадиена; г) 5-иод-1,3-пентадиена. Какое из этих соединений называется хлоропреном?

5.2. Химические свойства

5.10. Напишите схемы реакций гидролиза при действии водного раствора щелочи на моногалогенпроизводные: а) 3-метил-1-хлорбутан; б) 3-метил-2-бромгексан; в) 2,5-диметил-3-хлорпептан. К какому классу относятся образующиеся соединения?

5.11. Напишите схемы реакций щелочного гидролиза дигалогенпроизводных: а) 2-метил-1,4-дибромбутана; б) 2,2-диметил-1,3-дихлорпропана. К какому классу относятся продукты реакции?

5.12. Учитывая природу галогена и положение его атома в молекуле, укажите, какие из галогенпроизводных будут быстрее реагировать с водным раствором щелочи:



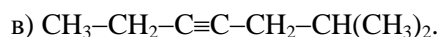
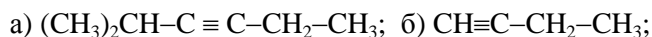
5.13. Какие из приведенных галогенпроизводных легко подвергаются гидролизу в водном растворе щелочи: а) 2-хлор-1-бутен; б) 3-хлор-1-бутен; в) 4-бром-1-бутен; г) 4-метил-4-иод-1-пентен; д) 4-метил-6-бром-1-гексен. Напишите формулы галогенпроизводных и соответствующие реакции для тех из них, которые подвергаются гидролизу.

5.14. Напишите схемы реакций полимеризации: а) хлористого винила; б) 2-хлор-1,3-бутадиена (хлоропрена). Как называются образующиеся полимеры?

5.3. Способы получения

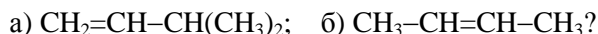
5.15. Напишите уравнения реакций получения хлористого винила: а) из этилена; б) из ацетилена.

5.16. Какие монобромпроизводные этиленовых углеводородов могут быть получены из следующих соединений:



Напишите и объясните реакции. Назовите исходные углеводороды и образующиеся галогенпроизводные.

5.17. Какие непредельные моногалогенпроизводные можно получить из следующих алкенов путем присоединения хлора и последующего отщепления одной молекулы хлористого водорода:



Назовите по международной систематической номенклатуре исходные углеводороды и образующиеся галогенпроизводные.

5.4. Расчетные задачи

5.18. Какой объем кислорода (н.у.) потребуется для сжигания 4 моль бутана?

5.19. Рассчитайте объем кислорода, необходимый для сжигания смеси, состоящей из метана массой 0,048 кг и этана объемом 0,042 м³ (н.у.).

5.20. Хватит ли воздуха объемом 0,112 м³ (н.у.) для сжигания пропана 4 моль (н.у.).

5.21. Какой объем раствора гидроксида натрия (концентрация 8 %, плотность 1,09 г/см³) потребуется для поглощения оксида

углерода (IV) (до образования кислой соли), полученного при полном сгорании 11,2 л пропана?

5.22. Напишите уравнение реакции горения дихлорэтана и вычислите объем каждого из трех газообразных продуктов реакции, если сгорает 3 моль дихлорэтана.

5.23. Определите простейшую формулу газа, на сжигание 1 л которого израсходовано 2 л кислорода, причем образовалось 1 л углекислого газа и 2 л водяных паров (н.у.).

5.24. Определите молекулярную формулу органического соединения, содержащего 80 % углерода и 20 % водорода, если плотность его по воздуху 1,034.

5.25. Определите молекулярную формулу углеводорода, который содержит 85,7 % углерода и имеет плотность по водороду 21.

5.26. Хлорпроизводное предельного углеводорода имеет молекулярную массу 257. Состав этого соединения следующий: хлор 89,9 %, углерод 10,1 %. Определите его молекулярную формулу.

5.27. Какой объем воздуха (н.у.) потребуется для сжигания 5 м³ метана? Какой объем углекислого газа получится? Объемная доля кислорода в воздухе 20 %.

5.28. На полное сгорание 0,1 моль предельного углеводорода неизвестного строения израсходовано 56 л воздуха (н.у.). Напишите структурную формулу этого углеводорода и назовите его (кислорода в воздухе по объему 20 %).

5.29. Какова структурная формула предельного углеводорода, если масса 5,6 л его при н.у. составляет 11 г?

5.30. Напишите изомерные формы углеводорода, имеющего следующий элементный состав: углерод 82,76 %, водород 17,24 % (относительная плотность по водороду 29).

5.31. При сжигании 1 моль предельного углеводорода образуется 22,4 л углекислого газа (н.у.) и 36 г воды. Найдите молекулярную формулу этого соединения и рассчитайте, какой объем воздуха потребуется для полного сгорания 1 л этого газа.

5.32. При сжигании газообразного углеводорода с плотностью по водороду 21 получено 8,4 л оксида углерода (IV) (н.у.) и 6,75 г воды. Определите формулу углеводорода.

5.33. Определите молекулярную формулу углеводорода, если известно, что при сгорании $0,0112 \text{ м}^3$ его образуется углекислый газ объемом $0,0336 \text{ м}^3$ (объемы газов измерены при н.у.) и пары воды массой $0,036 \text{ кг}$.

5.34. Определите молекулярную формулу углеводорода, содержащего $82,8 \%$ углерода и $17,2 \%$ водорода; плотность вещества при н.у. $2,59 \text{ г/л}$.

5.35. При сжигании углеводорода массой $8,4 \text{ г}$ образовалось $26,4 \text{ г}$ углекислого газа. Плотность вещества при н.у. $1,875 \text{ г/л}$. Найдите его молекулярную формулу.

5.36. Определите молекулярную формулу углеводорода, в котором массовая доля углерода $85,7 \%$; плотность вещества по водороду 28 .

5.37. При сжигании $6,45 \text{ г}$ газообразного галогеналкана образовалось $4,48 \text{ л}$ углекислого газа и $2,24 \text{ л}$ хлороводорода (н.у.); плотность неизвестного вещества при н.у. $2,879 \text{ г/л}$. Выведите молекулярную формулу вещества.

5.38. При сжигании $8,4 \text{ г}$ органического вещества получено $26,4 \text{ г}$ углекислого газа и $10,8 \text{ г}$ воды. Плотность паров этого вещества по воздуху $2,9$. Определите молекулярную формулу вещества. К какому гомологическому ряду оно относится?

5.39. Определите молекулярную формулу углеводорода, если известно, что $1,3 \text{ г}$ его при сжигании образуют $2,24 \text{ л}$ оксида углерода (IV) и $0,9 \text{ г}$ паров воды. Масса 1 мл этого углеводорода при н.у. $0,00116 \text{ г}$. К какому гомологическому ряду он относится?

5.40. При сжигании 28 мл газа получено 84 мл оксида углерода (IV) и $67,5 \text{ мг}$ воды (объемы газов измерены при н.у.). Плотность газа по водороду 21 . Определите молекулярную формулу газа.

5.41. Определите молекулярную формулу газа, если известно, что при сжигании $2,24 \text{ л}$ его образовалось $4,48 \text{ л}$ углекислого газа (н.у.) и $1,8 \text{ г}$ воды. Плотность газа по воздуху $0,8966$.

5.42. Углекислый газ, образующийся при полном сгорании $0,1 \text{ моль}$ алкана, при пропускании через избыток известковой воды дает 60 г белого осадка. Определите молекулярную формулу этого углеводорода.

5.43. Для нейтрализации хлороводорода, образовавшегося при радикальном хлорировании газообразного предельного углеводорода объемом 112 см^3 , потребовалось $7,26 \text{ мл}$ раствора гидроксида натрия (концентрация 10% , плотность $1,1 \text{ г/мл}$). Рассчитайте, сколько атомов водорода в исходном углеводороде заместилось хлором.

5.44. При дегидратации $12,5 \text{ мл}$ абсолютного этилового спирта (плотность $0,8 \text{ г/см}^3$) получено 3 л этилена. Рассчитайте выход этилена.

5.45. Определите молярную массу и напишите структурные формулы всех возможных изомеров этиленового углеводорода, если известно, что $1,12 \text{ г}$ его могут обесцветить 8 г раствора брома в хлороформе концентрацией 40% .

5.46. При пропускании этилена через склянку с бромом масса склянки увеличилась на $1,4 \text{ г}$. Вычислите объем этилена, прореагировавшего с бромом.

5.47. На полное гидрирование $2,8 \text{ г}$ этиленового углеводорода израсходовано $0,896 \text{ л}$ водорода (н.у.). Вычислите молярную массу и напишите структурную формулу этого соединения, имеющего нормальную цепь углеродных атомов.

5.48. Какова структурная формула углеводорода ряда алкенов, если $1,4 \text{ г}$ его реагируют с 4 г брома, а при окислении водным раствором перманганата калия образуется симметричный двухатомный спирт?

5.49. При пропускании ацетиленового газа через аммиачный раствор оксида серебра образовалось взрывчатое вещество, не содержащее водорода. Какова структурная формула соединения? Какой объем (при н.у.) ацетиленового газа потребуется для получения $0,024 \text{ кг}$ продукта реакции, если выход составляет 80% от теоретического?

5.50. При пропускании смеси этана и ацетиленового газа через склянку с бромной водой масса содержимого склянки увеличилась на $1,3 \text{ г}$, а при полном сгорании такого же количества смеси углеводородов выделилось 14 л углекислого газа (н.у.). Определите объем (при н.у.) исходной смеси газов.

5.51. При сжигании $3,9 \text{ г}$ органического вещества (плотность паров по водороду 39) образовалось $13,2 \text{ г}$ оксида углерода (IV) и $2,7 \text{ г}$ воды. Какова структурная формула исходного соединения?

Напишите уравнение реакции бромирования его при нагревании (в присутствии железных опилок).

5.52. 3 л смеси этана и этилена пропущены через 250 мл бромной воды (содержание Br_2 – 3%, плотность $1,02 \text{ г/см}^3$), в результате получилось 4,7 г дибромэтана. Определите процентный состав смеси углеводородов и массу не прореагировавшего брома.

5.53. При сжигании 1 моль ацетилена выделяется 1350 кДж теплоты. Сколько теплоты выделяется при сжигании 2 м^3 ацетилена?

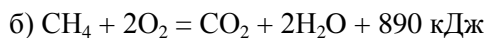
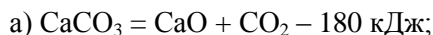
5.54. Составьте термохимическое уравнение на основе следующих данных: при сжигании $0,002 \text{ м}^3$ метана выделяется 80,1 кДж теплоты. Рассчитайте, сколько тепловой энергии выделится при сжигании 1000 м^3 ставропольского природного газа (объемная доля метана 98 %), условно полагая, что другие компоненты природного газа не горючи.

5.55. На основании термохимического уравнения реакции полного сгорания ацетилена $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2700 \text{ кДж}$ рассчитайте, сколько теплоты выделится, если будет израсходовано: а) 13 г ацетилена; б) 0,5 моль ацетилена; в) 100 м^3 ацетилена.

5.56. На основании термохимического уравнения реакции горения этилена $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 1400 \text{ кДж}$ рассчитайте, сколько выделится теплоты, если в реакцию вступило: а) 1 моль кислорода; б) 336 м^3 кислорода; в) 50 м^3 этилена.

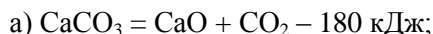
5.57. На основании термохимического уравнения реакции горения метана $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 890 \text{ кДж}$ рассчитайте, какой объем метана надо сжечь, чтобы получить $4,45 \cdot 10^5 \text{ кДж}$ энергии.

5.58. По термохимическим уравнениям:



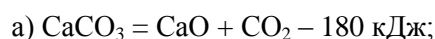
рассчитайте, какой минимальный объем природного газа, содержащего 95 % метана, необходимо сжечь, чтобы полученной энергии хватило для разложения 0,55 т известняка, содержащего 90 % карбоната кальция.

5.59. По термохимическим уравнениям:



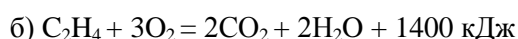
рассчитайте, какую минимальную массу каменного угля, содержащего 90 % углерода, потребуется сжечь для получения 1 т негашеной извести, если выход ее составляет 85 % от теоретического.

5.60. По термохимическим уравнениям:



рассчитайте, хватит ли теплоты, выделившейся при сгорании 1 т каменного угля, содержащего 75 % углерода, чтобы получить 1 т негашеной извести, выход которой составляет 80 % от теоретического.

5.61. По термохимическим уравнениям:



вычислите, какую массу каменного угля, в котором 85 % углерода, надо сжечь, чтобы выделилось столько же теплоты, сколько ее выделяется при сжигании 0,7 т этилена.

5.62. При сжигании 1 моль ацетилена выделяется 1350 кДж теплоты. Какой минимальный объем ацетилена надо сжечь, чтобы энергии хватило на разложение 9 т воды? Тепловой эффект реакции разложения воды 572 кДж.

5.63. Тепловой эффект реакции горения угля 401 кДж. Вычислите, какую массу угля, в котором 90 % углерода, надо сжечь, чтобы энергии хватило на получение $112 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ водорода (в пересчете на н.у.) из воды. Тепловой эффект реакции разложения воды 572 кДж.

5.64. При сжигании 117,9 л природного газа, содержащего 95 % метана, выделилось столько теплоты, что ее хватило для разложения 3,09 кг известняка, содержащего 80 % карбоната кальция. Составьте термохимическое уравнение реакции разложения карбоната кальция, если известно, что при сжигании 1 моль метана выделяется 890 кДж теплоты.

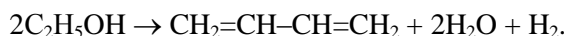
5.65. При действии 30 г брома на 20 г смеси пентана и пентена в результате реакции оказалось неизрасходованным 6,8 г брома. Определите процентный состав исходной смеси.

5.66. Через емкость с бромной водой пропущено 5 м^3 метана с примесью этилена. При этом метан очистился от примесей, а масса склянки увеличилась на $0,56 \text{ кг}$. Рассчитайте объемную долю (в процентах) примеси этилена в исходном образце метана.

5.67. К смеси $33,6 \text{ л}$ (н.у.) метана и бутена добавили $11,2 \text{ л}$ водорода и пропустили над нагретым никелем. Объем исходной смеси при этом уменьшился на $11,2 \text{ л}$. Вычислите объемные доли (в процентах) каждого газа в исходной смеси, учитывая, что после реакции газовая смесь состояла из двух компонентов.

5.68. Какую массу этилового спирта можно получить из 448 м^3 этилена прямой гидратацией, если известно, что выход продукта реакции составляет 90% от теоретического?

5.69. Реакцию получения бутадиена из этилового спирта по способу С.В.Лебедева можно выразить уравнением:



Выход бутадиена составляет 75% от теоретического. Вычислите, какую массу бутадиена можно получить из 200 л этилового спирта (содержание $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 96% , плотность $0,8 \text{ г/см}^3$).

5.70. Сколько литров ацетилена (н.у.) образуется, если 10 г карбида кальция, содержащего 4% примесей, внести в емкость с 36 мл воды?

5.71. Какой объем ацетилена необходим для получения $0,0336 \text{ м}^3$ винилхлорида, если используется только 75% ацетилена?

5.72. Какой объем водорода (н.у.) выделится при каталитическом получении дивинила из 2 м^3 бутана?

5.73. Какая масса карбида кальция необходима для получения бензола массой $15,6 \text{ кг}$?

5.74. Каким объемом метана можно заменить для получения ацетилена технический карбид кальция массой 16 кг , в котором 20% примесей?

5.75. Какой объем хлора (н.у.) потребуется для получения из бензола $26,19 \text{ кг}$ гексахлорциклогексана, если выход составляет 90% от теоретического?

5.76. При пропускании ацетилена в спиртовой раствор йода получено соединение, содержащее $90,7 \%$ йода и $0,7 \%$ водорода по

массе. Определить формулу этого вещества, если плотность его паров по гелию 70.

5.77. Карбид кальция поставляется потребителям в барабанах, вмещающих до 130 кг. Какой объем ацетилена (н.у.) можно получить из технического карбида, содержащего 80 % основного вещества?

5.78. Карбид кальция, идущий для получения технического ацетилена, должен отвечать определенным требованиям: при действии воды на 100 г карбида должно выделяться около 26 л ацетилена. Каково содержание карбида кальция в этом образце технического карбида?

5.79. В лаборатории из $25,2 \text{ м}^3$ ацетилена получили 18,72 кг бензола. Рассчитайте выход продукта реакции.

5.80. В лаборатории при бромировании 78 кг бензола было получено 78,5 кг бромбензола. Рассчитайте выход продукта реакции.

5.81. При взаимодействии 156 кг бензола с концентрированной азотной кислотой получено 160 кг нитробензола. Рассчитайте выход нитробензола.

5.82. В 1825 г. М.Фарадей обнаружил в светильном газе углеводород, в котором было 92,3 % углерода и 7,7 % водорода. Плотность паров углеводорода по воздуху 2,69. Какова его молекулярная формула? Какое строение его молекулы можно предположить?

5.83. Из $13,44 \text{ м}^3$ ацетилена получили $0,0138 \text{ м}^3$ бензола (плотность 880 кг/м^3). Вычислите выход продукта реакции.

5.84. Какой объем кислорода и воздуха (в пересчете на н.у.) потребуется для сжигания $0,39 \text{ м}^3$ бензола (плотность 880 кг/м^3)? Считать, что в кислороде бензол окисляется полностью, а на воздухе – частично.

5.85. Газ, выделившийся при получении бромбензола из 22,17 мл бензола (плотность $0,88 \text{ г/см}^3$), ввели в реакцию с 4,48 л изобутилена. Какие соединения образовались и какова их масса, если учесть, что выход бромбензола составлял 80 % от теоретического, а реакция с изобутиленом прошла с выходом 100 %?

5.86. Какая масса бромбензола получится при взаимодействии 156 г бензола со 110 мл брома (плотность $3,1 \text{ г/см}^3$) в присутствии бромида железа (III), если выход составляет 90 % от теоретического?

5.87. Какой объем раствора гидроксида натрия (концентрация 10 %, плотность 1,1 г/мл) потребуется для нейтрализации газа, выделившегося при получении бромбензола из 31,2 г бензола?

5.88. Для реакции нитрования толуола массой 184 кг было использовано 0,5 м³ нитрующей смеси, содержащей 83 % азотной кислоты (плотность смеси 1470 кг/м³). Рассчитайте массу образовавшегося продукта.

5.89. Какой продукт и какой массы образуется при взаимодействии 15,6 кг бензола и 0,1 м³ смеси азотной и концентрированной серной кислот, содержащей 60 % HNO₃ (плотность смеси 1373 кг/м³)?

5.90. В лабораторных условиях путем нитрования бензола массой 0,117 кг избытком нитрующей смеси был получен нитробензол массой 0,166 кг. Вычислите выход нитробензола (в процентах) от теоретического.

5.91. В результате каталитической дегидроциклизации 2-метилгексана массой 0,2 кг получен метилбензол массой 0,176 кг. Вычислите выход продукта реакции (в процентах) от теоретического.

5.92. Какой объем хлороводорода (н.у.) должен присоединиться к ацетилену, полученному из 1 м³ природного газа, содержащего 98 % метана, чтобы получить винилхлорид при выходе 90 %? Какой объем (н.у.) винилхлорида образуется?

5.93. Какой объем ацетилена сгорел, если известно, что израсходовалось 24 м³ воздуха (н.у.)? Хватит ли полученного углекислого газа для нейтрализации до средней соли 0,15 л раствора едкого натра (концентрация 10 %, плотность 1131 кг/м³)?

5.94. Какую массу технического карбида кальция, содержащего 20 % примесей, необходимо взять, чтобы тримеризацией выделившегося ацетилена получить 0,001 м³ бензола (плотность 880 кг/м³)?

5.95. При реакции нитрования бензола избытком нитрующей смеси было получено 0,0246 кг нитробензола. Какой объем бензола (плотность 880 кг/м³) вступил в эту реакцию?

5.96. Для нитрования 3 моль бензола использовали 200 мл азотной кислоты (содержание HNO₃ 94 %, плотность 1491 кг/м³). Достаточно ли кислоты для реакции? Ответ подтвердите расчетом.

5.97. Какой объем водорода необходим для полного гидрирования 25 л бутадиена? Из какого объема метана можно получить такой объем водорода? Условия считать нормальными.

5.98. Рассчитайте массу бензола, содержащего 5 % примесей, необходимую для получения нитробензола, если известно, что образуется 0,1968 кг нитробензола, что составляет 80 % выхода.

5.99. Какой объем кислорода и воздуха (в пересчете на н.у.) потребуется для сжигания 1 кг смеси, (75 % метана и 25 % углекислого газа)?

5.100. Какой объем воздуха нужен для сжигания 1 т каменного угля, содержащего, %: 72 углерода, 5 водорода, 3,5 кислорода, 19,5 негорючих примесей?

5.101. Предполагая, что автомашина работает на бензине из смеси гептановых изомеров, рассчитайте, в каких объемных соотношениях должны смешиваться пары бензина и воздуха в двигателе внутреннего сгорания.

5.102. При сгорании 30 г антрацита получили 53,2 л углекислого газа (н.у.). Определите массовую долю углерода в антраците.

5.103. Какой объем природного газа, содержащего 98 % метана, необходим для получения 100 м³ ацетилена?

5.104. Какой объем природного газа, содержащего 98 % метана, необходим для получения такого же количества ацетилена, как из 0,5 моль карбида кальция?

5.105. Какой объем водорода выделится при полном термическом разложении природного газа объемом 10 м³, содержащего 90 % (об.) метана? Какую массу воды необходимо разложить, чтобы получить такой же объем водорода при выходе 90 %?

5.106. Какой объем воздуха необходим для полного сжигания в двигателе автомашины 40 кг бензина, содержащего 85 % углерода и 15 % водорода? Плотность паров углеводородов – составной части бензина – по водороду считать равной 35. Объемная доля кислорода в воздухе 20 %.

5.107. При первичной перегонке нефти можно получить около 20 % бензина и около 60 % мазута. При последующей переработке мазута можно дополнительно получить около 60 % бензи-

на. Вычислите, сколько бензина (по массе) можно получить этими методами из 1 т нефти.

5.108. Какой объем аммиака можно получить из водорода, содержащегося в 100 м^3 коксового газа? Какую массу аммиачной селитры можно получить из этого количества аммиака, если выход продукта составляет 80 % от теоретического? Объемная доля водорода в коксовом газе 60 %; азот и азотная кислота имеются в избытке.

5.109. Какой объем ацетиленового газа получится из 0,4 кг карбида кальция, содержащего 2,5 % примесей, если выход ацетилена составляет 90 % от теоретического? Из какого объема природного газа, содержащего 95 % метана, можно получить такой же объем ацетилена?

5.110. Котельная сжигает 2 т каменного угля в сутки. Массовая доля углерода в угле 84 %, водорода 5 %, воды 5 %, серы 3,5 %, негорючих примесей 2,5 %. Учитывая, что 1 га леса дает в сутки 7 м^3 кислорода, вычислите, с какой площади леса будет восполняться расходуемый на сжигание 2 т угля кислород (в расчете на сутки).

5.111. Какой объем воздуха расходуется при сжигании 1 м^3 ставропольского природного газа? Объемная доля метана в газе 98 %, углекислого газа 1,4 %, этана 0,4 %, пропана 0,2 %. Учитывая, что 1 га леса дает в сутки 7 м^3 кислорода, вычислите, с какой площади леса будет восполняться расходуемый на сжигание кислород (в расчете на сутки).

5.112. Для сжигания 40 м^3 смеси метана и пропана израсходовали 170 м^3 кислорода. Определите количественный состав смеси.

5.113. Для сжигания 20 м^3 смеси пропана и бутана израсходовали 124 м^3 кислорода. Определите объемную долю каждого компонента в смеси.

5.114. При сжигании 50 л смеси метана и этана образовалось 60 л оксида углерода (IV). Определите объемную долю каждого компонента в смеси.

5.115. Определите объем озонированного кислорода, содержащего 10 % озона, необходимый для сжигания 42 л пропана.

5.116. Определите объем озонированного кислорода, содержащего 8 % озона, необходимый для сжигания 52 м^3 метана.

5.117. Для сжигания 30 л смеси метана и оксида углерода (II) израсходовали 24 л кислорода. Определите процентный состав смеси.

5.118. При пропускании 2,8 л (н.у.) газовой смеси, состоящей из пропилена, бутилена и бутана, через бромную воду прореагировало 16 г брома. Определите объемы кислорода и воздуха, необходимых для сжигания 20 л этой смеси, если плотность ее по водороду 26,1.

5.119. Через водный раствор брома пропустили 5,6 л газовой смеси (н.у.), состоящей из бутана, пентана и бутилена. Прореагировало 12 г брома. Определите процентный состав газовой смеси, если плотность ее по водороду 29,4.

5.120. Определите объем кислорода (н.у.), необходимый для сжигания 51 л бутана, измеренного при 47 °С и давлении 4 атм.

5.121. Для сжигания 2 л смеси этана и пропана, взятой под давлением 4 атм и при температуре 0 °С, израсходовано 155 л (н.у.) воздуха. Определите процентный состав смеси.

5.122. Продукт реакции иодэтана и 46 г металлического натрия нагревали в присутствии хлорида алюминия (катализатор). Какие соединения при этом получатся, каковы их массы, если учесть, что каталитическое превращение углеводорода составляет 75 %?

5.123. Какой объем при н.у. займут продукты реакции, протекающей при действии избытка металлического натрия на смесь 31,2 г иодэтана и 28,4 г иодметана?

5.124. К 1 л смеси этана и ацетиленов добавлено 2 л водорода. Полученная смесь пропущена над платиновым катализатором. Объем смеси после пропускания и приведения к исходным условиям составил 1,6 л. Определите процентный состав исходной смеси.

5.125. К 1 л смеси этана и этилена добавили 1 л водорода, полученную смесь пропустили над никелевым катализатором. Объем смеси составил 1,3 л. Определите процентный состав исходной смеси (объемы газов до и после реакции измерены в одинаковых условиях).

5.126. Смесь этана, этена и пропена имеет плотность по водороду 15,9. К 1 л этой смеси добавили 1 л водорода и пропустили над нагретым никелем. При этом объем смеси уменьшился до 1,5 л. Определите процентный состав исходной смеси (газы измерены при н.у.).

5.127. Газ, образовавшийся при полном сгорании 745,7 мл смеси метана и пропана (98,64 кПа, 22 °С), может быть поглощен 49,02 мл раствора едкого калия (концентрация 5,6 %, плотность 1,02 г/мл). Определите состав газовой смеси углеводородов (в процентах по объему), если известно, что раствор, полученный после пропускания продуктов сгорания через раствор щелочи, не вызывает появления осадка при добавлении к нему раствора хлорида кальция. Какой объем воздуха (н.у.) потребуется для полного сгорания указанной газовой смеси?

5.128. Некоторое количество углеводорода C_nH_{2n-2} при реакции с избытком хлора дает 21 г тетрахлорида. Такое же количество углеводорода с избытком брома образует 38,8 г тетрабромиды. Определите молекулярную формулу углеводорода и напишите структурные формулы.

5.129. При нагревании органического бромпроизводного А, содержащего 35 % углерода и 6,6 % водорода, со спиртовым раствором едкого натра образуется соединение Б, 210 мг которого при сжигании дает 660 мг углекислого газа и 270 мг воды. Плотность паров вещества Б по гелию 14. Каким строением могли обладать исходное вещество А и продукт реакции Б?

5.130. Монохлорпроизводное некоторого углеводорода содержит 46,4 % хлора, а его монобромпроизводное 66,1 % брома. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров монобромпроизводного. С каким объемом хлора (н.у.) может прореагировать 24,2 г монобромпроизводного?

5.131. 1 г смеси пентана и пентена обесцвечивают 5 мл раствора брома в четыреххлористом углероде, содержащем 160 г брома в 1 л раствора. Определите процентное содержание пентена и смеси.

5.132. Какой объем углекислого газа образовался при полном сгорании 22,4 л этана? Полученный углекислый газ пропустили через 917 мл раствора едкого натра (концентрацией 8 %, плотность 1,09 г/мл). Определите состав образующейся соли.

5.133. Какой объем кислорода (н.у.) потребуется для полного сгорания 6,5 г ацетилена? Какая масса раствора, содержащего 25 % едкого натра, была взята для поглощения образующегося углекислого газа, если при этом получилась средняя соль?

5.134. Какой объем брома (плотность 3,12 г/мл) прореагирует с 11,2 л (н.у.) смеси, содержащей 50 % этана, 25 % этилена и 25 % ацетилен?

5.135. Углекислый газ, полученный при сжигании 8,4 л этилена, поглощен 472 мл раствора, содержащего 6 % гидроксида натрия (плотность 1,06 г/мл). Каков состав образующейся соли и какова ее концентрация?

5.136. Какая масса оксида марганца (IV) и какой объем раствора соляной кислоты (концентрация 37 %, плотность 1,19 г/мл) надо взять для получения хлора в количестве, достаточном для хлорирования 2,8 л этилена по реакции присоединения?

5.137. Газы, образовавшиеся при полном сгорании 1120 мл смеси этана и пропана (н.у.), пропущены через 300 мл 0,5 М раствора гидроксида калия. Полученный раствор может поглотить еще 448 мл углекислого газа (н.у.). Определите процентный состав исходной смеси газов, если при полном поглощении углекислого газа образуется кислая соль.

5.138. Газ, полученный при сжигании 5,6 л (н.у.) смеси этана и пропана, плотность которой по водороду 19,9, пропустили через 160 г раствора гидроксида натрия концентрацией 20 %. Вычислите массы веществ, находящихся в образовавшемся растворе.

5.139. Смесь пропана и ацетилен объемом 896 мл (н.у.) пропущена через 800 г раствора брома в воде с массовой долей 2 %. Для полного обесцвечивания бромной воды потребовалось добавить 3,25 г цинковой пыли. Вычислите объемные доли газов в исходной смеси.

5.140. Определите объем газовой озono-кислородной смеси, содержащей 10 % озона, необходимый для сжигания 3,36 л пропана (н.у.).

5.141. Определите объем газовой озono-кислородной смеси, в которой объемная доля озона 15 %, требуемой для сжигания 2,24 л этана (н.у.).

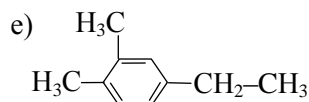
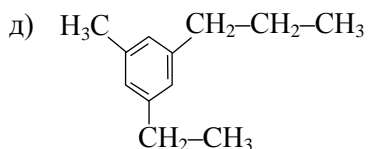
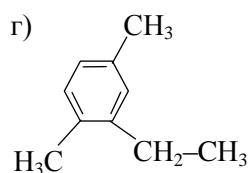
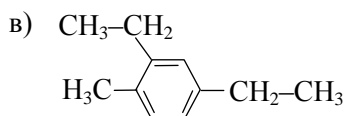
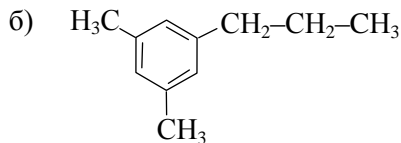
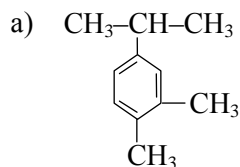
5.142. Углекислый газ, образующийся при сжигании 11,2 л (н.у.) пропан-бутановой смеси, пропустили через раствор гидроксида натрия, в результате чего образовалось 95,4 г карбоната и 84 г гидрокарбоната натрия. Определите процентный состав исходной смеси газов.

6. АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ РЯДА БЕНЗОЛА

6.1. Изомерия и номенклатура

Задачи.

6.1. Назовите следующие соединения:



6.2. Выведите формулы следующих изомеров: а) диметилбензола; б) метилэтилбензола; в) этилизопропилбензолов. Назовите каждый углеводород, указав взаимное расположение радикалов цифрами, а также обозначениями орто-, мета-, пара-.

6.3. Напишите изомерные структуры: а) триметилбензола; б) тетраметилбензола; в) метилдиэтилбензола. Назовите их.

6.4. Выведите и назовите все изомеры ряда бензола, имеющие состав C_9H_{12} (восемь изомеров).

6.5. Напишите формулы: а) *n*-этилтретизобутилбензола; б) *o*-метилизопропилбензола; в) *m*-диэтилбензола; г) *o*-этилвторбутилбензола. Назовите их, пользуясь цифровыми обозначениями положения радикалов.

6.6. Напишите формулы: а) 2-фенилбутана; б) 2-метил-2-фенилпропана; в) *o*-толилбутана; г) *n*-толилпропана; д) триметилфенилметана; е) фенилэтилена; ж) *m*-толилметана. Назовите каждое соединение как производное бензола.

6.2. Химические свойства

6.7. Напишите для бензола уравнения реакций (с образованием однозамещенных производных): а) сульфирования; б) нитрования; в) бромирования; г) хлорирования. Укажите условия протекания каждой реакции. Назовите образующиеся соединения.

6.8. Напишите уравнения реакций бромирования толуола (с образованием монобромзамещенных): а) при нагревании без катализатора; б) при действии в качестве катализатора железа или алюминия. Назовите образующиеся соединения.

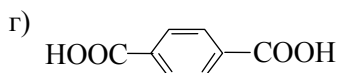
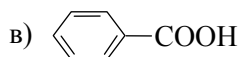
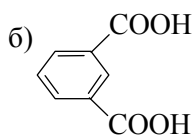
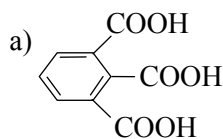
6.9. Напишите для бензола уравнения реакций присоединения: а) трех молекул брома; б) трех молекул хлора. Укажите условия, при которых протекают эти реакции. Назовите образующиеся соединения.

6.10. Какие из приведенных углеводородов легко обесцвечивают раствор брома и какие не обесцвечивают: а) фенилэтилен (стирол); б) этилбензол; в) *n*-толилацетилен; г) *n*-метилэтилбензол; д) 1-фенил-2-бутен? Напишите соответствующие уравнения реакций присоединения брома. Назовите образующиеся галогенпроизводные.

6.11. Напишите уравнения реакций исчерпывающего каталитического гидрирования: а) бензола; б) толуола; в) *m*-ксилола; г) фенилэтилена (стирола); д) метилфенилацетилена. Назовите образующиеся углеводороды. В какой последовательности будут идти реакции гидрирования связей в соединениях г) и д)?

6.12. Напишите схемы реакций энергичного окисления (с полным окислением боковых цепей): а) толуола; б) изопропилбензола; в) *n*-метилизопропилбензола; г) *m*-метилизобутилбензола; д) *n*-этилпропилбензола. Что представляют собой продукты окисления?

6.13. Напишите формулы и названия ароматических углеводородов C_9H_{12} , которые при окислении образуют следующие кислоты:



Напишите соответствующие схемы реакции.

6.14. Ароматический углеводород состава C_9H_{10} легко обесцвечивает раствор брома, присоединяя одну молекулу брома, а при окислении образует кислоту. Напишите формулу и название этого углеводорода, а также схемы указанных реакций, подтверждающих его строение. Некоторые изомерные углеводороды состава $C_{10}H_{12}$ ведут себя при химических реакциях также. Напишите формулу одного такого углеводорода, а также схемы аналогичных реакций, подтверждающих его строение.

6.15 А. Ароматический углеводород состава C_9H_8 обесцвечивает раствор брома, присоединяя две молекулы брома, а при окислении образует кислоту C_6H_5-COOH ; с аммиачным раствором оксида серебра дает характерный осадок. Напишите формулу и название углеводорода, а также схемы реакций.

Б. Некоторые изомерные углеводороды состава $C_{10}H_{10}$ ведут себя при реакциях также (задача 6.15 А). Напишите формулу одного из углеводородов, отвечающих этому условию, а также схемы соответствующих реакций.

В. Два ароматических углеводорода состава $C_{10}H_{10}$ легко обесцвечивают раствор брома, при этом каждый присоединяет по две молекулы брома. При присоединении двух молекул водорода тот и другой превращаются в *n*-диэтилбензол. Один из этих углеводородов образует характерный осадок с аммиачным раствором $[Cu(NH_3)_2]Cl$. Выведите формулы обоих углеводородов. Напишите схемы указанных реакций, подтверждающих строение углеводородов.

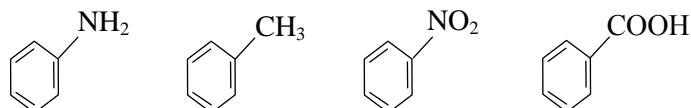
6.16. Напишите схемы: а) полимеризации стирола (фенилэтилена или винилбензола); б) полимеризации п-хлорстирола; в) сополимеризации стирола с 1,3-бутадиеном; г) сополимеризации стирола с нитрилом акриловой кислоты (акрилонитрилом). Укажите практическое значение получающихся полимеров.

6.3. Правила замещения в бензольном ядре

6.17. Напишите схемы реакций (с введением одной новой замещающей группы): а) нитрования этилбензола; б) бромирования фенола (оксibenзола); в) сульфирования нитробензола; г) сульфирования анилина (аминобензола); д) хлорирования бензолсульфокислоты; е) нитрования бензойной (бензолкарбоновой) кислоты; ж) хлорирования хлорбензола. Назовите образующиеся соединения. Объясните каждую реакцию с точки зрения правил замещения в бензольном ядре.

6.18. А. Напишите и объясните реакции последовательного нитрования бензола с введением одной, двух и трех нитрогрупп. Назовите нитросоединения. Какая из этих реакций протекает легче, какие труднее и почему?

Б. Напишите реакции бромирования (в присутствии катализатора) при действии одной молекулы брома на следующие соединения:



Какие из приведенных соединений вступают в реакцию бромирования и другие реакции электрофильного замещения быстрее и какие медленнее по сравнению с бензолом?

6.19. В каком из трех изомерных ксилолов метильные группы проявляют согласованное влияние на реакции замещения? Напишите для этого изомера реакции нитрования с последовательным образованием: а) мононитропроизводных; б) динитропроизводных; в) тринитропроизводного. Назовите все образующиеся нитропроизводные.

6.20. Напишите и объясните реакции нитрования (с введением одной новой нитрогруппы): а) *o*-нитротолуола; б) *n*-нитротолуола; в) 1-окси-2,4-динитробензола; г) 1-окси-2,6-динитробензола. Назовите образующиеся соединения.

6.21. Как будут протекать реакции бромирования: а) *o*-бромфенола; б) *n*-хлоранилина; в) *m*-нитрофенола; г) *n*-крезола (*n*-окситолуола); д) *n*-бромфенола?

6.22. Используя необходимые реакции, получите из бензола: а) *o*- и *n*-бромнитробензолы, б) *m*-бромнитробензол.

6.23. Получите из толуола: а) *o*- и *n*-нитробензойные кислоты; б) *m*-нитробензойную кислоту.

6.4. Способы получения углеводородов ряда бензола

6.24. Напишите уравнения реакций получения ароматических углеводородов ряда бензола путем каталитического дегидрирования алициклических углеводородов а) циклогексана; б) циклогексена; в) 1,4-диметилциклогексана; г) ментана. Назовите образующиеся углеводороды.

6.25. Какие углеводороды ряда бензола могут образоваться при реакции каталитической дегидроциклизации ациклических углеводородов: а) гексана; б) гептана; в) октана; г) 2-метилгексана; д) 4-метилгептана?

6.26. А. Напишите уравнение реакции образования бензола при полимеризации ацетиленов.

Б. Какой ароматический углеводород может образоваться при аналогичной полимеризации метилацетиленов? Напишите реакцию.

6.27. Напишите, используя способ Вюрца-Фиттига, схемы реакций получения следующих ароматических углеводородов: а) этилбензола; б) изопропилбензола; в) 2-метил-2-фенилбутана. Какие побочные продукты образуются в каждом случае? Напишите соответствующие схемы реакции.

6.28. Напишите схемы реакций алкилирования бензола галогеналкилами по способу Фриделя-Крафтса для получения следующих углеводородов: а) пропилбензола; б) вторбутилбензола; в) изобутилбензола. Укажите условия проведения реакции.

6.29. Какой углеводород образуется при алкилировании бензола: а) пропиленом; б) изобутиленом? Напишите уравнения реакций. Укажите условия их протекания. Напишите уравнение реакции получения этим способом этилбензола.

6.30. Напишите уравнения реакций каталитического дегидрирования (отщепления одной молекулы водорода): а) этилбензола; б) изопропилбензола. Назовите образующие соединения.

7. ФЕНОЛЫ

7.1. Изомерия и номенклатура

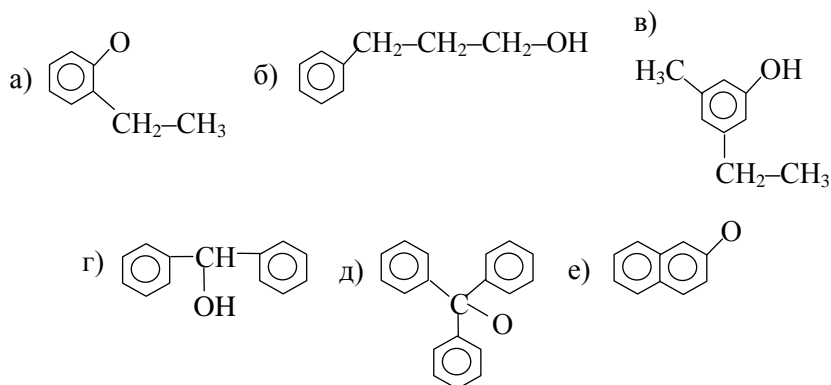
Задачи.

7.1. А. Выведите формулы всех изомерных фенолов и ароматического спирта состава C_7H_8O . Дайте им возможные названия (в том числе и тривиальные).

Б. Выведите формулы пяти изомерных ароматических спиртов состава $C_8H_{10}O$ и назовите их.

В. Выведите формулы всех фенолов состава $C_8H_{10}O$, имеющих в бензольном кольце один алкильный радикал, и назовите их.

7.2. Назовите все соединения и определите, какие из приведенных соединений относятся к фенолам и какие к ароматическим спиртам:



7.3. Напишите формулы следующих ароматических спиртов: а) метилфенилкарбинола; б) фенилбензилкарбинола; в) метил-*n*-нитрофенилкарбинола.

7.4. Напишите следующие формулы: а) *m*-хлорфенола; б) 2-хлорфенола; в) 1-нитро-2-нафтола; г) 4-хлор-1-нафтола; д) *n*-бромбензилового спирта. Дайте этим соединениям другие возможные названия.

7.2. Химические свойства

7.5. Как относятся к действию водного раствора щелочи: а) *n*-крезол; б) резорцин (*m*-диоксибензол); в) α -нафтол; г) бензиловый спирт; д) 2-фенилэтанол? Напишите реакции. Назовите полученные соединения. В каких случаях реакция практически не происходит? Почему?

7.6. Напишите уравнения реакций, протекающих при действии: а) соляной кислоты на фенолят натрия; б) разбавленной серной кислоты на *o*-крезолят натрия; в) угольной кислоты на β -нафтолят калия; г) соляной кислоты на натриевые феноляты всех изомерных диоксибензолов; д) разбавленной серной кислоты на натриевые феноляты всех ее изомерных, α , α -диоксинафталинов.

7.7. Напишите уравнения реакций, протекающих при взаимодействии: а) фенолята натрия с хлорангидридом уксусной кислоты; б) *n*-крезолята натрия с хлорангидридом изомасляной кислоты; в) натриевого фенолята гидрохинона (*n*-диоксибензола) с хлорангидридом пропионовой кислоты. К какому классу соединений относятся полученные продукты? Назовите их.

7.8. Напишите уравнения реакций, протекающих при действии уксусного ангидрида: а) на фенол; б) на α -нафтол; в) на пирокатехин (*o*-диоксибензол). Назовите образующиеся соединения.

7.9. Напишите уравнения реакций, протекающих при взаимодействии: а) фенолята натрия с хлористым этилом; б) *n*-крезолята натрия с бромистым изопропилом; в) β -нафтолята натрия с хлористым метилом. Назовите образующиеся соединения. К какому классу соединений они относятся?

7.10. Напишите уравнения реакций гидрирования ароматического ядра следующих соединений: а) фенола; б) *n*-крезола; в) 2,4-диметилфенола. Назовите полученные соединения.

7.11. Какие однозамещенные производные фенола образуются, если его а) хлорировать; б) бромировать; в) сульфировать; г) нитровать? Напишите и объясните реакции. Укажите условия протекания реакций. Назовите полученные соединения.

7.12. Какие соединения могут быть получены при действии: а) избытка брома на фенол; б) избытка азотной кислоты на *m*-крезол; в) избытка азотной кислоты на *n*-крезол. Объясните реакции. Назовите образующиеся соединения.

7.13. Напишите уравнения реакций, протекающих при действии: а) одной молекулы брома на *n*-фенолсульфо кислоту; б) одной молекулы хлора на *o*-нитрофенол; в) одной молекулы азотной кислоты (реакция нитрования) на резорцин (*m*-диоксибензол). Объясните реакции. Назовите полученные соединения.

7.3. Способы получения фенолов

7.14. Напишите уравнения реакций и укажите условия получения фенолов: а) из бромбензола; б) из *o*-хлортолуола; в) из *m*-нитрохлорбензола; г) из α -хлорнафталина. Назовите образующиеся соединения.

7.15. Напишите уравнения реакций получения фенолов: а) из 2,4-динитрохлорбензола; б) из 2,4,6-тринитрохлорбензола. Чем отличаются условия проведения этих реакций от условий реакций в задаче 7.14? Почему? Назовите образующиеся соединения.

7.16. Напишите уравнения реакций и укажите условия получения фенолов: а) из бензолсульфокислоты; б) из *n*-толуолсульфокислоты; в) из 2,4-диметилбензолсульфокислоты; г) из *m*-бензолдисульфокислоты; д) из 2,4-толуолдисульфокислоты.

7.17. Напишите схему последовательных реакций, с помощью которых можно получить: а) из толуола *n*-крезол; б) из нитробензола *m*-нитрофенол; в) из нафталина α -нафтол; г) из антрацена 1-оксиантрацен. Объясните реакции. Назовите все промежуточные продукты.

7.18. Напишите схему последовательных реакций, с помощью которых можно получить из бензола: а) *n*-фенолсульфокислоту; б) *m*-нитрофенол; в) 2,4-дихлорфенол; г) пикриновую кислоту (2,4,6-тринитрофенол). Объясните реакции.

7.4. Расчетные задачи

7.19. При обработке некоторого количества раствора фенола в этиловом спирте натрием выделилось 6,72 л газа (н.у.), а при взаимодействии такого же количества исходной смеси с бромной водой выпало 16,55 г осадка. Определите количественный состав спиртового раствора фенола.

7.20. Рассчитайте, достаточно ли 69 г натрия для полного замещения водорода гидроксильных групп глицерина, если для реакции взяли 72,7 мл глицерина (плотность 1,265 г/см³).

7.21. Какую массу раствора, содержащего 10 % уксусного альдегида, можно получить при окислении 200 мл этилового спирта (содержание C₂H₅OH 96 %, плотность 0,8 г/мл) в избытке кислорода?

7.22. Сколько граммов продукта реакции получится, если смешать 50 г раствора фенола в горячей воде концентрацией 47 % и 50 г бромной воды, содержащей 5 % Br₂?

7.23. Какую массу фенолята натрия можно получить из 0,024 кг гидроксида натрия и 0,047 кг фенола?

7.24. При взаимодействии 18,8 г фенола с избытком бромной воды образовалось 50 г осадка. Определите выход продукта реакции (в процентах) от теоретического.

7.25. Какая масса осадка получится, если смешать 25 г раствора фенола в горячей воде концентрацией 94 % и 75 г бромной воды, содержащей 1 % Br₂?

7.26. На 15 г смеси этанола и фенола подействовали избытком бромной воды, при этом выпало 33,1 г осадка. Вычислите массовую долю каждого компонента в смеси.

7.27. Какую массу фенола нужно взять для приготовления 20 кг раствора карболовой кислоты концентрацией 2 %? Для каких целей используется такой раствор?

7.28. Какой объем хлора (н.у.) потребуется для получения 2 моль хлорбензола? Какую массу фенола можно получить из этого количества хлорбензола?

7.29. При взаимодействии 1,6 кг водного раствора брома концентрацией 3 % с фенолом образовался осадок массой 0,03 кг. Рассчитайте выход продукта бромирования фенола в массовых долях по отношению к теоретическому.

7.30. Определите молекулярную формулу органического вещества, по следующим данным: сгорают пары органического соединения количеством вещества 0,1 моль, в результате горения выделяются углекислый газ объемом 4,48 л (н.у.) и пары воды массой 5,4 г. Относительная плотность исследуемого вещества по воздуху равна 1,586. Предположите возможные структурные формулы вещества.

7.31. При сгорании глицерина массой 0,02 кг выделилось 261 кДж теплоты. Вычислите тепловой эффект реакции и составьте термохимическое уравнение реакции горения глицерина.

7.32. При взаимодействии этилена объемом 56 м³ с достаточным количеством воды получили 100 кг этилового спирта. Рассчитайте выход этилового спирта по отношению к теоретически возможному.

7.33. Какой объем раствора фенола в бензоле (концентрация 10 %, плотность 900 кг/м³) должен прореагировать с натрием, чтобы выделившегося водорода хватило на полное каталитическое гидрирование 1,12 л ацетилена (н.у.)?

7.34. При взаимодействии смеси этанола и фенола с избытком бромной воды выпал осадок массой 33,1 г. Такое же количество исходной смеси может прореагировать с 13,8 г металлического натрия. Определите количественный состав исходной смеси.

7.35. При взаимодействии 517 г фенола с гидроксидом натрия было получено 580 г фенолята натрия. Вычислите выход фенолята натрия.

7.36. При соответствующих реакциях из бензола можно получить фенол. Запишите уравнения реакций и рассчитайте, какую массу фенола можно получить из 0,195 кг бензола при выходе 80 %.

7.37. Для нейтрализации смеси этилового спирта и фенола потребовалось 25 мл раствора гидроксида калия (концентрация 40 %, плотность 1,4 г/см³). При обработке такой же массы исходной смеси металлическим натрием выделилось 6,72 л газа. Определить массовую долю этилового спирта в исходной смеси.

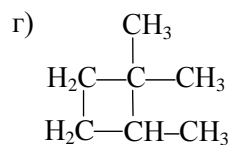
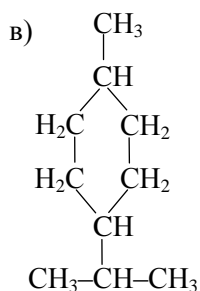
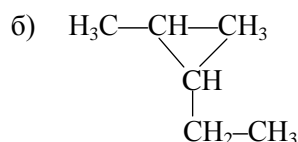
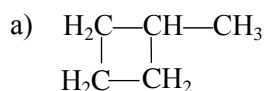
7.38. При взаимодействии 19 г смеси метилового спирта и фенола с бромной водой образовалось 33,1 г осадка. Определите массовую долю метилового спирта в исходной смеси.

7.39. К 300 г водного раствора фенола с массовой долей 5 % добавили гидроксид натрия. Вычислите массовую долю фенолята натрия в образовавшемся растворе, учитывая, что исходные вещества прореагировали полностью.

8. АЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

Задачи.

8.1. Назовите следующие циклопарафины:



8.2. Напишите структурные формулы: а) 1,2-диметил-1-этилциклогексана; б) 1,1-диэтилциклобутана; в) 1-этил-2-изопропилциклобутана; г) 1,1-диметил-2-этилциклопентана; д) 1,1,2,2-тетраметилциклопентана.

8.3. Выведите возможные структурные изомеры циклопарафинов состава C_6H_{12} : а) с четырехчленным циклом (4 изомера); б) с трехчленным циклом (6 изомеров); в) с пятичленным циклом (возможны ли изомеры?). Назовите все углеводороды.

8.4. Для каких циклопарафинов (задача 8.2) возможна геометрическая (цис-, транс-) изомерия? Напишите перспективные формулы геометрических изомеров. Назовите их.

8.5. Напишите перспективные формулы: а) транс-1-метил-3-этилциклопентана; б) цис-1-метил-4-изопропилциклогексана; в) геометрических изомеров 1,2,3-триметилциклопентана.

8.6. Напишите уравнения реакций, протекающих при действии одной молекулы брома: а) на циклопентан; б) на циклогексан; в) на циклопентан. Какого типа реакции при этом протекают? Назовите образующиеся соединения.

8.7. Какое течение реакций возможно при действии одной молекулы брома: а) на циклопропан; б) на 1,2,3-триметилциклопропан; в) на метилциклопропан; г) на циклобутан (при нагревании). Напишите уравнения реакций. Объясните причину особенности химических свойств соединений с трех- и четырехчленными циклами.

8.8. Напишите уравнения реакций раскрытия цикла при каталитическом гидрировании: а) циклопропана; б) циклобутана; в) циклопентана. Для какого из этих циклопарафинов реакция протекает легко, а для какого наиболее трудно? Почему?

8.9. Напишите уравнения реакций получения циклопарафинов, взяв в качестве исходных: а) 1,3-дибромпропан; б) 2-метил-1,4-дибромбутан; в) 2,2-диметил-1,5-дибромпентан; г) 2-метил-1,5-дииодгексан; д) 4-этил-2,6-дихлоргептан. Назовите циклопарафины.

8.10. Напишите формулы: а) 3-метилциклогексена; б) 4-метилциклопентена; в) 1,4-циклогексадиена; г) 1-метил-1,3-циклопентадиена; д) 1,2,3-триметилциклогептена; е) 1,3,5-циклогептатриена.

8.11. Напишите формулы всех возможных изомеров, отличающихся положением двойной связи, для следующих соединений: а) этилциклогексен; б) этилциклобутан; в) этилциклопентен. Назовите соединения.

8.12. Напишите уравнения реакций, протекающих при действии одной молекулы брома на молекулу: а) циклопентена; б) циклогексена; в) 1,3-циклогексадиена; г) 1,4-циклогексадиена. Назовите полученные соединения. Объясните особенность протекания реакции в случае (в).

8.13. Напишите формулу строения углеродной цепи, характерной для ациклических терпенов. Покажите, как эта цепь может быть составлена из углеродных цепей молекул изопрена. Сколько атомов углерода содержится в молекулах терпенов? Как подразделяются терпены по форме углеродного скелета? Пользуясь примерами, приведенными в учебнике, сделайте вывод: к каким классам органических соединений относятся терпены и их производные. Укажите природный источник терпенов и их производных. Каково практическое применение этих соединений?

8.14. Напишите формулу строения характерного для моноциклических терпенов углеродного скелета ментана. Представьте схему образования скелета ментана из цепи ациклических терпенов. Приведите примеры соединений, относящихся к моноциклическим терпенам и их производным.

8.15. Напишите схемы превращения углеродного скелета ментана в углеродные скелеты пинана и камфана, характерные для бициклических терпенов. Приведите примеры соединений, относящихся к бициклическим терпенам и их производным.

8.16. Напишите уравнения реакций взаимодействия: а) молекулы α -пинена с одной молекулой брома; б) молекулы камфары с одной молекулой водорода в присутствии гидрирующего катализатора.

9. СПИРТЫ

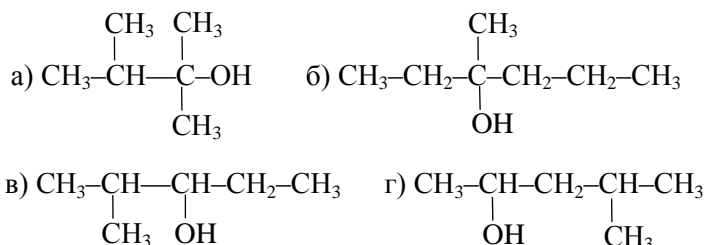
9.1. Изомерия и номенклатура

Задачи.

9.1. Выведите формулы изомерных спиртов $C_4H_{10}O$ (4 изомера). Назовите их по номенклатурам: а) радикально-функциональной; б) международной; в) рациональной. Укажите первичные, вторичный, третичный спирты.

9.2. Выведите формулы изомерных спиртов $C_5H_{11}OH$ (8 изомеров). Укажите первичные, вторичный, третичный спирты. Назовите их по международной систематической номенклатуре.

9.3. Назовите следующие спирты по международной номенклатуре:



Какие из них первичные, вторичные, третичные?

9.4. Напишите структурные формулы и назовите по международной номенклатуре: а) 2-метил-3-гексанол; б) 3-метил-3-гексанол; в) 3-этил-3-гексанол; г) 2,2,3,4-тетраметил-3-пентанол; д) 2,2,3,4,4-пентаметил-3-гексанол.

9.5. Напишите структурные формулы спиртов: а) 1-пропен-2-ол; б) 2-пропен-1-ол; в) 2-пентен-2-ол.

9.6. Выведите формулы изомерных непредельных спиртов C_4H_8O (8 изомеров). Назовите их. Какие из них не существуют в свободном виде? Напишите для каждого такого спирта схему изомеризации.

9.7. Напишите формулы следующих двухатомных спиртов: а) метандиол; б) 1,2-этандиол (этиленгликоль); в) 1,1-этандиол; г) 1,3-пропандиол; д) 1,1-пропандиол; е) 2,2-пропандиол; ж) 2,3-диметил-2,3-бутандиол; з) 1,5-петандиол. Какие из них неустойчивы и в свободном виде не существуют? Что с ними происходит в момент образования? Напишите схемы превращений.

9.8. Напишите формулы следующих трехатомных спиртов: а) 1,2,3-пропантриол; б) 1,1,1-пропантриол. Какое из этих соединений является простейшим глицерином? Существует ли в свободном виде второе соединение?

9.2. Химические свойства

9.9. Напишите уравнения реакций образования алколюлятов при взаимодействии пропилового спирта: а) с натрием; б) с кальцием; в) с магнием; г) с алюминием. Напишите уравнения аналогичных реакций для изопрпилового спирта. Назовите полученные соединения.

9.10. Напишите уравнения реакций получения и гидролиза: а) натриевого алколюлята 2-метил-1-пропанола; б) бутилата натрия; в) изопрпилата калия; г) метилата магния. Назовите образующиеся в результате гидролиза соединения.

9.11. Напишите схему реакций, протекающих при действии концентрированной соляной кислоты (в присутствии хлорида цинка) на: а) изопрпиловый спирт; б) бутиловый спирт; в) 2-пентанол. Назовите полученные соединения.

9.12. Напишите уравнения реакций: а) пропилового спирта с пентахлоридом фосфора; б) этилового спирта с трихлоридом фосфора; в) 3-метил-1-бутанола с трибромидом фосфора.

9.13. Напишите уравнения реакций образования алкилсерных кислот при действии серной кислоты на следующие спирты: а) этанол; б) 2-метил-1-пропанол; в) 1-бутанол. Назовите образующиеся алкилсерные кислоты.

9.14. Какие превращения претерпевает изопрпилсерная кислота, если ее: а) нагревать; б) нагревать с водой; в) нагревать с избытком изопрпилового спирта. Назовите образующиеся соединения.

9.15. Напишите схемы реакций внутримолекулярной дегидратации спиртов: а) этилового; б) пропилового; в) изопрпилового; г) 3-метил-1-бутанола; д) 3-метил-2-бутанола; е) 2-метил-2-бутанола; ж) 3-гексанола. Укажите условия протекания реакций. Назовите образующиеся соединения.

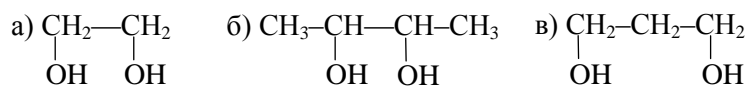
9.16. Напишите схемы реакций межмолекулярной дегидратации, протекающих при пропускании над катализатором (Al_2O_3 , ThO_2 и др.) спиртов: а) изопрпилового; б) этилового; в) изобутилового. Какие соединения образуются?

9.17. Напишите формулы: а) 1-пропанола; б) 2-бутанола; в) 2-метил-2-бутанола; г) 3-метил-2-бутанола; д) 3-метил-1-бутанола; е) этанола; ж) триметилкарбинола. Как эти спирты относятся к действию окислителей? Какие из них окисляются трудно? Напишите вначале схемы реакций окисления представленных здесь первичных, а затем вторичных спиртов. Что представляют собой в каждом случае продукты окисления?

9.18. Какие соединения могут образоваться в результате распада углеродной цепи при окислении следующих третичных спиртов: а) 2-метил-2-бутанола; б) триэтилкарбинола; в) 2,3-диметил-3-пентанола. Напишите схемы реакций.

9.19. Напишите схемы реакций образования полных и неполных натриевых алкоголятов (гликолятов) следующих спиртов: а) этиленгликоля; б) 1,2-бутандиола; в) 2,3-пентандиола.

9.20. Напишите схемы реакций последовательного замещения гидроксильных групп на галоген при действии пентахлорида фосфора PCl_5 на спирты:



Назовите образующиеся соединения по заместительной номенклатуре.

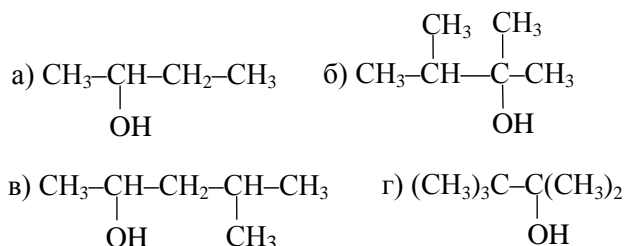
9.21. Напишите схемы реакций последовательного окисления спиртовых групп в соединениях: а) 1,3-пропандиол; б) 2,3-бутандиол; в) 2-метил-1,3-бутандиол.

9.22. Какие соединения образуются при взаимодействии глицерина с одной, двумя и тремя молекулами азотной кислоты? Напишите реакции. Какое применение находит продукт, образующийся при действии на глицерин избытка азотной кислоты?

9.3. Способы получения

9.23. Напишите и объясните реакции получения спиртов путем гидратации этиленовых углеводородов: а) 2-метил-2-пентена; б) 4-метил-2-пентена. Назовите образующиеся спирты.

9.24. Из каких этиленовых углеводородов путем гидратации могут быть получены следующие спирты:

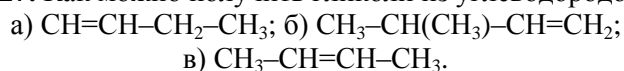


Напишите и объясните реакции. Назовите исходные углеводороды и получаемые спирты.

9.25. Какие спирты образуются при действии водного раствора щелочи на галогеналкилы: а) 3-метил-1-хлорбутан; б) 2,2-диметил-1-бромгексан; в) 3,3-диметил-2-иодгептан; г) иодизопропан. Напишите схемы реакций. Назовите спирты.

9.26. Напишите уравнения реакций получения перечисленных гликолей путем гидролиза соответствующих галогенпроизводных: а) 1,3-пропандиола б) 2-метил-1,4-бутандиола. Назовите исходные галогенпроизводные.

9.27. Как можно получить гликоли из углеводов:



9.4. Расчетные задачи

9.28. Сколько литров водорода (н.у.) выделится при взаимодействии 9,2 г натрия с 100 мл этилового спирта (концентрация 96 %, плотность 0,8 г/см³)?

9.29. Какой объем водорода (н.у.) выделится при действии 2,3 г натрия на 34 г этилового спирта?

9.30. Из одноатомного спирта неизвестного состава получен этиленовый углеводород симметричного строения, 14 г которого вступают в реакцию с 40 г брома. Напишите структурную формулу исходного спирта.

9.31. При сгорании 4,8 г органического вещества образовалось 3,36 л углекислого газа (н.у.) и 5,4 г воды. Плотность паров этого вещества по водороду 16. Определите молекулярную формулу вещества. К какому гомологическому ряду его можно отнести?

9.32. При действии натрия на 0,46 г предельного одноатомного спирта выделилось 112 см³ водорода (н.у.). Вычислите молярную массу этого спирта и установите его формулу.

9.33. При сгорании 2,3 г вещества образовалось 4,4 г оксида углерода (IV) и 2,7 г воды. Плотность паров этого вещества по воздуху 1,59. Определите молекулярную формулу вещества.

9.34. Вещество содержит 37,5 % углерода, 50,0 % кислорода, 12,5 % водорода. Плотность паров данного вещества по водороду 16. Определите молекулярную формулу вещества.

9.35. Определите молекулярную формулу вещества, состоящего из 38,7 % углерода, 51,6 % кислорода, 9,7 % водорода, если известно, что плотность паров этого вещества по водороду 31. Назовите вещество.

9.36. Определите молекулярную формулу одноатомного спирта, из 7,4 г которого при взаимодействии с металлическим натрием получается 1,12 л водорода (н.у.). Напишите структурные формулы всех его изомеров и назовите вещества.

9.37. Определите молекулярную формулу одноатомного спирта, если при взаимодействии 16 мл (плотность 0,8 г/см³) с избытком натрия выделился водород в количестве, достаточном для гидрирования 4,48 л (н.у.) этилена.

9.38. При полном сгорании 3,1 г органического кислородсодержащего вещества образуется 2,24 л оксида углерода (IV) (н.у.) и 2,7 г воды. Известно, что 0,01 моль этого вещества имеет массу 0,62 г. Определите молекулярную формулу вещества и запишите ее в структурном виде. К какому гомологическому ряду можно отнести это вещество?

9.39. Определите количество вещества и объем водорода (н.у.), выделившегося при реакции 0,00024 м³ этанола (содержание C₂H₅OH 96 %, плотность 800 кг/м³) с избытком металлического натрия.

9.40. Какое газообразное органическое вещество и в каком объеме (н.у.) нужно пропустить через водный раствор перманганата калия, чтобы получить 15,5 г простейшего двухатомного спирта? Выход продукта реакции составляет 50 % от теоретического.

9.41. Какой объем раствора этанола (концентрация 96 %, плотность 800 кг/м^3) необходим для того, чтобы при его дегидратации получить 2 моль газа, способного обесцвечивать бромную воду?

9.42. Какая масса бутадиена образуется при дегидратации и дегидрировании $0,24 \text{ м}^3$ этилового спирта (концентрация 96 %, плотность 800 кг/м^3) при выходе 90 %?

9.43. Какую массу этанола можно получить из 336 м^3 этилена, если потери в производстве составляют 10 %.

9.44. Из 42 т этилена за одно прохождение через контактный аппарат было получено 3,45 т этанола. Рассчитайте выход этанола.

9.45. Из 336 м^3 синтез-газа (н.у.) за одно прохождение через контактный аппарат было получено 12,8 кг метилового спирта. Рассчитайте выход спирта.

9.46. В лаборатории из 129 г хлорэтана было получено 85 г этанола. Рассчитайте выход спирта (в процентах) от теоретического.

9.47. Реакцию Кучерова широко применяют для получения ацетальдегида в заводских масштабах. Какую массу этого альдегида можно получить из 100 кг технического карбида кальция, содержащего 20 % примесей, если выход альдегида составляет 80 % от теоретического? Окислением какой массы этилового спирта можно получить столько же ацетальдегида?

9.48. При внутримолекулярной дегидратации 30 г предельного одноатомного спирта получили 9 г воды. Вычислите молярную массу спирта и напишите его возможные структурные формулы.

9.49. Определите молекулярную массу и строение кислородсодержащего соединения, если известно, что при взаимодействии 7,4 г с металлическим натрием выделяется 1,12 л водорода (н.у.), а при окислении этого вещества оксидом меди (II) образуется соединение, которое дает реакцию «серебряного зеркала».

9.50. При нагревании 60 г одноатомного спирта неизвестного состава с концентрированной серной кислотой образовалось 17,92 л (н.у.) алкена, реакция протекала с выходом 80 %. Определите строение этого спирта, если известно, что при его окислении оксидом меди (II) образуется соединение, которое дает реакцию «серебряного зеркала».

9.51. Какими двумя реакциями можно из предельного углеводорода получить одноатомный спирт с плотностью паров по водороду 23? Напишите структурные формулы исходного предельного углеводорода и спирта. Рассчитайте, какой объем (н.у.) предельного углеводорода расходуется для получения 1,15 л спирта (плотность $0,8 \text{ г/см}^3$), если выход на первой стадии 50 %, а на второй стадии 80 % от теоретического.

9.52. Какой алкен и в каком объеме следует взять для получения из него каталитической гидратацией (в соответствующих условиях) 86,25 мл (1,5 моль) одноатомного спирта (плотность $0,8 \text{ г/см}^3$)? Выход спирта 40 % от теоретического.

9.53. Какую массу *n*-пропилового спирта потребуется окислить для получения 13,92 г пропионового альдегида, если выход последнего составляет 80 % от теоретического?

9.54. При обработке 0,5 л раствора одноатомного спирта неизвестного строения в диэтиловом эфире (содержание спирта 5 %, плотность $0,72 \text{ г/см}^3$) металлическим натрием выделилось 3,36 л газа (н.у.). Предложите возможные структурные формулы спирта.

9.55. Газ, образующийся при нагревании 29,95 мл предельного, одноатомного спирта (концентрация 96 %, плотность $0,8 \text{ г/см}^3$) с концентрированной серной кислотой, присоединяет 8,96 л водорода в присутствии катализатора. Определите молекулярную формулу исходного спирта, если выход углеводорода составляет 80 % от теоретического.

9.56. Для полного сгорания 1,74 г смеси метилового и этилового спиртов израсходовано 2016 мл кислорода (н.у.). Определите процентный состав исходной смеси спиртов.

9.57. При взаимодействии одноатомного спирта неизвестного строения с бромоводородной кислотой (содержание HBr 48 %, плотность $1,5 \text{ г/см}^3$) образовалось 49,2 г (0,4 моль) *n*-алкилбромид.

Определите строение исходного спирта и продукта реакции. Какой объем бромоводородной кислоты потребуется, если выход продукта реакции составил 75 % от теоретического?

9.58. Какой объем кислорода (н.у.) потребуется для полного сгорания 25 г этилового спирта? Какой объем раствора гидроксида калия (концентрация 5,5 %, плотность 1,05 г/мл) можно нейтрализовать выделившимся углекислым газом, считая, что образуется средняя соль?

9.59. Для нейтрализации 200 г водного раствора фенола потребовалось 25 мл раствора гидроксида калия (концентрация 40 %, плотность 1,4 г/мл). Какова массовая доля фенола в исходном растворе? Какую массу бромной воды (содержание Br_2 5 %) надо добавить к 100 г раствора фенола, чтобы весь фенол перевести в осадок?

9.60. При взаимодействии раствора этилового спирта в гексане с металлическим натрием выделилось 4,48 л водорода. На полное сжигание такой же массы исходного раствора расходуется 789,6 л воздуха (н.у.). Вычислите массовую долю (в процентах) этилового спирта в исходном растворе.

9.61. Смесь метилового и этилового спиртов (молярное соотношение 2:1) обработали избытком металлического натрия и получили 0,1008 л водорода (н.у.). Определите массовую долю метилового спирта в исходной смеси.

9.62. При нагревании 23 г этанола с концентрированной серной кислотой образовалось два органических соединения. Одно из них – газообразное – может обесцветить 40 г раствора брома в четыреххлористом углероде концентрацией 40 %. Второе соединение представляет собой легкокипящую жидкость. Какие вещества и в каком количестве образовались? Считать, что этанол прореагировал полностью.

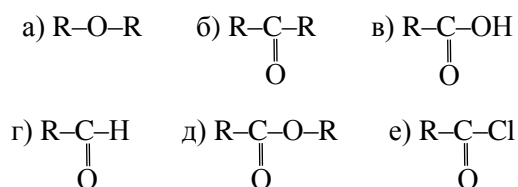
9.63. На 16,6 г смеси этилового и пропилового спиртов подействовали избытком металлического натрия. Выделившийся при этом водород смешали с 3,36 л (н.у.) аргона. Плотность полученной газовой смеси по водороду 10,5. Определите массовые доли каждого спирта в исходной смеси.

10. АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ

10.1. Изомерия и номенклатура

Задачи.

10.1. Какие из написанных общих формул относятся к альдегидам и кетонам:



10.2. Напишите формулы: а) муравьиного альдегида (формальдегида); б) уксусного альдегида (ацетальдегида) в) пропионового альдегида; г) ацетона. Назовите эти соединения по международной систематической номенклатуре.

10.3. Напишите формулы следующих альдегидов: а) гексаналь; б) 2-метилгексаналь; в) 2,3-диметилпентаналь; г) 3,3-диметилбутаналь.

10.4. Напишите формулы следующих кетонов: а) 4-гептанон; б) 2,4-диметил-3-пентанон; в) 2-метил-3-гексанон.

10.5. Выведите формулы кетонов состава $C_6H_{12}O$ (6 изомеров) и назовите их.

10.6. Выведите формулы непредельных альдегидов и кетонов: а) C_4H_6O ; б) C_5H_8O . Назовите их по международной систематической номенклатуре. Какое из соединений называется кротоновым альдегидом? Метакриловым альдегидом?

10.7. Напишите формулы следующих непредельных альдегидов и кетонов: а) пропеналь; б) 1,5-гексадиен-3-он; в) 2,7-диметил-2,6-октадиеналь. Другие названия этих соединений: цитраль, акролеин, винилаллилкетон. Какому из соединений соответствует каждое из приведенных тривиальных названий?

10.2. Химические свойства

10.8. Напишите уравнения реакций окисления аммиачным раствором оксида серебра следующих альдегидов: а) пропионового; б) 2,2-диметилпентанала. К какому классу соединений относятся продукты окисления? Почему эта реакция может служить качественной реакцией на альдегиды в отличие от кетонов? Как ее называют?

10.9. А. Сравните действие гидроксида меди (II) (при нагревании) на пропионовый альдегид и ацетон.

Б. Напишите реакции гидроксида меди (II) с изомерными альдегидами состава C_4H_8O .

10.10. Напишите уравнения реакций каталитического гидрирования следующих альдегидов: а) масляного; б) 3-метилбутанала. Назовите образующиеся соединения.

10.11. Напишите уравнения реакций каталитического гидрирования следующих кетонов: а) 2-метил-3-пентанона; б) ацетона. Назовите образующиеся соединения.

10.12. Какие из четырех изомерных спиртов состава C_4H_9OH можно получить восстановлением соответствующих альдегидов и кетона? Напишите уравнения реакций. Какой спирт таким путем получить нельзя?

10.13. Напишите структурную формулу соединения состава C_4H_8O , которое при действии синильной кислоты дает оксинитрил, а при восстановлении образует изобутиловый спирт? Напишите реакции.

10.14. Какие соединения получают при действии: а) этилового спирта на пропионовый альдегид; б) метилового спирта на уксусный альдегид? Назовите образующиеся соединения.

10.15. Определите строение соединения состава C_3H_6O , если известно, что при каталитическом гидрировании оно присоединяет водород, а при нагревании его с гидроксидом меди (II) образуется осадок кирпично-красного цвета. Напишите все уравнения реакций.

10.16. Определите строение соединения состава $C_5H_{10}O$, если известно, что оно не реагирует с аммиачным раствором оксида

серебра, а при каталитическом гидрировании образует диэтилкарбинол. Напишите все уравнения реакций.

10.17. Определите строение соединения состава C_3H_6O , если известно, что оно реагирует с гидроксиламином, образуя оксим, а при каталитическом гидрировании превращается в изопропиловый спирт. Напишите уравнения реакций.

10.18. Напишите последовательность реакций альдольной и кротоновой конденсации альдегидов: а) пропионового; б) масляного. Объясните каждую реакцию. Назовите образующиеся соединения.

10.19. Для каких из приведенных альдегидов возможны реакции альдольной и кротоновой конденсации: а) уксусного; б) диметилуксусного; в) триметилуксусного? Напишите уравнения возможных реакций. Объясните, почему та или иная реакция невозможна. Назовите все образующиеся соединения.

10.20. Напишите уравнения реакций альдольной и кротоновой конденсации, протекающие в смеси двух альдегидов: а) уксусного и пропионового; б) уксусного и масляного; в) уксусного и триметилуксусного; г) масляного и изомасляного. Назовите полученные соединения.

10.21. Напишите уравнения реакций альдольной и кротоновой конденсации для ацетона и напишите аналогичные реакции для диэтилкетона. Назовите образующиеся соединения.

10.3. Способы получения

10.22. Напишите схемы реакций, в результате которых путем окисления соответствующих спиртов получают: а) изопропилуксусный альдегид; б) 2-метилбутаналь. Назовите исходные спирты.

10.23. Напишите уравнения реакций получения альдегидов и кетонов по реакции дегидрирования спиртов: а) изопропилового; б) 3-метил-1-бутанола; в) 3-метил-2-бутанола. Назовите образующиеся соединения.

10.24. Напишите схемы реакций образования альдегидов и кетонов при действии водного раствора щелочи на дигалогенпроизводные: а) 2-метил-1,1-дихлорбутан; б) 2-метил-3,3-дихлорпентан. Назовите образующиеся соединения.

10.25. Для получения 300 г раствора формалина концентрацией 40 % потребовалось окислить 216 мл метанола (плотность 0,79 г/мл). Каков процент использования метанола?

10.26. Сколько моль, граммов и молекул ацетальдегида образуется при окислении 89,84 мл этанола (содержание C_2H_5OH 96 %, плотность 0,8 г/мл) при выходе 90 %?

10.27. Плотность по водороду вещества, имеющего массовый состав 54,55 % углерода, 9,09 % водорода, 36,36 % кислорода, равна 22. Оно легко восстанавливает оксид серебра, образуя кислоту. Определите молекулярную формулу этого вещества и назовите его. К какому гомологическому ряду оно относится?

10.28. Для нейтрализации 11,4 г столового уксуса понадобилось 18,24 мл водного раствора гидроксида натрия, содержащего в одном литре 0,5 моль щелочи. Вычислите массовую долю уксусной кислоты в образце столового уксуса.

10.29. В лаборатории при окислении 10 мл метилового спирта (плотность $0,8 \text{ г/см}^3$) было получено 120 г раствора формальдегида концентрацией 3 %. Рассчитайте практический выход продукта реакции.

10.30. Какой объем формальдегида нужно растворить в воде для получения 1 л раствора формалина (концентрация 40 %, плотность $1,01 \text{ г/см}^3$)?

10.31. Какой объем кислорода необходим для получения 2 кг раствора формалина (концентрация 40 %) методом окисления метилового спирта?

10.32. Какой объем раствора уксусного альдегида (концентрация 20 %, плотность 1 г/см^3) окисляется при взаимодействии с гидроксидом меди (II), если при этом образуется 14,4 г оксида меди (I)?

10.33. Какую массу уксусного альдегида можно получить из 44,8 г ацетилена при выходе 90 %?

10.34. При действии на 15 г смеси этана, формальдегида и фенола аммиачным раствором оксида серебра получили 21,6 г металлического серебра. При действии на такое же количество смеси бромной водой получили 33,1 г белого осадка. Определите количественный состав исходной смеси.

10.35. 0,5 г смеси, состоящей из 17,1 % спирта и 82,9 % альдегида, могут прореагировать с 34,8 г оксида серебра (аммиачный раствор). Напишите структурные формулы спирта и альдегида, учитывая, что они содержат одинаковое количество атомов углерода в молекуле и могут быть получены один из другого.

10.36. При окислении аммиачным раствором оксида серебра технического ацетальдегида массой 0,5 г, содержащего различные примеси, образовалось 2,16 г серебра. Определите массовую долю ацетальдегида в техническом препарате.

10.37. При окислении 16,2 г некоторого альдегида аммиачным раствором оксида серебра выделилось 48,6 г серебра. Вычислите молекулярную массу неизвестного альдегида и напишите структурные формулы его возможных изомеров.

10.38. Установите строение органического вещества, имеющего состав $C_xH_yO_z$, если известно, что оно дает реакцию «серебряного зеркала», реагирует с металлическим натрием, окисляется раствором перманганата калия и способно присоединять водород в присутствии катализатора. Вещество, которое получается в результате реакции «серебряного зеркала», легко превращается в соединение состава $C_4H_4O_4$.

10.39. При полном сгорании 1,5 г органического вещества получено 1,12 л углекислого газа (н.у.) и 0,9 г воды. Плотность паров этого вещества по водороду 45. Выведите формулу исследуемого вещества. К каким гомологическим рядам его можно отнести?

10.40. Водный раствор 8 г смеси муравьиного и уксусного альдегидов обработали избытком аммиачного раствора оксида серебра. Выпавший при этом осадок отфильтровали и полностью растворили в концентрированной азотной кислоте, после чего получили 9,856 л газа (н.у.). Определите массовую долю (в процентах) каждого компонента в исходной смеси.

11. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

11.1. Изомерия и номенклатура

Задачи.

11.1. Назовите по международной систематической номенклатуре соединения: а) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$; б) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$; в) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-COOH}$; г) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-COOH}$.

Приведите тривиальные названия первых двух кислот.

11.2. Напишите формулы кислот: а) 2-метилгексановой; б) 5-метилгексановой; в) 2,3-диметилпентановой; г) 3,3-диметилпентановой.

11.3. Выведите формулы всех изомерных карбоновых кислот состава $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$. Назовите их по международной систематической и рациональной номенклатуре. Каково общее тривиальное название этих кислот?

11.4. Приведите тривиальные названия следующих кислот:

а) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$; б) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$. Какие карбоновые кислоты называют высшими жирными кислотами?

11.5. Назовите по международной систематической номенклатуре соединения: а) $\text{CH}_2=\text{CH-COOH}$; б) $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{-COOH}$; в) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}=\text{CH-CH}_2\text{-COOH}$; г) $\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH-CH}=\text{CH-COOH}$; д) $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$; е) $\text{CH}_3\text{-C}(\text{CH}_3)_2\text{-CH}=\text{CH-COOH}$.

Каковы тривиальные названия кислот а), б), г)?

11.6. Выведите структурные формулы одноосновных непредельных кислот состава $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$ с неразветвленной углеродной цепью. Назовите их.

11.7. Напишите формулы кислот: а) 2-пентеновой; б) 2-метил-2-гексеновой; в) 3-метил-2-гексеновой; г) 3-метил-2-бутеновой.

11.8. Для каких из приведенных кислот возможна геометрическая (цис-транс) изомерия? Напишите формулы цис- и транс-изомеров: а) $\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH-COOH}$; б) $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-COOH}$; в) $\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH-CH}_2\text{-COOH}$; г) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}=\text{CH-COOH}$; д) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$.

Объясните случаи, когда невозможна цис-транс- изомерия. Приведите тривиальные названия цис- и транс-изомеров кислот.

11.9. Напишите формулы кислот: а) цис- α,β -диметилакриловой; б) транс- β -изопропилакриловой.

11.10. Выведите формулы изомеров предельных двухосновных кислот с четырьмя атомами углерода. Назовите их.

11.11. Напишите формулы кислот: а) диметилмалоновой; б) α,β -диметилянтарной; в) α,α -диметилянтарной. Назовите эти кислоты по международной систематической номенклатуре.

11.12. Напишите формулы кислот: а) пентандиовой; б) гександиовой. Каковы тривиальные названия этих кислот?

11.13. Напишите формулы геометрических изомеров кислоты: $\text{COOH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$. Каковы их тривиальные названия?

11.2. Химические свойства

11.14. Напишите уравнения реакций между: а) пропионовой кислотой и NaOH ; б) масляной кислотой и Na_2CO_3 ; в) валериановой кислотой и $\text{Ca}(\text{OH})_2$; г) изомасляной кислотой и CaCO_3 ; д) уксусной кислотой и $\text{Al}(\text{OH})_3$.

11.15. Напишите уравнения реакций образования солей при взаимодействии с аммиаком следующих кислот: а) капроновой; б) 2,3-диметилбутановой; в) триметилуксусной. Назовите образующиеся соли.

11.16. Напишите уравнения реакций получения: а) ацетата калия; б) пропионата аммония; в) 2,3-диметилпентаната бария; г) стеарата натрия; д) пальмиата кальция.

11.17. Напишите уравнения реакций действия разбавленной серной кислоты: а) на ацетат натрия; б) на пропионат магния; в) на пальмиат калия.

11.18. Напишите уравнения реакций между следующими соединениями: а) пропионовая кислота и пропиловый спирт; б) масляная кислота и изопропиловый спирт; в) 3-метилбутановая кислота и метиловый спирт; г) уксусная кислота и метилэтилкарбинол; д) изомасляная кислота и 1-бутанол. Назовите образующиеся

соединения. Как называются эти реакции? Какова особенность их протекания? Каким путем можно увеличить выход продуктов таких реакций?

11.19. Напишите уравнения реакций этерификации, при которых получаются следующие соединения: а) уксуснопропиловый эфир; б) уксусноизопропиловый эфир; в) муравьинобутиловый эфир; г) масляноэтиловый эфир; д) пропионовоамиловый эфир; е) этилпропионат; ж) метилацетат; з) этилформиат. Назовите исходные соединения. Укажите условия реакций. Как иначе можно назвать получаемые соединения?

11.20. Напишите уравнения реакций между: а) одной молекулой этиленгликоля и одной молекулой изомасляной кислоты; б) одной молекулой этиленгликоля и двумя молекулами изомасляной кислоты; в) одной молекулой 1,4-бутандиола и одной молекулой уксусной кислоты; г) одной молекулой 1,4-бутандиола и двумя молекулами уксусной кислоты. Назовите образующиеся соединения.

11.21. Напишите уравнения реакций этерификации, при которых получаются: а) полный уксуснокислый эфир 1,2-бутандиола; б) неполный муравьинокислый эфир 1,6-гександиола.

11.22. Напишите уравнения реакций, протекающих при нагревании с водой (в присутствии серной или соляной кислоты) сложных эфиров: а) уксуснобутилового; б) пропионовоизобутилового; в) масляноизопропилового; г) валериановопропилового; д) пропилацетата; е) метилформиата. Как называют реакции этого типа? Назовите образующиеся соединения.

11.23. Напишите уравнения реакций, протекающих при нагревании с водным раствором едкого натра и эфиров: а) уксуснометилового; б) изомасляноэтилового; в) этилового 2,3-диметилпентановой кислоты. Как называют реакции этого типа? Назовите образующиеся соединения.

11.24. Напишите уравнения реакций, протекающих при взаимодействии: а) уксусной кислоты с PCl_5 ; б) пропионовой кислоты с PBr_5 ; в) масляной кислоты с PCl_5 ; г) 3-метилбутановой кислоты с PBr_5 . Назовите образующиеся производные кислот. Что называется кислотным остатком (ацилом)?

11.25. Напишите уравнения реакций действия воды на следующие вещества: а) хлорангидрид пропионовой кислоты; б) бромангидрид масляной кислоты; в) хлористый ацетил; г) бромистый пропионил. Назовите образующиеся соединения.

11.26. Напишите уравнения реакций между следующими соединениями: а) хлорангидридом масляной кислоты и метанолом; б) бромангидридом пропионовой кислоты и 1-пропанолом; в) хлорангидридом валериановой кислоты и 2-пропанолом. Назовите образующиеся соединения.

11.27. Напишите схемы образования ангидридов при дегидратации: а) пропионовой кислоты; б) масляной кислоты; в) капроновой кислоты; г) 3-метилбутановой кислоты; д) смеси масляной и уксусной кислот; е) смеси пропионовой и изомасляной кислот. Назовите образующиеся ангидриды.

11.28. Напишите уравнения реакций образования ангидридов кислот, взяв в качестве исходных следующие соединения: а) хлорангидрид уксусной кислоты и формиат калия; б) хлорангидрид пропионовой кислоты и натриевую соль этой же кислоты; в) бромангидрид изомасляной кислоты и изомаслянокислый калий; г) хлористый ацетил и ацетат натрия; д) бромистый пропионил и пропионат калия.

11.29. Напишите уравнения реакций гидролиза ангидридов: а) пропионового; б) масляного; в) изомасляного; г) валерианового; д) смешанного ангидрида уксусной и пропионовой кислот; е) смешанного ангидрида масляной и валериановой кислот. Назовите образующиеся вещества.

11.30. Напишите уравнения реакций между следующими соединениями: а) пропионовым ангидридом и метанолом; б) масляным ангидридом и этиловым спиртом; в) ацетангидридом и изопропиловым спиртом; г) валериановым ангидридом и 2-бутанолом; д) ангидридом 3-метилбутановой кислоты и 2-пропанолом. Назовите образующиеся соединения.

11.31. Напишите уравнения реакций получения амидов кислот из аммониевых солей кислот: а) пропионовой; б) масляной; в) изомасляной; г) капроновой; д) метилэтилуксусной. Назовите образующиеся амиды.

11.32. Напишите уравнения реакций получения амидов кислот при действии аммиака: а) на хлорангидрид пропионовой кислоты; б) на бромангидрид масляной кислоты; в) на хлористый ацетил; г) на бромистый пропионил. Назовите амиды.

11.33. Напишите уравнения реакций получения амидов кислот из ангидридов: а) пропионового; б) изомаляного; в) капронового; г) ангидрида триметилуксусной кислоты.

11.34. Напишите уравнения реакций гидролиза: а) амида уксусной кислоты (ацетамида); б) амида масляной кислоты. Назовите продукты реакции.

11.35. Напишите схемы реакций получения нитрилов кислот из амидов а) пропионовой кислоты; б) бутановой кислоты; в) метилэтилуксусной кислоты; г) 4-метилпентановой кислоты. Назовите нитрилы.

11.36. Напишите уравнения реакций присоединения: а) брома к олеиновой кислоте; б) хлора к кротоновой (2-бутеновой) кислоте; в) водорода к олеиновой кислоте; г) водорода к 2-пентеновой кислоте. Укажите условия реакции в) и г). Назовите продукты реакции.

11.37. Напишите уравнения реакций присоединения: а) HCl к акриловой кислоте; б) HI к метакриловой кислоте; в) HBr к 2-бутеновой кислоте. Примите во внимание, что присоединение здесь происходит не в соответствии с правилом Марковникова. Объясните порядок присоединения галогеноводорода, учитывая влияние на двойную связь группы COOH , обладающей электроноакцепторным характером.

11.38. Напишите уравнения реакций взаимодействия: а) метакриловой кислоты с метиловым спиртом; б) олеиновой кислоты с этиловым спиртом. Назовите образующиеся соединения.

11.39. Напишите схемы полимеризации: а) метилового эфира акриловой кислоты; б) метилового эфира метакриловой кислоты. Укажите практическое значение образующихся полимеров.

11.40. Напишите уравнения реакций между: а) щавелевой кислотой (1 молекула) и NaOH (2 молекулы); б) щавелевой кислотой (1 молекула) и NaOH (1 молекула); в) щавелевой кислотой и Ca(OH)_2 ; г) янтарной кислотой и Ba(OH)_2 ; д) янтарной кислотой (1 молекула) и NaOH (1 молекула). Назовите образующиеся соединения.

11.41. Напишите уравнения реакций между: а) щавелевой кислотой (1 молекула) и пропиловым спиртом (1 молекула); б) щавелевой кислотой (1 молекула) и пропиловым спиртом (2 молекулы); в) янтарной кислотой (1 молекула) и изопропиловым спиртом (1 молекула). Назовите образующиеся соединения.

11.42. Напишите уравнения реакций получения: а) диэтилового эфира щавелевой кислоты; б) моноэтилового эфира адипиновой кислоты; в) диметилового эфира янтарной кислоты.

11.43. Напишите уравнения реакций, протекающих при действии PCl_5 (одной и двух молекул) на кислоты: а) щавелевую; б) янтарную. Назовите образующиеся соединения.

11.44. Напишите уравнения реакций, протекающих при нагревании кислот: а) щавелевой; б) малоновой; в) метилмалоновой; г) диметилмалоновой. Назовите образующиеся соединения.

11.45. Напишите уравнения реакций, протекающих при нагревании кислот: а) янтарной; б) метилянтарной; в) $\text{COOH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$ (глутаровой). Назовите продукты реакций.

11.46. Напишите уравнения реакций гидролиза при нагревании с водой: а) ангидрида α , α -диметилянтарной; б) ангидрида α , β -диметилглутаровой кислоты. Назовите образующиеся соединения по заместительной номенклатуре.

11.47. Напишите уравнения реакций: а) янтарного ангидрида с 1 молекулой метанола; б) глутарового ангидрида с 1 молекулой этилового спирта. Назовите образующиеся соединения.

11.3. Способы получения

11.48. Напишите схемы реакций получения карбоновых кислот из альдегидов: а) масляного; б) изомасляного; в) 2-метилпентанала; г) метилэтилуксусного. Назовите кислоты.

11.49. Какие получают карбоновые кислоты, если окислить спирты: а) третизобутилкарбинол; б) 1-бутанол; в) изобутиловый; г) вторбутилкарбинол. Напишите схемы реакций. Назовите кислоты и промежуточные соединения.

11.50. Напишите уравнения реакций получения карбоновых кислот: а) из хлороформа; б) из 1,1,1-трибромбутана; в) из 3-метил-1,1,1-трихлорбутана. Назовите кислоты.

11.51. Напишите схемы реакций нитрильного синтеза карбоновых кислот, взяв в качестве исходных: а) 1-бромпропан; б) бромэтан; в) 2-метил-2-бромпропан; г) вторичный бромистый бутил; д) 2-метил-1-бромпропан; е) 3-метил-1-бромбутан. Назовите полученные кислоты.

11.4. Расчетные задачи

11.52. Рассчитайте, какой объем водорода (н.у.) необходим для превращения 1,5 моль олеиновой кислоты в стеариновую.

11.53. Рассчитайте, какой объем водорода (н.у.) необходим для превращения 2 моль акриловой кислоты ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$) в пропионовую.

11.54. Одноосновная карбоновая кислота содержит 40 % углерода, 6,67 % водорода, 53,33 % кислорода. Плотность паров кислоты по аргону 1,5. Исходя из этих данных, найдите молекулярную формулу кислоты.

11.55. Рассчитайте массу технического карбида кальция, содержащего 80 % CaC_2 , которая потребуется для получения 60 кг уксусной кислоты.

11.56. Какая масса раствора формалина в воде, концентрацией 35 % необходима, для того чтобы окислением аммиачным раствором оксида серебра получить 1 кг раствора муравьиной кислоты концентрацией 20 % по реакции «серебряного зеркала»?

11.57. При полном сжигании 2,3 г паров органического вещества образовалось 1,12 л углекислого газа (н.у.) и 0,9 г воды. При окислении такого же количества вещества аммиачным раствором оксида серебра выделилось 10,8 г металлического серебра. Определите молекулярную формулу исследуемого вещества и назовите его.

11.58. Вычислите массу технического сырья, содержащего 60 % карбида кальция, которая потребуется для получения «карбид-

ным способом» 200 кг раствора уксусной кислоты концентрацией 60 %, считая, что выход ее составляет 90 % от теоретического.

11.59. При нагревании 1,36 г технического ацетата натрия с избытком разбавленной серной кислоты получили 0,6 г уксусной кислоты. Вычислите массовую долю примесей в техническом образце ацетата натрия.

11.60. При действии избытка магния на 1 кг раствора уксусной кислоты выделилось 22,4 л водорода (н.у.). Какова массовая доля уксусной кислоты в растворе? Какова масса получившейся соли?

11.61. Какой объем раствора гидроксида натрия (концентрация 20 %, плотность 1219 кг/м³) пойдет на нейтрализацию 200 кг раствора уксусной кислоты концентрацией 15 %?

11.62. Рассчитайте, достаточно ли 75 г уксусной кислоты для растворения магния массой 48 г.

11.63. Можно ли растворить в уксусной кислоте 2 г известняка после того, как к 200 мл ее раствора (концентрация 10 %, плотность 1,104 г/мл) прилили 100 г раствора гидроксида натрия концентрацией 5 %?

11.64. Достаточно ли будет 120 г раствора муравьиной кислоты концентрацией 20 % для растворения 50 гранул цинка (масса одной гранулы 1,5 г)?

11.65. При окислении метанола массой 16 кг образовалась кислота, которую нейтрализовали 0,0002 м³ раствора едкого натра (концентрация 20 %, плотность 1200 кг/м³). Определите массу образовавшейся соли.

11.66. Уксусный альдегид массой 0,088 кг окисляют в кислоту. Затем эту кислоту растворяют в воде объемом 0,0002 м³. Вычислите массовую долю кислоты в образовавшемся растворе.

11.67. Определите формулу одноосновной предельной кислоты, если известно, что при взаимодействии $5,1 \cdot 10^{-3}$ кг ее с избытком металлического натрия выделилось $5,6 \cdot 10^{-4}$ м³ водорода (н.у.).

11.68. Какой объем природного газа (98 % метана по объему) потребуется для получения 64,4 кг муравьиной кислоты путем каталитического окисления метана: $2\text{CH}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{HCOOH} + 2\text{H}_2\text{O}$?

11.69. При взаимодействии 35,55 мл раствора концентрацией 30 % (плотность 1,04 г/см³) одноосновной органической кисло-

ты неизвестного строения с избытком гидрокарбоната натрия выделилось 3,36 л газа (н.у.). Определите строение исходной органической кислоты.

11.70. К 42 г одноосновной органической кислоты прилили 36,3 мл раствора едкого натра (концентрация 20 %, плотность 1,1 г/см³), а затем избыток концентрированного раствора гидрокарбоната натрия, при этом выделилось 11,2 л газа (н.у.). Определите строение исходной органической кислоты и назовите ее.

11.71. Какое органическое соединение и в каком количестве было взято для окисления его гидроксидом меди (II), если при взаимодействии продукта реакции с 2,24 л хлора (н.у.) образовалось 9,45 г монохлорзамещенной одноосновной органической кислоты?

11.72. При окислении 5,75 г кислородсодержащего органического соединения неизвестного строения образовалась уксусная кислота. Для полной нейтрализации газа, полученного при полном сжигании этой кислоты, потребовалось 80 мл 28-процентного раствора гидроксида калия (плотность 1,25 г/см³). Какое вещество взято для окисления? Какая масса уксусной кислоты при этом образовалась?

11.73. При взаимодействии 50 г смеси водных растворов фенола и уксусной кислоты с бромной водой выпало 33,1 г белого осадка. Для нейтрализации этого же количества смеси потребовалось 139,1 мл раствора едкого натра (концентрация 10 %, плотность 1,15 г/мл). Какова процентная концентрация уксусной кислоты в исходной смеси?

11.74. Определите состав и строение предельной одноосновной карбоновой кислоты, если известно, что для нейтрализации 7,32 г ее потребовалось 25,41 мл раствора гидроксида калия (концентрация 22,4 %, плотность 1,2 г/см³).

11.75. Для нейтрализации смеси фенола и уксусной кислоты потребовалось 23,4 мл раствора гидроксида натрия (концентрация 20 %, плотность 1,2 г/см³). При взаимодействии исходной смеси с бромной водой образовалось 16,55 г осадка. Определите количественный состав исходной смеси.

11.76. При действии натрия на 13,8 г смеси этилового спирта и одноосновной органической кислоты выделяется 3,36 л газа, а при

действии на ту же смесь насыщенного раствора пищевой соды – 1,12 л газа. Определите массовую долю каждого компонента в смеси и строение органической кислоты.

11.77. При окислении перманганатом калия смеси бензола и толуола после подкисления образовалось 8,54 г одноосновной органической кислоты. При взаимодействии этой кислоты с избытком водного раствора гидрокарбоната натрия выделился газ, объем которого в 19 раз меньше объема того же газа, полученного при полном сгорании исходной смеси углеводородов. Определите массовую долю каждого компонента в исходной смеси.

11.78. Определите строение предельной одноосновной органической кислоты, если известно, что для нейтрализации 1 г этой кислоты требуется 27 мл 0,5 М раствора гидроксида натрия.

11.79. 30,9 г смеси уксусной кислоты, этилового спирта и уксусного альдегида последовательно обработали водным раствором гидрокарбоната натрия (при этом выделилось 11,2 л газа), затем аммиачным раствором оксида серебра (при этом образовалось 2,16 г осадка). Определите массовые доли этилового спирта и уксусного альдегида в исходной смеси.

11.80. 37 г неизвестной предельной одноосновной органической кислоты нейтрализовали водным раствором пищевой соды. При пропускании выделившегося газа через известковую воду выпало 50 г осадка. Какая кислота была взята и каков объем выделившегося газа (растворимость газа в воде пренебречь)?

11.81. При каталитическом окислении предельного одноатомного спирта кислородом воздуха образовалась кислота, на нейтрализацию 22 г которой потребовалось 59,4 мл раствора едкого кали (концентрация 20 %, плотность 1,18 г/см³). Определите молекулярную формулу исходного спирта и напишите его возможные структурные формулы.

11.82. При окислении 16 г неизвестного кислородсодержащего органического соединения образовалось 23 г одноосновной предельной органической кислоты, при взаимодействии которой с избытком пищевой соды (гидрокарбонат натрия) выделилось 11,2 л газа (н у.). Определите формулы исходного соединения и органической кислоты, образовавшейся в результате окисления.

11.83. Газ, образовавшийся при действии избытка металлического цинка на раствор 3,32 г смеси уксусной и муравьиной кислот в 16,68 мл воды, прибавлен к 112 мл этилена (н.у.). После пропускания полученной газовой смеси над никелевым катализатором ее объем уменьшился до 672 мл (н.у.), причем полученный газ не вызывает обесцвечивания раствора перманганата калия. Определите концентрацию каждой из кислот в исходном растворе.

11.84. Для нейтрализации 10 г водного раствора смеси уксусной кислоты и фенола потребовалось 100 г 0,408 М раствора едкого кали (плотность 1,02 г/мл). При добавлении к 5 г того же раствора избытка бромной воды получено 3,31 г осадка. Определите концентрацию исходных веществ в растворе.

11.85. Свежеприготовленная смесь пропилового спирта и пропионовой кислоты может прореагировать с 100 мл раствора гидрокарбоната натрия (концентрация 4,04 %, плотность 1,04 г/см³). Выделившийся при этом газ занимает в 18 раз меньший объем, чем тот же газ, образующийся при полном сгорании такого же количества исходной смеси (объемы газов измерены при одинаковых условиях). Вычислите массу исходной смеси спирта и кислоты и массовую долю каждого компонента. Изменится ли объем газа, выделяющегося при опытах, если для проведения опытов взять смесь, приготовленную неделю тому назад?

11.86. Для нейтрализации 125 г свежеприготовленной смеси этилового спирта с уксусной кислотой в гексане потребовалось 76,92 мл раствора едкого натра (концентрация 5 %, плотность 1,04 г/мл), а при действии на такое же количество раствора избытка металлического натрия выделилось 3,36 л газа. Определите массовую долю этилового спирта в полученной смеси.

11.87. Для нейтрализации 250 г водного раствора фенола и уксусной кислоты потребовалось 44,25 мл раствора гидроксида натрия (концентрация 12 %, плотность 1,13 г/см³), а при действии на то же количество смеси бромной водой выпало 16,55 г осадка. Определите массовую долю уксусной кислоты в полученном растворе.

11.88. При взаимодействии 25 мл бензольного раствора 3,664 г свежеприготовленной смеси фенола, этанола и уксусной кислоты с избытком металлического натрия выделилось 672 мл газа (н.у.).

Для полной нейтрализации такого же количества исходной смеси необходимо 18,165 мл раствора гидроксида натрия (концентрация 8 %, плотность 1,101 г/мл), а добавление бромной воды к полученному после нейтрализации раствору приводит к выпадению 3,31 г белого осадка. Вычислите молярную концентрацию каждого из растворенных веществ в исходном растворе.

11.89. При нагревании смеси муравьиной и щавелевой кислот (в присутствии серной кислоты) образовалось 0,672 л (н.у.) смеси оксидов углерода. Полученную смесь газов пропустили через известковую воду и получили 0,81 г кислой соли. Определите массовую долю щавелевой кислоты в исходной смеси.

11.90. На полную нейтрализацию 5,24 г смеси уксусного альдегида, уксусной и муравьиной кислот израсходовано 21,341 мл раствора гидроксида калия (концентрация 16 %, плотность 1,148 г/см³). При обработке такой же массы исходной смеси аммиачным раствором оксида серебра образовался осадок, на полное растворение которого потребовалось 13,125 г азотной кислоты концентрацией 96 %. Определите процентный состав исходной смеси.

11.91. К 24,4 г смеси уксусной и муравьиной кислот добавили 227,3 мл раствора едкого натра (концентрация 10 %, плотность 1,1 г/мл). Для поглощения избытка щелочи с образованием кислой соли потребовалось 2,8 л сернистого газа (н.у.). Определите количественный состав исходной смеси кислот.

11.92. При действии на 8,73 г смеси щавелевой, муравьиной кислот и фенола избытком бромной воды выпало 6,62 г белого осадка. Такое же количество исходной смеси веществ может прореагировать с 61,3 мл раствора гидроксида натрия (концентрация 10 %, плотность 1,109 г/мл). Вычислите процентный состав исходной смеси.

11.93. Смесь муравьиной и уксусной кислот массой 9,9 г растворили в 20,1 мл воды и добавили избыток цинка. Образовавшийся газ пропустили через интенсивно перемешиваемый раствор уксусного альдегида (6,6 г) в этиловом спирте в присутствии палладиевого катализатора. По окончании реакции катализатор отфильтровали и к фильтрату прилили избыток аммиачного раствора оксида серебра. При легком нагревании реакционной смеси выпал осадок массой 10,8 г. Вычислите массовую долю каждой из кислот в исходном растворе.

11.94. К раствору, содержащему 2,19 г смеси этанола и пропанола и 15 мл бензола (плотность 0,88 г/мл), добавили избыток металлического натрия. Выделившийся газ пропустили через спиртовой раствор, содержащий 1,54 г уксусного альдегида, в присутствии платинового катализатора. После окончания реакции катализатор отфильтровали, а к фильтрату добавили аммиачный раствор оксида серебра. При легком нагревании образовалось 3,24 г осадка. Определите массовые доли спиртов в исходном растворе.

11.95. Один из методов получения уксусной кислоты заключается в каталитическом окислении бутана. Какую массу раствора уксусной кислоты концентрацией 90 % можно получить окислением 100 м³ бутана (измеренного при 20°C и 101 кПа), если выход целевого продукта 65 %?

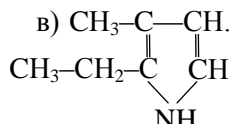
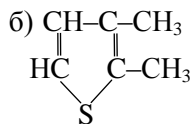
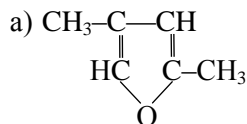
11.96. При нагревании с серной кислотой 22,6 г смеси щавелевой и муравьиной кислот образовалось 11,2 л смеси угарного и углекислого газов (н.у.). Определите количественный состав смеси органических кислот.

12. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

12.1. Пятичленные гетероциклы

Задачи.

12.1. Назовите приведенные соединения, применяя для обозначения положения заместителей как цифры, так и буквы греческого алфавита:



12.2. Напишите формулы: а) β, β'-диметилтиофена; б) α, α'-диметилфурана; в) α-этилпиррола; г) N-метилпиррола; д) N-этилпиррола. Назовите эти соединения, применяя цифровые обозначения положений заместителей.

12.3. Напишите уравнения реакций гидрирования: а) фурана; б) 2-этилфурана; в) тиофена; г) α , α' -диметилтиофена; д) β , β' -диэтилпиррола; е) 2,3-диметилпиррола. Назовите образующиеся соединения.

12.4. Напишите уравнения реакций (с одной молекулой реагента): а) хлорирования фурана; б) сульфирования тиофена; в) нитрования тиофена. Назовите образующиеся соединения.

12.5. Напишите для фурфуурола (2-фуральдегида) уравнения реакций: а) окисления; б) восстановления альдегидной группы. Назовите образующиеся соединения.

12.6. Напишите уравнение реакции окисления индола (бензопиррола) в индоксил (β -оксииндол) и схему таутомерных превращений индоксила.

12.7. Напишите схему образования красителя индиго при окислении индоксила (β -оксииндола) кислородом воздуха.

12.2. Шестичленные гетероциклы

12.8. Напишите формулы: а) α -пирана; б) γ -пирана; в) тетрагидропирана; г) из какого соединения с открытой цепью может быть получен тетрагидропиран? Напишите реакцию.

12.9. Выведите все изомерные: а) метилпиридины; б) диметилпиридины. Назовите соединения, обозначая положение заместителей как цифрами, так и буквами греческого алфавита.

12.10. Напишите схемы реакций окисления: а) β -метилпиридина; б) α -метилпиридина; в) α , α' -диметилпиридина. В чем аналогия этих реакций с реакциями окисления гомологов бензола? Назовите образующиеся соединения. Какое из них называется никотиновой кислотой?

12.11. Напишите для пиридина уравнения следующих реакций с введением одной замещающей группы: а) бромирования; б) хлорирования; в) нитрования; г) сульфирования. Назовите образующиеся соединения.

12.12. Напишите уравнения реакций образования солей пиридина при действии на него кислот: а) соляной; б) серной. Напи-

шите электронные формулы пиридина и пиррола. Почему пиррол в отличие от пиридина не обладает основными свойствами?

12.13. Напишите уравнения реакций исчерпывающего гидрирования: а) пиридина; б) α -метилпиридина; в) 2,4-диметилпиридина. Назовите образующиеся соединения.

12.14. Напишите схемы исчерпывающего гидрирования гетероциклов: а) пиазина; б) пиримидина. Назовите образующиеся соединения.

12.15. Напишите формулу 2,5-дикетопиперазина и реакции образования его или его производных при нагревании следующих α -аминокислот жирного ряда: а) глицина; б) α -аминомасляной кислоты; в) аланина. Назовите образующиеся соединения.

13. ОПТИЧЕСКАЯ ИЗОМЕРИЯ

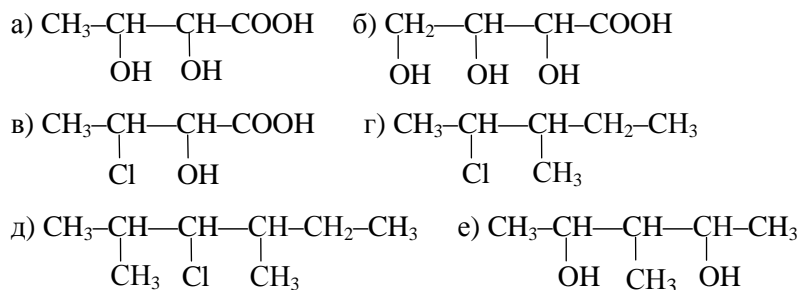
13.1. Асимметрические (хиральные) атомы углерода

Задачи.

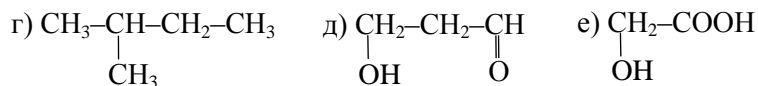
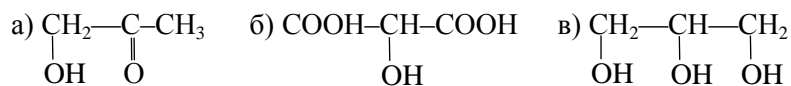
13.1. Какой атом углерода называется хиральным? Найдите такой атом в приведенных соединениях и обозначьте его звездочкой:

- а) $\text{CH}_3\text{—CH(OH)—COOH}$; б) $\text{CH}_2(\text{OH})\text{—CH(OH)—COOH}$;
 в) $\text{CH}_3\text{—CH(OH)—CH}_2\text{—CH}_3$; г) $\text{CH}_2(\text{OH})\text{—(CH}_3\text{)C(OH)—COOH}$;
 д) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH(CH}_3\text{)—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$.

13.2. Найдите и обозначьте звездочкой хиральные атомы углерода:



13.3. Содержатся ли в приведенных соединениях асимметрические атомы углерода:

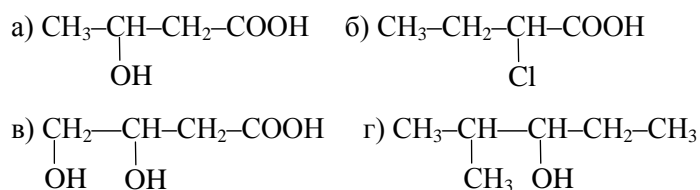


13.4. Выведите структурные формулы изомерных одноосновных монооксикислот с пятью атомами углерода. Обозначьте в них асимметрические атомы углерода.

13.2. Оптическая изомерия соединений с одним хиральным атомом углерода

13.5. Напишите проекционные формулы оптических антиподов (зеркальных изомеров) кислот: а) α -оксипропионовой (молочной); б) α -оксимасляной. Что такое проекционные формулы? Как путем наложения таких формул друг на друга можно доказать, что соединения являются пространственными изомерами?

13.6. Напишите проекционные формулы оптических антиподов соединений:



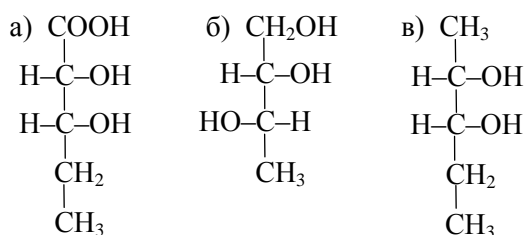
13.7. Напишите структурные формулы: а) α -оксивалериановой кислоты; б) γ -оксикапроновой кислоты; в) 1,2-пентандиола; г) 2-метил-1-бутанола; д) 2-хлорбутана; е) α , γ -диоксимасляной кислоты. Для каждого из этих соединений напишите проекционные формулы зеркальных изомеров.

13.8. Напишите проекционные формулы стереоизомеров (стереомеров), образующих рацематы: а) β -оксиизомасляной кислоты; б) 2-пентанола. Что такое рацематы? Как они образуются? Какими свойствами отличаются от соответствующих им зеркальных изомеров?

13.3. Оптическая изомерия соединений с несколькими хиральными атомами углерода

13.9. Какие пространственные изомеры называются диастереомерами? Каковы различия в свойствах диастереомеров?

13.10. Для каждого из приведенных соединений напишите проекционные формулы его оптического антипода, одного диастереомера.



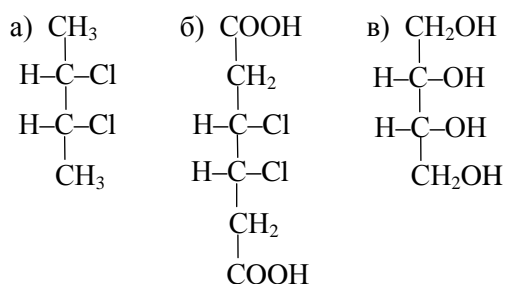
13.11. Напишите проекционные формулы пространственных изомеров α , β -диоксивалериановой кислоты. Какие из них являются оптическими антиподами и какие диастереомерами по отношению друг к другу? Как в общем случае можно установить число возможных пространственных изомеров, если известно количество хиральных атомов углерода в соединении.

13.12. Напишите структурные формулы указанных соединений; обозначьте звездочкой асимметрические атомы углерода. Для каждого из этих соединений напишите проекционные формулы возможных пространственных изомеров: а) 2-хлор-3-бромбутана; б) 3-метил-2-иодгексана; в) 2,3-гександиола; г) α , γ -диоксикапроновой кислоты; д) α , β , δ -триоксивалериановой кислоты.

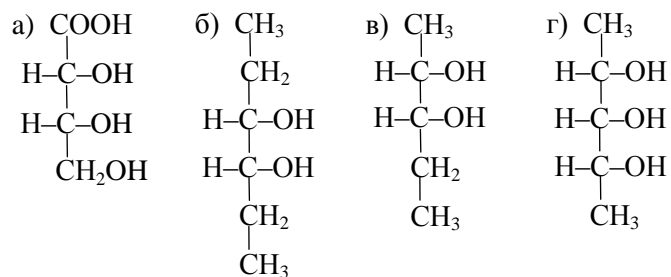
13.13. А. Напишите структурную формулу 2,3-бутандиола. Сколько в этом соединении асимметрических атомов углерода? Напишите проекционные формулы всех его пространственных изомеров. Сколько их? Почему здесь число стереомеров меньше, чем 2^n ? Какой из выведенных пространственных изомеров не имеет оптического антипода? Почему? Как такой пространственный изомер называется? Каковы его свойства?

Б. Выполните аналогичное задание для 3,4-диметилгексана.

13.14. Как можно доказать, что приведенные соединения являются мезоизомерами и, следовательно, не имеют оптических антиподов? Обозначьте звездочками асимметрические атомы углерода в этих соединениях:



13.15. Обозначьте звездочками хиральные атомы углерода в следующих соединениях:



Какие из этих соединений являются оптически активными? Какие из них, несмотря на наличие асимметрических атомов углерода, не обладают оптической активностью? Почему?

13.16. Напишите структурные и проекционные формулы всех пространственных изомеров следующих соединений: а) α , β -дихлорянтарной кислоты; б) 2,3-диметил-1,4-дихлорбутана; в) 2,3-диметил-1,4-бутандиола. Укажите в каждом случае мезоизомеры.

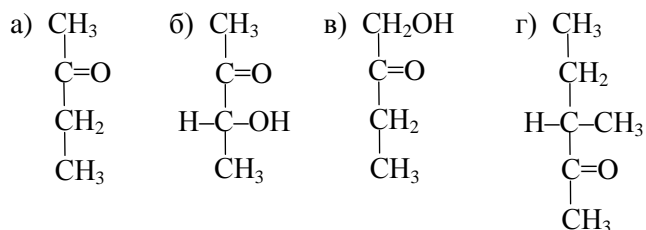
13.17. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 2,3-дибромбутана; б) 2,3-дибромпентана; в) 2,3-гександиола; г) 3,4-гександиола. Укажите, для каких из них возможны мезоизомеры и напишите их проекционные формулы.

13.18. Напишите структурные формулы: а) 2,3,4-трихлорпентана; б) 3,4,5-гептантриола. Обозначьте звездочками асимметрические атомы углерода (в обоих соединениях их по два). Для каждого соединения напишите проекционные формулы всех пространственных изомеров и укажите мезоизомеры (для каждого соединения их может быть два).

13.19. А. Напишите схему реакции гидролиза мезоизомера 2,3-диметил-1,4-дихлорбутана при действии на него одной молекулы КОН в водном растворе. Почему при этом получается рацемическая смесь зеркальных изомеров 2,3-диметил-4-хлор-1-бутанола?

Б. Выполните аналогичное задание для мезоизомера 2,4-дибромпентана. Назовите образующееся соединение.

13.20. Напишите схемы реакций гидрирования следующих соединений, используя проекционные формулы:



Какие в каждом случае пространственные изомеры (зеркальные изомеры, диастереомеры) образуются? Почему?

13.4. Пространственная изомерия полимеров

13.21. Напишите проекционные формулы участка цепи полипропилена $[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-]_n$ стереорегулярной структуры: а) изотактической; б) синдиотактической. Чем объясняется пространственная изомерия такого рода полимеров? Что такое атактический полимер? Как влияет пространственная структура на свойства полимера?

13.22. Напишите проекционную формулу участка цепи полиизобутилена $[-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-]_n$. Возможна ли пространственная изомерия этого полимера (поясните ответ)?

Примеры решения задач

Пример 1. Вывести формулу вещества, если известно, что массовая доля углерода в нем 39,97 %, водорода 6,73 %, кислорода 53,3 %. Плотность паров этого вещества по углекислому газу 4,091.

Решение. Схематично формулу вещества можно записать как $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$. Обозначим x, y, z – количество молей атомов углерода, водорода и кислорода в молекуле соответственно. Зная процентное содержание каждого элемента в соединении и его молярную массу,

получим $x : y : z = \frac{39,97}{12} : \frac{6,73}{1} : \frac{53,3}{16} = 1 : 2 : 1$.

Следовательно, простейшая формула CH_2O

$$M_{(\text{CH}_2\text{O})} = 30 \text{ г/моль.}$$

Рассчитаем истинную молярную массу вещества

$$M_{(\text{истин.})} = M_{(\text{CO}_2)} D_{(\text{CO}_2)} = 44 \cdot 4,091 = 180 \text{ г/моль.}$$

Соотношение молярных масс, истинной и простейшей:

$$\frac{M_{(\text{истин.})}}{M_{(\text{CH}_2\text{O})}} = \frac{180}{30} = 6.$$

и простейшая формула CH_2 $M_{(\text{CH}_2)} = 14$ г/моль.

Истинная молярная масса соединения $M_{(\text{C}_x\text{H}_y)} = V_m d =$
 $= 22,4 \cdot 1,875 = 42$ г/моль.

Тогда соотношение молярных масс, истинной и простейшей:

$$\frac{M_{(\text{C}_x\text{H}_y)}}{M_{(\text{CH}_2)}} = 3.$$

Значит, индексы в истинной формуле будут в три раза больше, чем в простейшей формуле и формула вещества C_3H_6 .

Пример 3. Вычислить отношение масс элементов в метане.

Решение. В одном моле метана CH_4 содержится 1 моль углерода (или 12 г) и 4 моль водорода (4 г). Отношение масс элементов составит: $m_{(\text{C})}/m_{(\text{H})} = 12/4 = 3$.

Пример 4. Вычислить массовые доли элементов в глюкозе $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

Решение. Массовую долю элемента в соединении можно вычислить по формуле

$$\omega_{(\text{Э})} = \frac{nM_{(\text{Э})}}{M} 100\%,$$

где n – число атомов элемента в молекуле, $M_{(\text{Э})}$ – молярная масса элемента, M – молярная масса соединения.

$$M_{(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = 6M_{(\text{C})} + 12M_{(\text{H})} + 6M_{(\text{O})} = 72 + 12 + 96 = 180 \text{ г/моль.}$$

$$\omega_{(\text{C})} = \frac{6 \cdot 12}{180} = 0,4 \text{ или } 40\%;$$

$$\omega_{(\text{H})} = \frac{12 \cdot 1}{180} = 0,067 \text{ или } 6,7\%;$$

$$\omega_{(\text{O})} = \frac{6 \cdot 16}{180} = 0,533 \text{ или } 53,3\%.$$

Пример 5. Какая масса углерода содержится в 90 г этана?

Решение. Молярная масса этана

$$M_{(C_2H_6)} = 2M_{(C)} + 6M_{(H)} = 2 \cdot 12 + 6 \cdot 1 = 30 \text{ г/моль.}$$

В 30 г этана содержится 24 г углерода, в 90 г этана содержится x (в граммах) углерода: $\frac{30}{24} = \frac{90}{x} \Rightarrow m_{(C)} = 72 \text{ г.}$

Пример 6. В какой массе оксида фосфора (III) содержится 6,2 г фосфора?

Решение. Определим молярную массу оксида фосфора (III):

$$M_{(P_2O_3)} = 2M_{(P)} + 3M_{(O)} = 2 \cdot 31 + 3 \cdot 16 = 110 \text{ г/моль.}$$

В 1 моль P_2O_3 содержится 2 моль фосфора или 62 г, в x (в граммах) P_2O_3 содержится 6,2 г фосфора: $110/62 = x/6,2 \Rightarrow x = m_{(P_2O_3)} = 11 \text{ г.}$

Пример 7. Сколько молекул содержится в 36 г воды? В каком объеме метана CH_4 (н.у.) столько же молекул?

Решение. Число частиц определяется формулой: $N = N_A n$, где n – количество вещества, $n = m/M$.

Следовательно, число молекул воды

$$N_{(H_2O)} = \frac{N_A m_{(H_2O)}}{M_{(H_2O)}} = \frac{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 36}{18} = 12,04 \cdot 10^{23} \text{ молекул} = N_{(CH_4)}.$$

При нормальных условиях объем газа вычисляем по уравнению Авогадро:

$$V_{(CH_4)} = \frac{V_M N_{(CH_4)}}{N_A} = 22,4 \cdot \frac{12,04 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 44,8 \text{ л.}$$

Пример 8. На одну чашку весов лаборант положил порцию глюкозы $C_6H_{12}O_6$, содержащую $3,01 \cdot 10^{23}$ молекул. Какое количество вещества рибозы $C_5H_{10}O_5$ лаборант должен положить на другую чашку весов, чтобы весы были в состоянии равновесия?

Решение. Весы будут в состоянии равновесия, если

$$m_{(C_6H_{12}O_6)} = m_{(C_5H_{10}O_5)}.$$

Определим массу глюкозы:

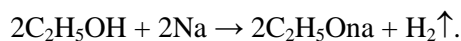
$$\begin{aligned} m_{(C_6H_{12}O_6)} &= M_{(C_6H_{12}O_6)} n_{(C_6H_{12}O_6)} = M_{(C_6H_{12}O_6)} \frac{N_{(C_6H_{12}O_6)}}{N_A} = \\ &= 180 \cdot \frac{3,01 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 90 \text{ г.} \end{aligned}$$

Тогда количество вещества рибозы:

$$n_{(C_5H_{10}O_5)} = \frac{M_{(C_5H_{10}O_5)}}{m_{(C_5H_{10}O_5)}} = \frac{90}{150} = 0,6 \text{ моль.}$$

Пример 9. Какой объем водорода (н.у.) выделится при взаимодействии 59,8 л 96-процентного этилового спирта (плотность 0,8 г/см³) с металлическим натрием?

Решение. Составим уравнение реакции



Вычислим количество вещества чистого этанола:

$$n_{(C_2H_5OH)} = \frac{m_{\text{р-ра}} \omega}{M 100\%} = \frac{V_{\text{р-ра}} d_{\text{р-ра}} \omega}{M 100\%} = \frac{59,8 \cdot 10^3 \cdot 0,8 \cdot 96}{46 \cdot 100} = 998,4 \text{ моль.}$$

Согласно уравнению реакции из 2 моль спирта образуется 1 моль водорода, следовательно,

$$n_{(H_2)} = 0,5 n_{(C_2H_5OH)} = 0,5 \cdot 998,4 = 499,2 \text{ моль.}$$

Тогда $V_{(H_2)} = n_{(H_2)} V_M = 22,4 \cdot 499,2 = 11182 \text{ л.}$

Пример 10. Какой объем воды потребуется для разбавления 200 мл 96-процентного этилового спирта (плотность 0,8 г/мл), чтобы получить раствор с содержанием этанола 10 %?

Решение. Вычислим массу чистого спирта в 200 мл исходного раствора:

$$m_{\text{р.в.}} = \frac{\omega m_{\text{р-ра1}}}{100\%} = \frac{\omega V_{\text{р-ра1}} d_{\text{р-ра}}}{100\%} = \frac{96 \cdot 200 \cdot 0,8}{100} = 153,6 \text{ г.}$$

Вычислим массу 10-процентного раствора:

$$m_{\text{р-ра2}} = \frac{m_{\text{р.в.}}}{\omega} \cdot 100\% = \frac{153,6}{10} 100 = 1536 \text{ г.}$$

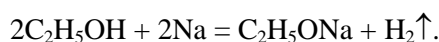
Вычислим массу и объем воды:

$$m_{(\text{H}_2\text{O})} = m_{\text{р-ра2}} - m_{\text{р-ра1}} = 1536 - 160 = 1376 \text{ г;}$$

$$V_{(\text{H}_2\text{O})} = m/d = 1376/1 = 1376 \text{ мл.}$$

Пример 11. Какой объем (н.у.) водорода выделится при взаимодействии 46 г этилового спирта с 46 г металлического натрия?

Решение. Составим уравнение реакции:



Вычислим количество вещества спирта и натрия:

$$n_{(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = \frac{m_{(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}}{M_{(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}} = \frac{46}{46} = 1 \text{ моль;}$$

$$n_{(\text{Na})} = \frac{m_{(\text{Na})}}{M_{(\text{Na})}} = \frac{46}{23} = 2 \text{ моль.}$$

Из уравнения реакции следует, что $n_{(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = n_{(\text{Na})}$. Следовательно, натрий дан в избытке. Расчет ведем по спирту.

Из уравнения реакции следует:

$$n_{(\text{H}_2)} = 0,5 n_{(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = 0,5 \text{ моль,}$$

$$V_{(\text{H}_2)} = n_{(\text{H}_2)} V_M = 22,4 \cdot 0,5 = 11,2 \text{ л.}$$

Пример 12. Вычислите, какое количество теплоты выделяется при сжигании 112 м³ (н.у.) метана, используя термохимическое уравнение (ТХУ) реакции горения метана.

Решение. $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 890 \text{ кДж}$.

Определим количество вещества метана:

$$n_{(\text{CH}_4)} = V/V_M = 112 \cdot 10^3 / 22,4 = 5000 \text{ моль}.$$

Из ТХУ следует, что при сжигании 1 моль метана выделяется 890 кДж теплоты. Пусть Q' – это количество теплоты, выделяющееся при сжигании 5000 моль метана. Тогда

$$1/890 = 5000/Q' \Rightarrow Q' = 4,45 \cdot 10^6 \text{ кДж}.$$

Пример 13. Вычислите тепловой эффект реакции горения ацетилена и составьте ТХУ этой реакции, если известно, что при сжигании 1,12 л (н.у.) ацетилена выделяется 67,5 кДж теплоты.

Решение. Обозначим тепловой эффект реакции Q (в килоджоулях) и составим ТХУ в общем виде: $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + Q$.

Тогда

$$n_{(\text{C}_2\text{H}_2)} = \frac{V}{V_M} = \frac{1,12}{22,4} = 0,05 \text{ моль}.$$

Из ТХУ следует, что при сжигании 2 моль ацетилена выделяется Q (в килоджоулях) теплоты. Тогда составим пропорцию и решим ее:

$$0,5 \text{ моль } \text{C}_2\text{H}_2 - 67,5 \text{ кДж};$$

$$2 \text{ моль } \text{C}_2\text{H}_2 - Q \text{ кДж}.$$

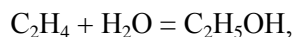
Следовательно, $Q = 2 \cdot 76,5 / 0,5 = 2700 \text{ кДж/моль}$ и ТХУ имеет вид $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + 2700 \text{ кДж}$.

Пример 14. В результате прямой гидратации 112 м^3 (н.у.) этилена получили 172,5 кг этилового спирта. Вычислить выход спирта (в процентах) от теоретического.

Решение. Выход продукта реакции вычисляем по уравнению:

$$\left. \begin{aligned} \eta &= \frac{m_{\text{практ}}}{m_{\text{теор}}} 100 \% \\ m_{\text{теор}} &= n_{\text{практ}} M \end{aligned} \right\} \eta = \frac{m_{\text{практ}}}{n_{\text{теор}} M} 100 \%.$$

Теоретическое число молей $n_{\text{теор}}$ спирта вычислим по уравнению реакции:



из которого следует, что $n_{\text{теор}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = n(\text{C}_2\text{H}_4)$.

Отсюда

$$n_{(\text{C}_2\text{H}_4)} = \frac{V}{V_M} = \frac{112 \cdot 10^3}{22,4} = 5000 \text{ моль} = n_{\text{теор}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}).$$

$$\text{Выход этанола } \eta_{(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = \frac{172,5 \cdot 100\%}{5000 \cdot 0,046} = 75\% .$$

Пример 15. Какой объем (н.у.) этилена можно получить при каталитическом дегидрировании 1,5 т этана, если выход продукта реакции составляет 90 % от теоретического?

Решение. Выход продукта определяется соотношением объемов практического и теоретического:

$$\eta = \frac{V_{\text{практ}}}{V_{\text{теор}}} 100\% ,$$

$$\text{где } V_{\text{практ}} = \frac{V_{\text{теор}} \eta}{100\%}; V_{\text{теор}} = n_{\text{теор}} V_M .$$

Тогда

$$V_{\text{практ}} = \frac{V_{\text{теор}} n_{\text{теор}} \eta}{100\%} .$$

Теоретическое количество вещества этилена $n_{\text{теор}}(\text{C}_2\text{H}_4)$ вычислим по уравнению реакции: $\text{C}_2\text{H}_6 = \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$, из которого следует,

$$\text{что } n_{\text{теор}}(\text{C}_2\text{H}_4) = n_{(\text{C}_2\text{H}_6)} = \frac{m_{(\text{C}_2\text{H}_6)}}{M_{(\text{C}_2\text{H}_6)}} = \frac{1500}{0,03} = 50000 \text{ моль} .$$

Тогда

$$V_{\text{практ}}(\text{C}_2\text{H}_4) = \frac{50000 \cdot 0,0224 \cdot 90}{100} = 1008 \text{ м}^3 .$$

Пример 16. Какой объем кислорода (н.у.) потребуется для полного сгорания 10 м^3 пропана (н.у.)?

Решение. Согласно правилу об объемных отношениях газов, объемы реагирующих и получающихся газов (при одинаковых условиях) пропорциональны количествам вещества этих веществ:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}.$$

$$10 \text{ м}^3 \quad V \text{ м}^3$$

Составим уравнение реакции: $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 = 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$.

1 моль 5 моль

Согласно сформулированному правилу запишем

$$\frac{1}{5} = \frac{10}{V} \Rightarrow V_{(\text{O}_2)} = 50 \text{ м}^3.$$

Пример 17. Какой объем (н.у.) ацетилена можно получить из 4 кг технического карбида кальция, содержащего 20 % примесей?

Решение. Вычислим количество вещества чистого карбида кальция $n_{\text{ч.в}(\text{CaC}_2)}$:

$$\begin{aligned} n_{\text{ч.в}(\text{CaC}_2)} &= \frac{m_{\text{ч.в}(\text{CaC}_2)}}{M_{(\text{CaC}_2)}} = \frac{\omega_{\text{ч.в}} m_{\text{смеси}}}{M_{(\text{CaC}_2)} 100 \%} = \\ &= \frac{(100 - \omega_{\text{прим}}) m_{\text{смеси}}}{M_{(\text{CaC}_2)} 100} = \frac{(100 - 20) \cdot 4000}{64 \cdot 100} = 50 \text{ моль}. \end{aligned}$$

Из уравнения реакции $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$ следует, что $n_{(\text{C}_2\text{H}_2)} = n_{\text{ч.в}(\text{CaC}_2)} = 50$ моль.

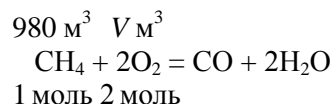
Тогда объем ацетилена $V_{(\text{C}_2\text{H}_2)} = V_M n_{(\text{C}_2\text{H}_2)} = 22,4 \cdot 50 = 1120$ л или $1,12 \text{ м}^3$.

Пример 18. Какой объем (н.у.) воздуха необходим для полного сгорания 1000 м^3 природного газа, содержащего 98 % по объему метана и 2 % негорючих примесей?

Решение. Вычислим объем метана в 1000 м^3 природного газа:

$$V_{(\text{CH}_4)} = \frac{\omega_{(\text{CH}_4)} V}{100\%} = \frac{98 \cdot 1000}{100} = 980 \text{ м}^3.$$

Составим уравнение реакции:



Составим пропорцию и решим ее:

$$1 \text{ моль CH}_4 - 980 \text{ м}^3;$$

$$2 \text{ моль O}_2 - V \text{ м}^3,$$

откуда $V_{(\text{O}_2)} = 980 \cdot 2 = 1960 \text{ м}^3$.

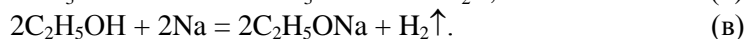
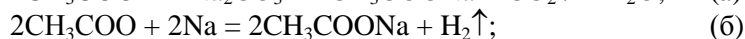
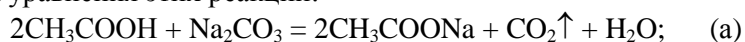
Найдем необходимый объем воздуха

$$V_{\text{возд.}} = \frac{V_{(\text{O}_2)}}{\omega_{(\text{O}_2)}} \cdot 100\% = \frac{1960}{21} \cdot 100 = 9333,3 \text{ л}.$$

Пример 19. При взаимодействии смеси этилового спирта и уксусной кислоты с металлическим натрием образовалось $2,24 \text{ л}$ (н.у.) водорода. При действии на ту же массу исходной смеси раствором соды выделилось $0,224 \text{ л}$ (н.у.) углекислого газа. Вычислите массу исходной смеси.

Решение. Масса смеси равна сумме масс компонентов смеси. Масса каждого компонента $m = Mn$.

Из двух компонентов смеси с раствором соды реагирует только уксусная кислота. С натрием реагируют оба компонента. Составим уравнения этих реакций:



Рассчитаем число молей водорода и CO_2 :

$$n_{(\text{H}_2)} = \frac{V_{(\text{H}_2)}}{V_M} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ моль};$$

$$n_{(\text{CO}_2)} = \frac{V_{(\text{CO}_2)}}{V_M} = \frac{0,224}{22,4} = 0,01 \text{ моль}.$$

Из уравнения реакции (а) следует, что

$$n_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = 2n_{(\text{CO}_2)} = 0,02 \text{ моль};$$

$$m_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = m_{(\text{CH}_3\text{COOH})} M_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = 0,02 \cdot 60 = 1,2 \text{ г}.$$

Из уравнения реакции (б) следует, что $n_{1(\text{H}_2)} = 0,5n_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = 0,01$ моль. Это количество вещества водорода, который образовался за счет участия в реакции уксусной кислоты. Остальное количество вещества водорода $n_{2(\text{H}_2)}$ выделилось за счет участия в реакции спирта:

$$n_{2(\text{H}_2)} = 0,1 - 0,01 = 0,09 \text{ моль}.$$

Из уравнения реакции (в) следует, что:

$$n_{(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = 2n_{2(\text{H}_2)} = 0,18 \text{ моль};$$

$$m_{(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = M_{(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} n_{(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = 46 \cdot 0,18 = 8,28 \text{ г}.$$

Вычислим массу смеси:

$$m_{\text{смеси}} = m_{(\text{CH}_3\text{COOH})} + m_{(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = 1,2 + 8,28 = 9,48 \text{ г}.$$

Пример 20. Смесь этилена с водородом объемом 4 л пропустили над нагретым никелем. После реакции остался неизрасходованным водород объемом 0,4 л. Вычислите состав исходной газовой смеси (в объемных долях). Объемы газов измерены при н.у.

Решение. Объем ($V_{\text{x.p.}}$) прореагировавшей смеси газов

$$V_{\text{х.р.}} = 4 - 0,4 = 3,6 \text{ л.}$$

Составим уравнение реакции, которая произошла при пропуске смеси этилена с водородом над нагретым никелем (катализатором): $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 = \text{C}_2\text{H}_6$.

Из уравнения реакции следует, что этилен и водород реагируют в молярном отношении 1 : 1. Следовательно, объемы прореагировавших газов $V_{\text{х.р.}(\text{H}_2)} = V_{\text{х.р.}(\text{C}_2\text{H}_4)} = 3,6/2 = 1,8 \text{ л.}$

Общий объем водорода $V_{\text{общ}(\text{H}_2)} = 1,8 + 0,4 = 2,2 \text{ л.}$

Найдем объемную долю водорода:

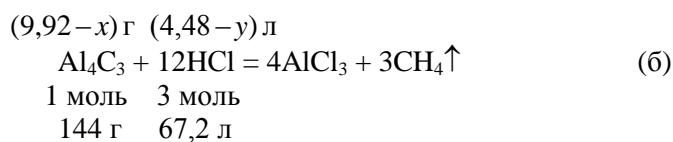
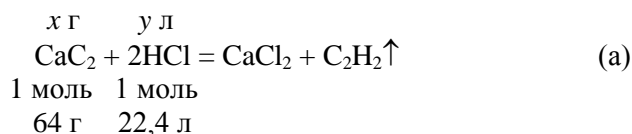
$$\varphi_{(\text{H}_2)} = \frac{V_{(\text{H}_2)}}{V_{\text{общ}}} 100\% = \frac{2,2}{4} 100\% = 55\%$$

и ацетилена:

$$\varphi_{(\text{C}_2\text{H}_4)} = \frac{V_{(\text{C}_2\text{H}_4)}}{V_{\text{общ}}} 100\% = \frac{1,8}{4} 100\% = 45\%.$$

Пример 21. При обработке соляной кислотой 9,92 г смеси карбидов кальция и алюминия образовалось 4,48 л смеси метана и ацетилена (н.у.). Определите количественный состав исходной смеси карбидов.

Решение. Составим уравнения происходящих реакций.



Пусть $m_{(\text{CaC}_2)} = x \text{ г}$, $V_{(\text{C}_2\text{H}_2)} = y \text{ л}$, тогда

$$m_{(\text{Al}_4\text{C}_3)} = (9,92 - x) \text{ г}, \quad V_{(\text{CH}_4)} = (4,48 - y) \text{ л.}$$

Из уравнения реакции (а) следует, что

$$\frac{64}{22,4} = \frac{x}{y}.$$

Из уравнения реакции (б) следует, что

$$\frac{144}{67,2} = \frac{9,92 - x}{4,48 - y}.$$

Получим следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} y = \frac{22,4x}{64} \\ 144(4,48 - y) = 67,2(9,92 - x) \end{cases} \Rightarrow$$

$$144\left(4,48 - \frac{22,4x}{64}\right) = 67,2(9,92 - x) \Rightarrow x = 1,28;$$

$$m_{(\text{CaC}_2)} = 1,28 \text{ г}, \quad m_{(\text{Al}_4\text{C}_3)} = 9,92 - 1,28 = 8,64 \text{ г.}$$

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Алканы	3
1. Изомерия и номенклатура.....	3
1.2. Химические свойства.....	5
1.3. Способы получения.....	6
2. Алкены	6
2.1. Изомерия и номенклатура	6
2.2. Химические свойства.....	8
2.3. Способы получения.....	9
3. Алкины	11
3.1. Изомерия и номенклатура	11
3.2. Химические свойства	11
3.3. Способы получения.....	12
4. Алкадиены.....	13
4.1. Изомерия и номенклатура	13
4.2. Химические свойства	13
4.3. Способы получения.....	15
5. Галогенпроизводные углеводородов	15
5.1. Изомерия и номенклатура	15
5.2. Химические свойства	17
5.3. Способы получения.....	18
5.4. Расчетные задачи.....	18
6. Ароматические углеводороды ряда бензола	32
6.1. Изомерия и номенклатура	32
6.2. Химические свойства	33
6.3. Правила замещения в бензольном ядре.....	35
6.4. Способы получения углеводородов ряда бензола	36
7. Фенолы	37
7.1. Изомерия и номенклатура	37
7.2. Химические свойства.....	38
7.3. Способы получения фенолов	39
7.4. Расчетные задачи.....	40
8. Алициклические углеводороды.....	42
9. Спирты.....	44
9.1. Изомерия и номенклатура	44
9.2. Химические свойства	46
9.3. Способы получения.....	47
9.4. Расчетные задачи.....	48

10. Альдегиды и кетоны.....	53
10.1. Изомерия и номенклатура	53
10.2. Химические свойства	54
10.3. Способы получения.....	55
11. Карбоновые кислоты.....	58
11.1. Изомерия и номенклатура	58
11.2. Химические свойства	59
11.3. Способы получения.....	63
11.4. Расчетные задачи.....	64
12. Гетероциклические соединения	70
12.1. Пятичленные гетероциклы	70
12.2. Шестичленные гетероциклы	71
13. Оптическая изомерия	72
13.1. Асимметрические (хиральные) атомы углерода.....	72
13.2. Оптическая изомерия соединений с одним хиральным атомом углерода	73
13.3. Оптическая изомерия соединений с несколькими хиральными атомами углерода	74
13.4. Пространственная изомерия полимеров.....	77
Примеры решения задач	77