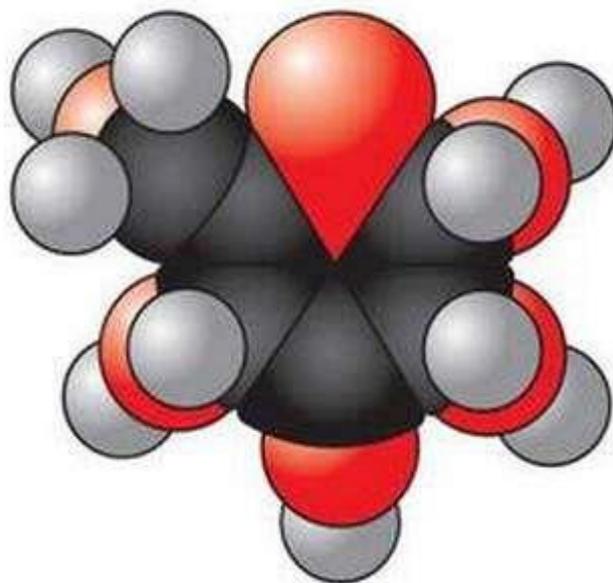
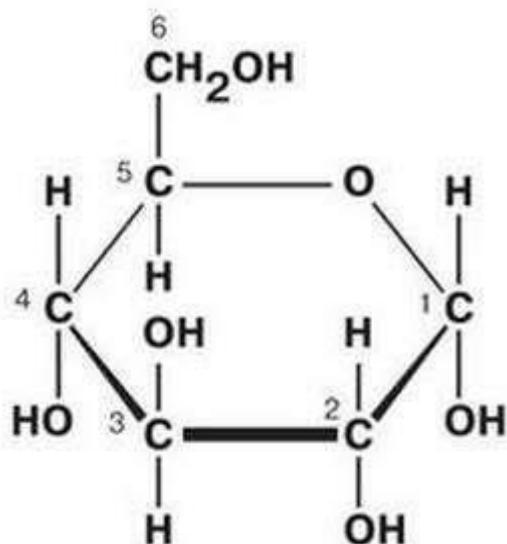


МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО
И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ



Ташкент – 2021

Турдиалиева Ш.И. Органическая химия. Методическое пособие
– Т.: ТашГТУ, 2021. -60с.

В методическом пособии предлагается система задач, разнообразных по форме, содержанию и степени сложности, требующих от учащихся активной познавательной деятельности.

Пособие охватывает все темы курса “Органическая химия”. В каждом классе соединений рассматриваются строение, гомология, изомерия, номенклатура и свойства соединений. Особое внимание следует уделить изучению строения органических соединений, так как знание этого материала поможет студентам лучше понять взаимосвязимость между строением вещества и его свойствами.

В методическом пособии содержатся задачи по моделированию молекул, помогающие понять связь между строением и свойствами органических соединений; упражнения, расчётные и экспериментальные задачи, вырабатывающие умение самостоятельно применять знания на практике.

Методическое пособие предназначено для студентов по направлению образования, “5320500 – Биотехнология (продукты, кормы, химия и сельское хозяйство)” .

*Печатается по решению научно-методического совета
Ташкентского государственного технического университета.
Протокол № 4 от 30 декабря 2020 года.*

Рецензенты: к.х.н. **М.Т.Алиева (ТашГТУ);**
д.фил. по техническим наукам (PhD) **А.А.Маматалиев**
(ИОНХ АН РУз).

© Ташкентский государственный технический университет, 2021.

ВВЕДЕНИЕ

Органическая химия – это удивительный и бесконечный мир веществ, созданных природой и человеком. Чтобы этот мир был дружелюбным, каждому кто живёт в современном обществе и пользуется благами цивилизации, важно иметь представление о свойствах органических соединений и области их применения.

Решение задач занимает в органической химии важное место. Во-первых, это один из приемов обучения, посредством которого обеспечиваются более глубокое и полное усвоение учебного материала по органической химии и вырабатывается умение самостоятельного применения приобретенных знаний на практике. Во-вторых, это прекрасный способ осуществления межпредметных и курсовых связей и связи химической науки с жизнью. Успешное решение задач студентами является одним из завершающих этапов в самом познании.

Решение задач требует умения логически рассуждать, планировать, делать краткие записи, производить расчеты и обосновать их теоретическими предпосылками, дифференцировать определенные проблемы в целом. При этом не только закрепляются и развиваются знания и навыки студентов, полученные ранее, но и формируются новые. Задачи, включающие определенные химические ситуации, становятся стимулом самостоятельной работы учащихся над учебным материалом, являются средством контроля и самоконтроля, помогают определить степень усвоения знаний и умений и их использования на практике; позволяют выявлять пробелы в знаниях и умениях студентов и разработать тактику их устранения. При решении задач развиваются кругозор, память, речь, мышление студентов, а также формируется мировоззрение в целом; происходит сознательное усвоение и лучшее понимание теорий, законов и явлений по органической химии. Решение задач развивает интерес студентов к органической химии, активизирует их деятельность, способствует трудовому воспитанию.

Умение решать задачи развивается в процессе обучения, и развивать это умение можно только одним путем – **постоянно систематически решать задачи!**

Данное методическое пособие включает задачи с решениями с учетом учебной нагрузки по дисциплине «Органическая химия». В каждой теме имеются вопросы, задачи и примеры для

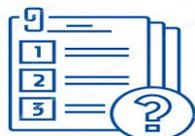
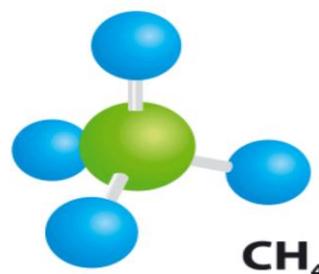
самостоятельного решения. Задачи требуют знания химических свойств органических соединений и умения проводить по уравнениям химических реакций расчёты.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1



I. УГЛЕВОДОРОДЫ

1.1. АЛКАНЫ. МЕТАН.



1. При сжигании 1,6г вещества образуются 4,4г оксида углерода (IV) и 3,6г воды. Относительная плотность вещества по водороду $D_{H_2}=8$. Выведите его молекулярную формулу.

Решение.1) Находим молярную массу исследуемого вещества:

$$M_r = 2 \cdot 8 = 16 \text{ г/моль}; \quad m = 16 \text{ г}$$

2) Вычисляем массу углерода, содержащегося в 4,4г оксида углерода (IV) CO_2 ($M_r = 44 \text{ г/моль}$, $m = 4,4 \text{ г}$):

$$\begin{array}{rcl} \text{В } 44 \text{ г } CO_2 \text{ содержится} & \text{—} & 12 \text{ г } C \\ 4,4 \text{ г} & \text{—} & x \text{ г} \end{array}$$

$$x = 4,4 \cdot 12 / 44 = 1,2 \text{ г углерода}$$

3) Определяем массу водорода, содержащегося в 3,6г воды H_2O ($M_r = 18 \text{ г/моль}$, $m = 3,6 \text{ г}$):

$$\begin{array}{rcl} \text{В } 18 \text{ г воды содержится} & \text{—} & 2 \text{ г водорода} \\ 3,6 \text{ г} & \text{—} & x \text{ г} \end{array}$$

$$x = 3,6 \cdot 2 / 18 = 0,4 \text{ г воды}$$

4) Содержится ли еще какой-нибудь элемент в данном веществе? Сумма масс углерода и водорода составляет $1,2\text{г} + 0,4\text{г} = 1,6\text{г}$. Следовательно, если сгорело $1,6\text{г}$ вещества, то разность ($1,6\text{г} - 1,6\text{г}$) показывает, что вещество состоит из двух элементов – углерода и водорода.

5) Определяем массу углерода, содержащегося в 16г вещества:

В $1,6\text{г}$ вещества содержится — $1,2\text{г}$ углерода

16г — $x\text{г}$

$$x = 16 \cdot 1,2 / 1,6 = 12\text{г} \text{ углерода}$$

6) Находим число атомов углерода, содержащегося в молекуле вещества:

12г углерода соответствует Ar — 1 атом углерода

12г — x

$$x = 12 \cdot 1 / 12 = 1 \text{ атом}$$

7) Определим массу водорода, содержащегося в 16г вещества:

В $1,6\text{г}$ вещества содержится — $0,4\text{г}$ водорода

16г — $x\text{г}$

$$x = 16 \cdot 0,4 / 1,6 = 4\text{г} \text{ водорода}$$

8) Находим число атомов водорода, содержащегося в молекуле вещества:

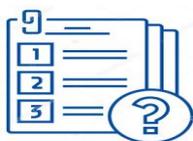
1г водорода соответствует Ar — 1 атом углерода

4г — $x\text{г}$

$$x = 4 \cdot 1 / 1 = 4\text{г} \text{ атома}$$

Итак, в молекуле вещества содержатся один атом углерода и четыре атома водорода.

Ответ: Молекулярная формула вещества CH_4



2. Сколько стаканов воды (объем стакана принять равным 200см^3) образуется при сгорании 10 парафиновых свечей массой 100г каждая, если массовая доля элементов, входящих в состав парафина, равна: углерода 82% , водорода 18% ? Как изменится окраска лакмуса под действием воды?

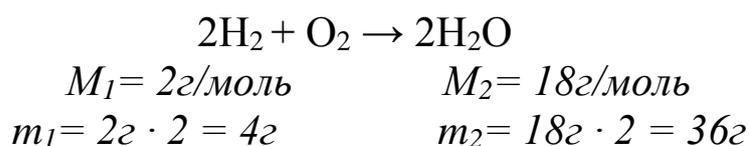
Решение.1) Находим массу водорода, содержащегося в 100г свечи:

$$m = 0,18 \cdot 100 = 18\text{г}$$

2) Определяем массу водорода в 10 свечах:

$$18\text{г} \cdot 10 = 180\text{г} \text{ водорода}$$

3) Вычисляем массу воды, образовавшейся при горении 10 свечей:



При горении 4г водорода образуется — 36г воды

$$180\text{г} \text{ — } x \text{ г}$$

$$x = 180 \cdot 36/4 = 1620\text{г} \text{ воды}$$

4) Определяем, какому числу стаканов соответствует 1620г воды. Плотность воды равна 1, поэтому объем воды 200см³ имеет массу 200г. Отсюда

$$x = 1620 / 200 = 8,1 \text{ стакана}$$

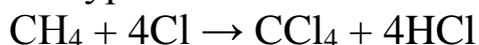
5) В состав свечи входит еще углерод, в процессе горения которого образуется оксид углерода (IV). При взаимодействии его с водой получается угольная кислота. Ее раствор окрашивает лакмус в розовый цвет. Следовательно, среда раствора кислая.

Ответ: При сгорании 10 парафиновых свечей образуется 8 стаканов воды; среда раствора кислая, поэтому лакмус примет розовую окраску



3. Какая масса тетрахлорметана была получена из 62кг метана, если выход тетрахлорметана составил 98% от теоретического?

Решение: 1) Составляем уравнение химической реакции:



$$M_1 = 16\text{кг/моль}$$

$$m_1 = 16\text{кг}$$

$$M_2 = 154\text{кг/моль}$$

$$m_2 = 154\text{кг}$$

б) хлора

35,5у.е. соответствует A_r — 1 атома хлора

139,84у.е. — x атома углерода

$$x = 139,84 \cdot 1 / 35,5 = 4 \text{ атома хлора}$$

Итак, в молекуле вещества содержится 1 атом углерода и 4 атома хлора.

Ответ: Молекулярная формула вещества CCl_4



ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Тепловой эффект горения метана 890,31кЖ. Составьте термохимическое уравнение горения метана. Рассчитайте, сколько теплоты выделится, если сжечь метана: а) 0,8моль; б) 250см³; в) 200г. Сколько необходимо взять метана по объему и по массе, чтобы при этом выделилось 148,385кЖ теплоты?

Ответ: а) 712,25кЖ; б) 9,94кЖ; в) 11128,88кЖ. Метан 2,7г и 3,7л.

2. Болотный газ, содержащий метан, очистили от примесей оксида углерода (IV). При сжигании 30г очищенного газа получилось 11г оксида углерода (IV). Определите массовую долю (%) метана, содержащегося в болотном газе.

Ответ: 13,33%

3. Определите объем хлорметана, образовавшегося при взаимодействии метана с хлором, полученным при реакции 20г раствора соляной кислоты (массовая доля хлороводорода 36,5%) с оксидом марганца (IV).

Ответ: 1,12л

4. Какой объем раствора с массовой долей гидроксида калия 20% и плотностью 1,19г/мл потребуется для поглощения всего оксида углерода (IV), полученного при сжигании пропана объемом 11,2л (н.у.).

Ответ: 7л

5. Рассчитайте массу тетрахлорида углерода, который можно получить при хлорировании метана объемом 11,2л молекулярным хлором, объем которого в реакционной системе

равен 56л. Объемы газов приведены к нормальным условиям. Выход продукта составляет 70% от теоретически возможного.

Ответ: 53,9г



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какая из схем на рисунке правильно отражает электронное строение молекулы метана и почему?

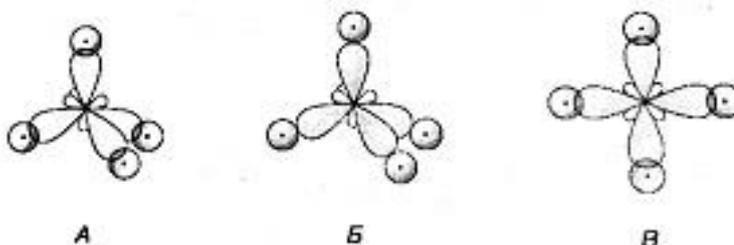
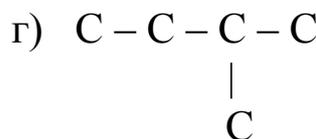
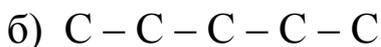
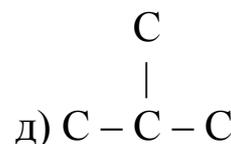
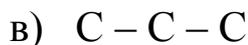


Рис.1.

2. Какие вещества, углеродные скелеты которых приведены ниже, являются изомерами и какие гомологами?



3. Почему при определении свойств веществ необходимо обращать внимание не только на их состав, но и на строение?

4. Какая из углеродных цепей на рис.2 отражает истинное строение *n*-пентана и почему?

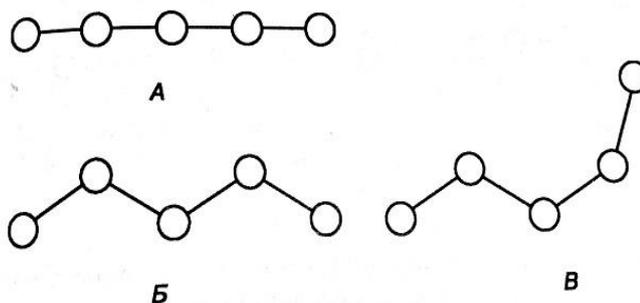
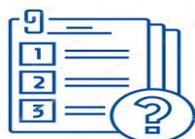


Рис. 2.

5. Какое вещество – $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ или $\text{CH}_3\text{CHClCH}_3$ более реакционноспособно и почему?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

1.2. АЛКЕНЫ.ЭТИЛЕН.



1. Составьте термохимическое уравнение реакции горения этилена, если известно, что тепловой эффект реакции $1410,97 \text{ кЖ/моль}$.

1. Сколько теплоты выделится, если сгорит этилена: а) 5 моль; б) 140 г; в) 112 л?

2. Сколько кислорода (по объему и по массе) необходимо взять для сжигания, чтобы выделилось $352,74 \text{ кЖ}$ теплоты?

Решение: 1) Составляем термохимическое уравнение реакции горения этилена:



$$v = 1 \text{ моль} \quad V_{m2} = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$M_1 = 28 \text{ г/моль} \quad V_2 = 67,2 \text{ л}$$

$$m_1 = 28 \text{ г} \quad M_2 = 32 \text{ г/моль}$$

$$V_{m1} = 22,4 \text{ л/моль} \quad m_2 = 96 \text{ г}$$

$$V_1 = 22,4 \text{ л}$$

2) Вычисляем сколько теплоты выделяется при сжигании этилена:

а) 5 моль

При сжигании 1 моль этилена выделяется — $1410,97 \text{ кЖ}$ теплоты

$$5 \text{ моль} \quad \text{—} \quad x \text{ кЖ}$$

$$x = 5 \cdot 1410,97 / 1 = 7054,85 \text{ кЖ}$$

б) 140г

При сжигании 28г этилена выделяется — 1410,97кЖ теплоты
140г — x кЖ
 $x = 140 \cdot 1410,97 / 28 = 7054,85\text{кЖ}$

в) 112л

При сжигании 22,4л этилена выделяется — 1410,97кЖ теплоты
112л — x кЖ
 $x = 112 \cdot 1410,97 / 22,4 = 7054,85\text{кЖ}$

3) Вычисляем объем (а) и массу (б) кислорода, израсходованного при сжигании, если выделилось 352,74кЖ теплоты:

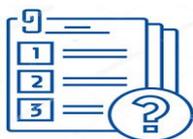
а) по объему

При расходе кислорода 67,2 л выделяется — 1410,97кЖ теплоты
x л — 352,74кЖ
 $x = 67,2 \cdot 352,74 / 1410,97 = 16,8\text{л кислорода}$

б) по массе

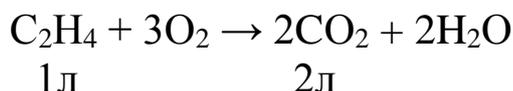
При расходе кислорода 96г выделяется — 1410,97кЖ теплоты
x г — 352,74кЖ
 $x = 96 \cdot 352,74 / 1410,97 = 24\text{г кислорода}$

Ответ: При сжигании этилена выделяется 7054,85кЖ теплоты; необходимо взять 16,8л и 24г O_2 .



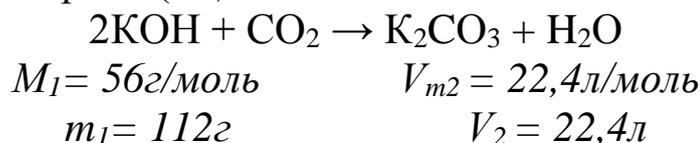
2. Какой объем раствора едкого кали ($\rho=1,1\text{г/см}^3$) с массовой долей 5% понадобится для полного поглощения оксида углерода (IV), полученного при сгорании 1л этилена?

Решение:1) Составляем уравнение реакции горения этилена

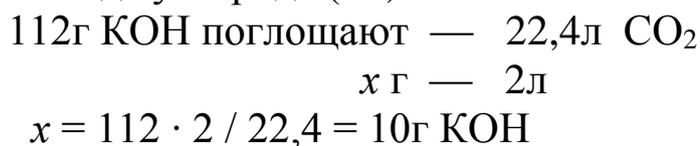


2) Вычисляем объем оксида углерода (IV), образовавшегося при сгорании 1л этилена. Коэффициенты в уравнениях реакций показывают число объемов вступающих в реакцию и образующихся газообразных веществ. По уравнению реакции, при сжигании 1л этилена образуется 2л оксида углерода (IV). Такой же объем оксида углерода (IV) образуется, если исходить из условия задачи.

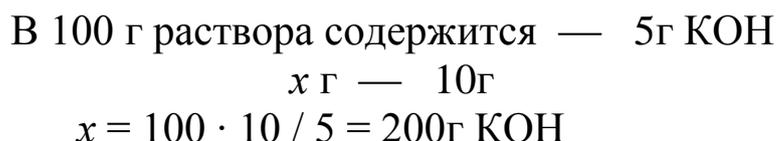
3) Составляем уравнение реакции взаимодействия едкого кали КОН с оксидом углерода (IV):



4) Находим массу едкого кали КОН, необходимую для полного поглощения 2л оксида углерода (IV):



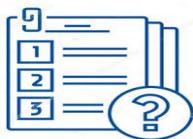
5) Определяем массу раствора гидроксида калия с массовой долей КОН 5%, необходимого для полного поглощения 2л оксида углерода (IV):



6) Находим объем 200г раствора с массовой долей КОН 5% ($\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$):

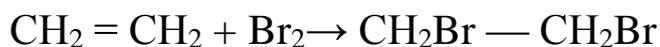
$$V = m / \rho, V = 200 / 1,1 = 181,8 \text{ см}^3$$

Ответ: Для полного поглощения 2л оксида углерода (IV) необходимо взять $181,8 \text{ см}^3$ раствора КОН с массовой долей 5%.



3. 1,2-дибромэтан, используемый в качестве добавки к моторному топливу для удаления из цилиндров двигателя свинца, получают бромированием этилена. Рассчитайте объем этилена, необходимый для получения 94г 1,2-дибромэтана.

Решение. 1) Составляем уравнения реакции бромирования этилена:



$$V_{m1} = 22,4 \text{ л/моль} \quad M_2 = 188 \text{ г/моль}$$
$$V_1 = 22,4 \text{ л} \quad m_2 = 188 \text{ г}$$

а) углерода

12г углерода соответствует Ar — 1 атома

24г — x г

$$x = 24 \cdot 1 / 12 = 2 \text{ атома углерода;}$$

б) водорода

12г водорода соответствует Ar — 1 атома

6 г — y г

$$y = 6 \cdot 1 / 1 = 6 \text{ атома водорода;}$$

в) кислорода

16г кислорода соответствует Ar — 1 атома

16г — z г

$$z = 16 \cdot 1 / 16 = 1 \text{ атома кислорода;}$$

Итак, в молекуле вещества содержится 2 атома углерода, 6 атомов водорода и 1 атом кислорода.

Ответ: Молекулярная формула вещества C_2H_6O .

Ей может соответствовать структурная формула

или этилового спирта C_2H_5OH , или диметилового эфира CH_3OCH_3



5. Определите объем и массу этилового спирта ($\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$), полученного прямой гидратацией $5,6 \text{ м}^3$ этилена, если выход этилового спирта составил 95% от теоретического.

Решение: $CH_2 = CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3 - CH_2OH$

$$v = 1 \text{ моль} \qquad M_2 = 46 \text{ кг/моль}$$

$$V_{m1} = 22,4 \text{ м}^3/\text{моль} \qquad m_2 = 46 \text{ кг}$$

$$V_1 = 22,4 \text{ м}^3$$

1) Находим теоретический выход спирта, в соответствии с уравнением реакции:

Из $22,4 \text{ м}^3$ этилена получается — 46 кг этилового спирта

$5,6 \text{ м}^3$ — x кг

$$x = 46 \cdot 5,6 / 22,4 = 11,5 \text{ кг этилового спирта}$$

2) Находим 95% - ный выход спирта:

11,5кг этилового спирта соответствует — 100% - ному выходу
x кг — 95% - ному
 $x = 95 \cdot 11,5 / 100 = 10,93$ кг этилового спирта

3) Вычисляем объем 10,93кг этилового спирта:

$$V = m / \rho = 10,93 / 0,8 = 13,66\text{м}^3 \text{ этилового спирта}$$

Ответ: Получено 10,93кг или 13,66м³ этилового спирта из этилена.



ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Определите молекулярные и возможные структурные формулы вещества, если мольные соотношения диоксида углерода и воды, образующихся при сжигании этих веществ, равны 6:6 и 4:4.

Ответ:гексен и пропен (6:6); бутен (4:4)

2. Объемная доля газов этиленовой фракции составляет: этилена 90%, пропилена 2%, метана 3% и этана 5%. Какой объем воздуха потребуется для полного сжигания 10л этиленовой фракции?

Ответ:151,25 л

3. Какое количество брома расходуется при бромировании 5,6л этилена (при н.у.)?

Ответ:40 г

4. Смесь метана и этилена объемом 400мл (н.у.) обесцветило бромную воду с массовой долей брома 3,2% массой 40г. Определите объемную долю этилена в смеси.

Ответ:44,8%

5. Какой объем водорода, измеренных при н.у. может присоединить смесь газов массой 15,4г, которая содержит этилен (массовая доля 54,5%), пропилен (27,3%) и бутилен (18,2%).

Ответ: 10,8л



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое состояние атома углерода называется состоянием sp^2 – гибридизации и в чем его сущность?
2. На какой из схем правильно показаны образование δ – связей в молекуле этилена? Ответ мотивируйте.

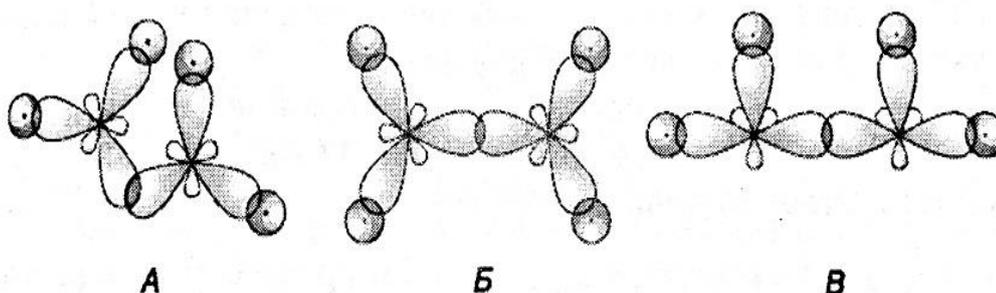
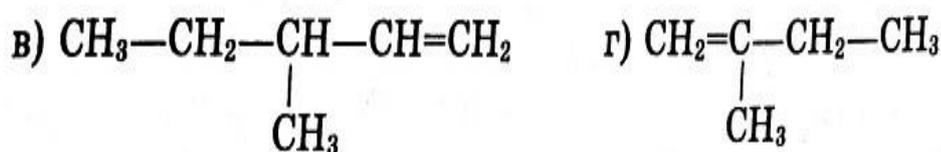
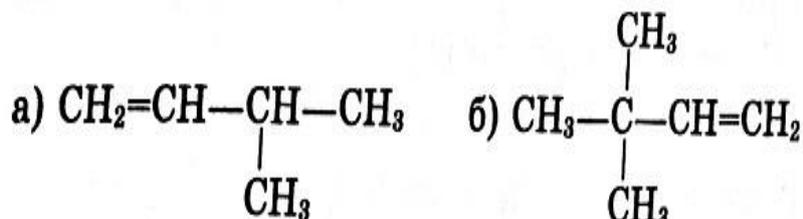


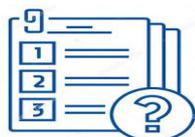
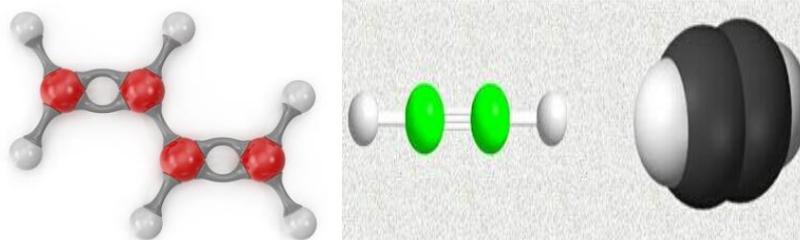
Рис. 3.

3. Какие изменения происходят в строении молекулы этилена при присоединении к ней атомов или групп атомов?
4. Почему при определении свойств веществ необходимо обращать внимание не только на их состав, но и на строение?
5. Какова общая формула этиленовых углеводородов? Назовите по международной номенклатуре соединения.



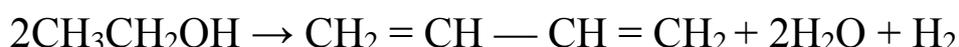
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

1.3. АЛКИНЫ И АЛКАДИЕНЫ. АЦЕТИЛЕН И БУТАДИЕН.



1. Дивинил по способу С.В.Лебедева получают, пропуская пары этилового спирта над катализатором при 400°C . Процесс сопровождается одновременным дегидрированием и дегидратацией спирта. Вычислите объем этилового спирта ($\rho=0,8\text{г/см}^3$), необходимый для получения 5м^3 дивинила, если выход дивинила составляет 75% от теоретического?

Решение:1) Составляем уравнение химической реакции получения дивинила:



$$M_1 = 46 \text{ т/моль} \qquad V_{m2} = 22,4 \text{ м}^3/\text{моль}$$

$$M_1 = 46 \text{ т} \cdot 2 = 92 \text{ т} \qquad V_2 = 22,4 \text{ м}^3$$

2) Находим теоретический выход дивинила, если практический его выход (равный 5м^3) составляет 75%:

$$\begin{aligned} 5\text{м}^3 \text{ дивинила соответствует } & \text{— } 75\% \text{ -ному выходу} \\ x \text{ м}^3 & \text{— } 100\% \text{ -ному} \\ x = 5 \cdot 100 / 75 & = 6,7\text{м}^3 \end{aligned}$$

3) Вычисляем массу этилового спирта, необходимую для получения $6,7\text{м}^3$ дивинила:

$$\begin{aligned} \text{Для получения } 22,4\text{м}^3 \text{ дивинила необходимо } & \text{— } 92\text{т спирта} \\ 6,7\text{м}^3 & \text{— } y \text{ т} \\ y = 6,7 \cdot 92 / 22,4 & = 27,5\text{т этилового спирта} \end{aligned}$$

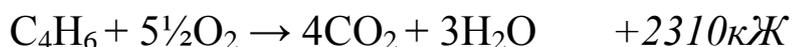
4) Находим объем $27,5\text{т}$ ($\rho=0,8 \text{ г/см}^3$) этилового спирта:

$$V = m / \rho = 27,5 / 0,8 = 34,37\text{м}^3 \text{ этилового спирта}$$

Ответ: Для получения 5 м^3 дивинила (практический выход равен 75% от теоретического) необходимо взять $34,37\text{ м}^3$ этилового спирта

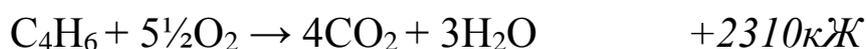


2. Тепловой эффект реакции горения бутадиена 2310 кЖ



1. Какое количество выделится при сжигании бутадиена:
а) 800 см^3 ; б) $0,4\text{ моль}$; в) 108 г ?
2. Сколько следует сжечь бутадиена по объему и по массе, чтобы выделилось 462 кЖ теплоты?

Решение: 1) Составляем термохимическое уравнение реакции:



$$\nu = 1\text{ моль } V_m = 22400\text{ см}^3/\text{моль или } 22,4\text{ л/моль}$$
$$V_1 = 22400\text{ см}^3 \text{ или } 22,4\text{ л } m = 54\text{ г}$$

2) Вычисляем, сколько теплоты выделится при сжигании бутадиена:

а) 800 см^3

$$\begin{aligned} \text{При сжигании } 22400\text{ см}^3 \text{ бутадиена выделяется } & \text{--- } 2310\text{ кЖ} \\ 800\text{ см}^3 & \text{--- } x_1\text{ кЖ} \\ x_1 = 800 \cdot 2310 / 22400 = & 82,5\text{ кЖ} \end{aligned}$$

б) $0,4\text{ моль}$

$$\begin{aligned} \text{При сжигании } 1\text{ моль бутадиена выделяется } & \text{--- } 2310\text{ кЖ} \\ 0,4\text{ моль } & \text{--- } x_2\text{ кЖ} \\ x_2 = 0,4 \cdot 2310 / 1 = & 924\text{ кЖ} \end{aligned}$$

в) 108 г

$$\begin{aligned} \text{При сжигании } 54\text{ г бутадиена выделяется } & \text{--- } 2310\text{ кЖ} \\ 108\text{ г } & \text{--- } x_3\text{ кЖ} \\ x_3 = 108 \cdot 2310 / 54 = & 4620\text{ кЖ} \end{aligned}$$

3) Находим объем и массу бутадиена, которые нужно сжечь, чтобы выделилось 462 кЖ теплоты:

а) При сжигании 22,4л бутадиена выделяется — 2310кЖ

$$y_1 — 46кЖ$$

$$y_1 = 462 \cdot 22,4 / 2310 = 4,48л \text{ бутадиена};$$

б) При сжигании 54г бутадиена выделяется — 2310кЖ

$$y_2 — 462кЖ$$

$$y_2 = 462 \cdot 54 / 2310 = 10,8г \text{ бутадиена}$$

Ответ: 1) При сжигании бутадиена:

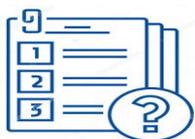
а) 800см³ выделяется 82,5кЖ теплоты;

б) 0,4моль — 924кЖ теплоты;

в) 108г — 4620кЖ теплоты.

2) Для того чтобы выделилось 462кЖ теплоты, необходимо сжечь бутадиена:

а) 4,48л; б) 10,8г.



3. Какой объем ацетилена можно получить действием воды на 10г карбида кальция, массовая доля примесей в котором составляет 20%?

Решение: 1) Составляем уравнение реакции получения ацетилена из карбида кальция:



$$M_1 = 64г/моль$$

$$m_1 = 64г$$

$$V_{m2} = 22,4м^3/моль$$

$$V_2 = 22,4л$$

2) В смеси 20% примесей, следовательно, чистый карбид кальция составляет

$$100\% - 20\% = 80\%$$

3) Определяем массу чистого карбида кальция в 10г смеси:

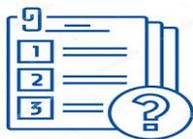
$$10г \cdot 0,8 = 8г \text{ CaC}_2$$

4) Определяем объем ацетилена, который можно получить из 8г карбида кальция:

Из 64 г карбида кальция получается — 22,4 л ацетилена

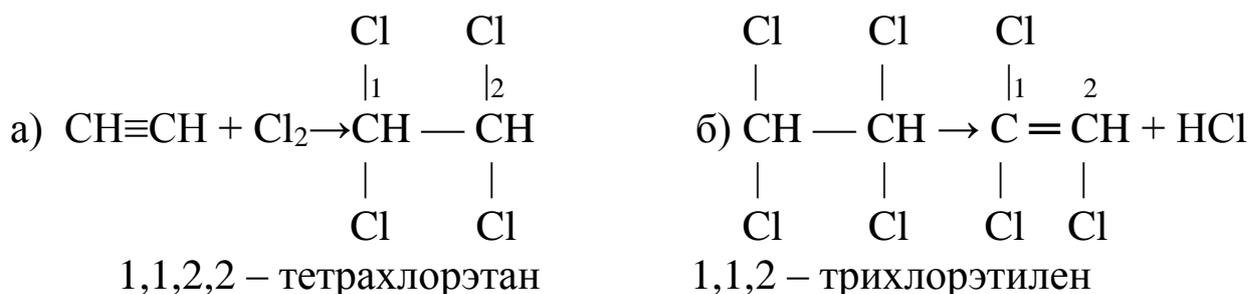
$$\begin{array}{l} 8\text{г} \text{ — } x\text{ л} \\ x = 8 \cdot 22,4 / 64 = 2,8\text{л} \end{array}$$

Ответ: Из 8г карбида кальция можно получить 2,8л ацетилена.

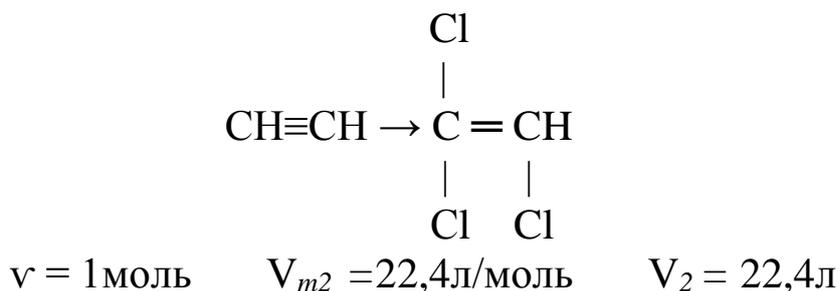


4. Тетрахлорэтани трихлорэтилен – важные растворители жиров, смол, каучука и других веществ. Сырьем для получения тетрахлорэтана служит ацетилен, а трихлорэтилен получают кипячением тетрахлорэтана с известковым молоком. Какой объем ацетилена нужно взять, чтобы получить 1 моль трихлорэтилена?

Решение:1) Составляем уравнение реакции получения тетрахлорэтани трихлорэтилена:



2) Записываем стехиометрическую схему получения трихлорэтилена для расчета, исходя из уравнений химических реакций в п.1:



3) Находим объем ацетилена, необходимый для получения 1 моль трихлорэтилена. Из стехиометрической схемы видно, что для получения 1 моль трихлорэтилена необходимо взять 22,4л ацетилена.

Ответ: Для получения 1 моль трихлорэтилена необходимо взять 22,4л ацетилена.



5. Какой объем воды (в см³) потребуется для разложения 20г технического карбида кальция с массовой долей карбида кальция в нем 80%? Какая масса гидроксида кальция при этом образуется?

Решение:1) Составляем уравнение реакции получения ацетилена из карбида кальция:



$$M_1 = 64\text{г/моль}$$

$$M_2 = 18\text{г/моль}$$

$$M_3 = 74\text{г/моль}$$

$$m_1 = 64\text{г}$$

$$m_2 = 36\text{г}$$

$$m_3 = 74\text{г}$$

2) Находим массу карбида кальция в 20г технического карбида кальция с массовой долей карбида кальция в нем 80%:

$$20\text{г} \cdot 0,8 = 16\text{г}$$

3) Вычисляем массу воды, необходимую для разложения 16г карбида кальция:

Для разложения 64г карбида кальция необходимо — 36г воды

$$16\text{г} \text{ — } x\text{ г}$$

$$x = 16 \cdot 36 / 64 = 9\text{г воды}$$

4) Вычисляем объем воды, необходимый для разложения 16г карбида кальция:

$$V = m / \rho = 9 / 1 = 9\text{см}^3\text{ воды}$$

5) Находим массу гидроксида кальция, образовавшуюся при разложении водой 16 г карбида кальция:

Из 64г карбида кальция образуется — 74г гидроксида кальция

$$16\text{г} \text{ — } x\text{ г}$$

$$x = 16 \cdot 74 / 64 = 18,5\text{г}$$

Ответ: Для разложения 20г карбида кальция необходимо 9см³ воды, и при этом образуется 18,5г гидроксида кальция.



ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Термохимическое уравнение реакции горения ацетилена



Какое количество теплоты выделится, если в реакцию вступит 33,6л ацетилена.

Ответ: 1949,45кЖ

2. При сжигании 5,2г вещества выделилось 8,96л оксида углерода (IV) и 3,6г воды. 1л этого вещества имеет массу 1,16г. Определите молекулярную и возможную структурную формулу вещества.

Ответ: $\text{CH}\equiv\text{CH}$, 26г/моль

3. Для хлоропренового каучука сырьем является ацетилен. Составьте уравнения реакций получения хлоропрена (2-хлор-1,3-бутадиена) из ацетилена и рассчитайте объем ацетилена, необходимый для получения 2моль хлоропрена.

Ответ: Для получения 2моль хлоропрена необходимо 89,6л ацетилена

4. Какая масса уксусного альдегида (ацетальдегида) может быть получена по реакции Кучерова, если в реакцию вступило 83,6л ацетилена, а практический выход уксусного альдегида (ацетальдегида) составляет 80% от теоретического?

Ответ: Из 83,6л ацетилена получили 131,6г уксусного альдегида

5. При гидрировании бутадиена-1,3 массой 8,1г получили смесь бутана и бутена-1. При пропускании этой смеси через раствор брома образовался 1,2-бромбутан массой 10,8г. Определите массовые доли углеводородов в полученной смеси.

Ответ: Бутан – 67,4%, бутен-1 – 32,6%



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие виды изомерии характерны для диеновых углеводородов?
2. Какие вещества могут образоваться при постепенном взаимодействии с бромом?
3. Какая из схем на рис.4 правильно передаёт строение молекулы ацетилена?

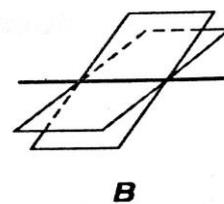
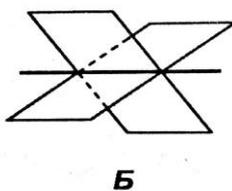
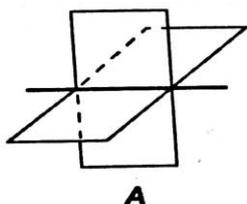
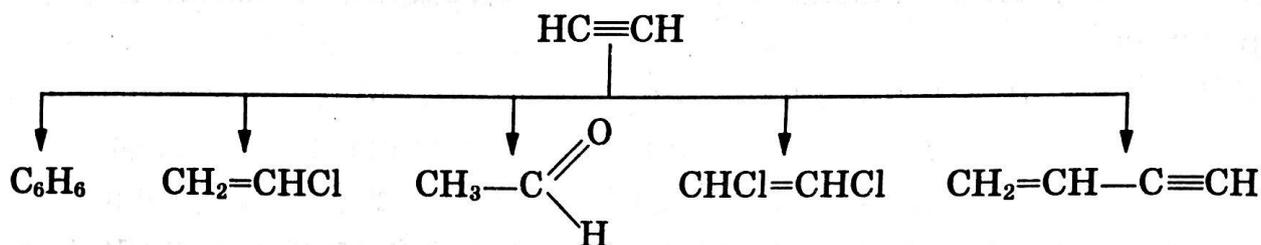


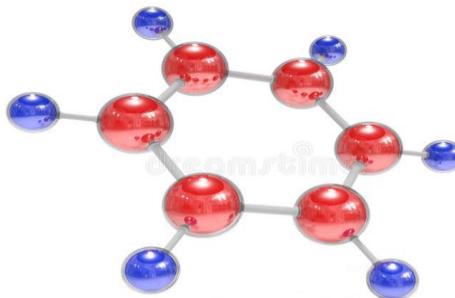
Рис. 4.

4. Как можно получить изопрен из метана? Напишите уравнения химических реакций.
5. Как осуществить следующие превращения?



ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

1.4. АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ. БЕНЗОЛ И ЕГО ГОМОЛОГИ.



1. Какая масса бензола потребуется для получения 738г нитробензола, если его практический выход составляет 92% от теоретического?

Решение: 1) Составляем уравнение химической реакции получения нитробензола:



$$M_1 = 78 \text{ г/моль} \\ m_1 = 78 \text{ г}$$

$$M_2 = 123 \text{ г/моль} \\ m_2 = 123 \text{ г}$$

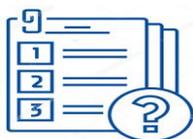
2) В соответствии с уравнением реакции находим теоретический выход бензола:

$$\begin{array}{l} 78 \text{ г бензола необходимо для получения} \text{ --- } 123 \text{ г нитробензола} \\ x \text{ г --- } 738 \text{ г} \\ x = 78 \cdot 738 / 123 = 468 \text{ г бензола} \end{array}$$

3) Находим массу бензола, соответствующую практическому выходу 92%:

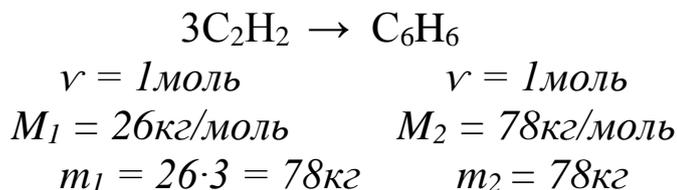
$$\begin{array}{l} 468 \text{ г бензола соответствует --- } 100\% \text{ -ному выходу} \\ y \text{ г --- } 92\% \text{ -ному} \\ x = 468 \cdot 92 / 100 = 430,56 \text{ г бензола} \end{array}$$

Ответ: Для получения 738 г нитробензола необходимо 430,56 г бензола



2. Практический выход при тримеризации ацетиленов составляет 28% от теоретического. Какую массу ацетиленов следует взять для получения бензола: а) 1 кг; б) 1 моль?

Решение: 1) Составляем уравнение реакции получения бензола из ацетиленов:



2) Находим теоретический выход ацетиленов из 1 кг бензола:

$$\begin{array}{l} 78 \text{ г бензола необходимо для получения} \text{ --- } 78 \text{ кг бензола} \\ x \text{ кг --- } 1 \text{ кг} \\ x = 78 \cdot 1 / 78 = 1 \text{ кг ацетиленов} \end{array}$$

3) Находим массу ацетилена, соответствующую практическому выходу 28%:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ кг ацетилена соответствует — } 100\% \text{ -ному выходу} \\ x \text{ кг — } 28\% \text{ -ному} \\ x = 28 \cdot 1 / 100 = 0,28 \text{ кг ацетилена} \end{array}$$

4) Находим теоретический выход ацетилена из 1 моль бензола:

$$\begin{array}{l} 3 \text{ моль ацетилена необходимо для получения — } 1 \text{ моль бензола} \\ x \text{ моль — } 1 \text{ моль} \\ x = 3 \cdot 1 / 1 = 3 \text{ моль ацетилена} \end{array}$$

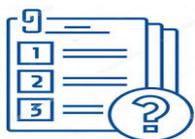
5) Определяем массу ацетилена, соответствующую 3 моль его:

$$m = M\nu; \quad m = 26 \cdot 3 = 78 \text{ кг}$$

6) Находим массу ацетилена, соответствующую практическому выходу 28%:

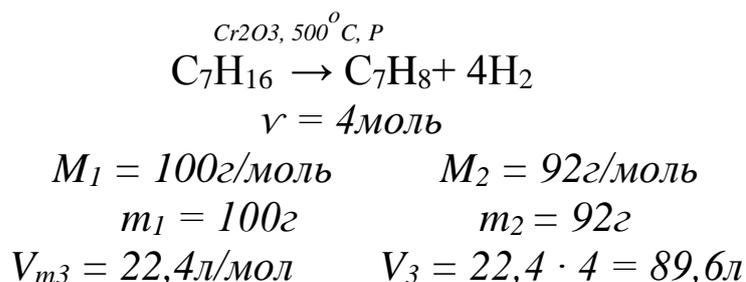
$$\begin{array}{l} 78 \text{ кг ацетилена соответствует — } 100\% \text{ -ному выходу} \\ x \text{ кг — } 28\% \text{ -ному} \\ x = 28 \cdot 78 / 100 = 21,84 \text{ кг ацетилена} \end{array}$$

Ответ: а) для получения 1 кг бензола необходимо 0,28 кг ацетилена;
б) для получения 1 моль бензола необходимо 21,84 кг ацетилена



3. Реакция каталитической дегидроциклизации предельных углеводородов лежит в основе ароматизации нефти. Рассчитайте массу толуола и объем водорода, полученных из 50 г пентана.

Решение: 1) Составляем уравнение реакции получения толуола из гептана:



2) Находим массу толуола, полученного из 50 г гептана:

Из 100г гептана получается — 92г толуола
50г — x г

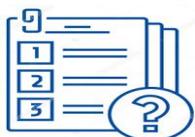
$$x = 50 \cdot 92 / 100 = 46\text{г толуола}$$

3) Определяем объем водорода, полученного из 50г гептана

Из 100г гептана получается — 89,6л водорода
50г — x л

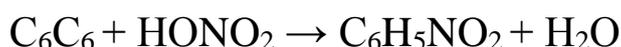
$$x = 50 \cdot 89,6 / 100 = 44,8\text{г водорода}$$

Ответ: Из 50г гептана можно получить 46г толуола и 44,8л водорода



4. При нитровании 46,8г бензола получено 66,42г нитробензола. Определите практический выход нитробензола (%).

Решение: 1) Составляем уравнение реакции нитрования бензола:



$$M_1 = 78\text{г/моль} \\ m_1 = 78\text{г}$$

$$M_2 = 123\text{г/моль} \\ m_2 = 123\text{г}$$

2) Определяем, исходя из уравнения реакции, теоретический выход нитробензола

Из 78 кг бензола получается — 123г нитробензола
46,8г — x г

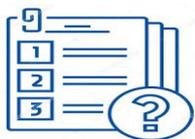
$$x = 46,8 \cdot 123 / 78 = 73,8\text{г нитробензола}$$

3) Находим практический выход нитробензола

73,8г нитробензола составляет — 100%
66,42г — x %

$$x = 66,42 \cdot 100 / 73,8 = 90\% \text{ (практический выход)}$$

Ответ: Практический выход нитробензола 90%



5. Тепловой эффект горения бензола $3267,7 \text{ кЖ/моль}$. Составьте термохимическое уравнение горения бензола. Сколько теплоты выделится при сжигании бензола:
а) 1 кг; б) 0,5 моль.

Решение: 1) Составляем термохимическое уравнение горения бензола:



$$\nu = 1 \text{ моль}$$

$$M = 78 \text{ г/моль}$$

$$m = 78 \text{ г}$$

$$V_{m3} = 22,4 \text{ л/моль}$$

2) Вычисляем, сколько теплоты выделяется при сжигании бензола:
а) 1 кг или 1000 г

При сжигании 78 г бензола выделяется — $3267,7 \text{ кЖ}$ теплоты

1000 г — $x \text{ кЖ}$

$$x = 1000 \cdot 3267,7 / 78 = 41893,59 \text{ кЖ теплоты}$$

б) 0,5 моль

При сжигании 1 моль бензола выделяется — $3267,7 \text{ кЖ}$ теплоты

0,5 моль — $x \text{ кЖ}$

$$x = 0,5 \cdot 3267,7 / 1 = 1633,85 \text{ кЖ теплоты}$$

Ответ: При сжигании бензола:

а) 1 кг выделяется $41893,59 \text{ кЖ}$ теплоты;

б) 0,5 моль $1633,85 \text{ кЖ}$ теплоты



ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Массовая доля элементов углеводорода (плотность паров по водороду 39) составляет 92,31% углерода и 7,69% водорода. Найдите его молекулярную массу.

Ответ: C_6H_6

2. При сжигании 2,5 мг вещества выделилось 8,46 мг оксида углерода (IV) и 1,73 мг воды. Объем 1 л вещества имеет массу 3,5 г. Определите молекулярную и возможную структурную формулу вещества.

Ответ: C_6H_6

3. Реакция каталитического дегидрирования циклогексана лежит в основе ароматизации нефти. Рассчитайте объем (л) образовавшегося при этом водорода, если в реакцию вступило 42 г циклогексана.

Ответ: 33,6 л

4. Какой объем бензола ($\rho=0,9$ г/см³) потребуется, чтобы получить 30,75 г нитробензола, если его выход при нитровании составляет 90% от теоретического?

Ответ: 24,08 см³ бензола

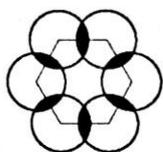
5. Какова масса бензола, который можно получить из 22,4 л ацетилена, если практический выход бензола составляет 40% от теоретического?

Ответ: 10,4 г

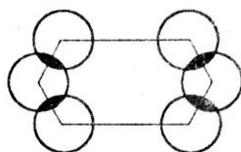


КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

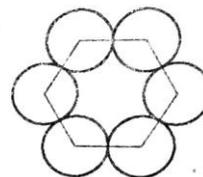
1. Отличаются ли углеродные связи в бензоле от простых и двойных связей?
2. В каком состоянии находятся атомы углерода в молекуле бензола?
3. Какая схема правильно передает изображение π -электронного облака бензола?



A



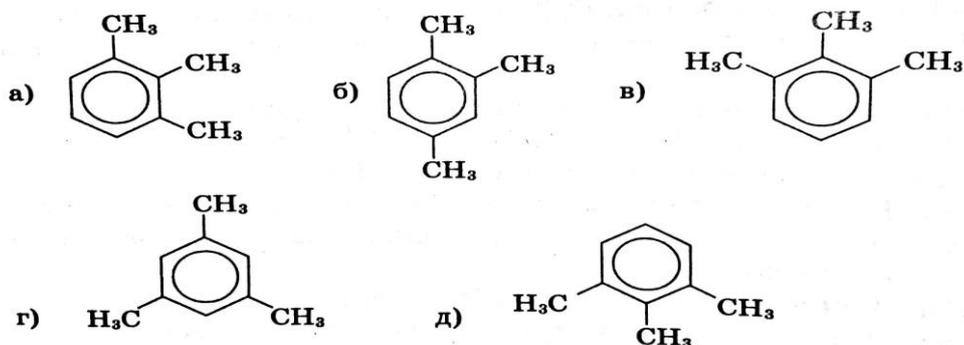
Б



B

Рис. 5.

4. К какому предположению можно прийти, сравнивая общую формулу гомологического ряда бензола C_nH_{2n-6} с общей формулой гомологического ряда предельных углеводородов C_nH_{2n+2} ? Почему непредельный характер бензола не проявляется в реакциях, характерных для непредельных соединений?
5. Какие из приведенных ниже формул идентичны?

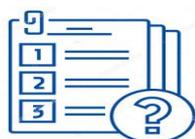


ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5



II. КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

2.1. СПИРТЫ И ФЕНОЛЫ



1. Из 32г этилена получено 44г спирта. Вычислить практический выход продукта.

Решение:1) Составляем уравнение реакции получения этилового спирта из этилена:



$$M_1 = 28 \text{ г/моль}$$

$$m_1 = 28 \text{ г}$$

$$M_2 = 46 \text{ г/моль}$$

$$m_2 = 46 \text{ г}$$

2) Находим теоретический выход этилового спирта из 32г этилена:

Из 28г этилена получается — 46г этилового спирта

$$32\text{г} \text{ — } x \text{ г}$$

$$x = 32 \cdot 46 / 28 = 52,57\text{г этилового спирта}$$

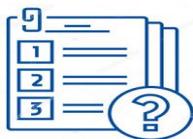
3) Находим практический выход этилового спирта из 32г этилена:

52,57г $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ соответствует — 100% -ному выходу

44г — $x\%$ -ному

$$x = 44 \cdot 100 / 52,57 = 83,7\%$$

Ответ: Практический выход этилового спирта составляет 83,7%



2. Какой объем (в см^3) метилового спирта ($\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$) можно получить из 1 м^3 природного газа с объемной долей метана 94%, если практический выход этилового спирта составляет 85% от теоретического?

Решение:1) Записываем стехиометрическую схему получения метилового спирта из метана:



$$V_{m1} = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$V_1 = 22,4 \text{ л}$$

$$M_2 = 32 \text{ г/моль}$$

$$m_2 = 32 \text{ г}$$

2) Находим объем метана, содержащийся в 1 м^3 природного газа ($1\text{ м}^3 = 1000\text{ л}$) с объемной долей метана:

$$V = 1000 \cdot 0,94 = 940\text{ л}$$

3) Вычисляем массу метилового спирта, образующегося из 940л метана:

Из 22,4л метана получается — 32г метилового спирта

$$940\text{ л} \text{ — } x \text{ г}$$

$$x = 940 \cdot 32 / 22,4 = 1342,86\text{ г } \text{CH}_3\text{OH}$$

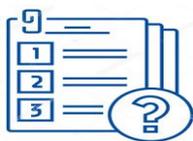
4) Находим практический выход метилового спирта, если он составляет 85% от теоретического:

$$\begin{aligned} 1342,86\text{г метилового спирта соответствует} & \text{--- } 100\% \text{-ному выходу} \\ x \text{ г} & \text{--- } 85\% \text{-ному} \\ x = 1342,86 \cdot 85 / 100 = 1141,43\text{г } \text{CH}_3\text{OH} \end{aligned}$$

5) Определяем объем 1141,43г метилового спирта, если его плотность 0,8г/см³:

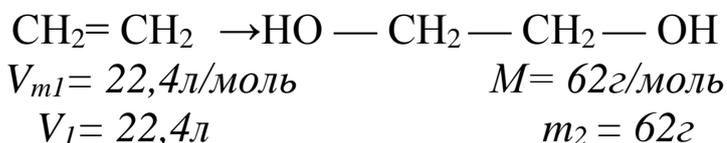
$$V = 1141,43 / 0,8 = 1426,79\text{см}^3 \text{ CH}_3\text{OH}$$

Ответ: Из 1м³ природного газа с объемной долей метана 94%, можно получить 1426,79см³ метилового спирта



3. Водный раствор этиленгликоля с массовой долей 50% применяется в качестве антифриза для охлаждения автомобильных двигателей. Какой объем этилена необходимо взять для получения 5л ($\rho=1,11\text{г/см}^3$) этиленгликоля?

Решение: 1) Записываем стехиометрическую схему получения этиленгликоля из этилена:



2) Вычисляем массу 5л (5000 см³) раствора этиленгликоля:

$$m = 1,11 \cdot 5000 = 5550\text{г раствора}$$

3) Находим массу этиленгликоля, содержащуюся в 5550г раствора с массовой долей 50%:

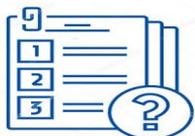
$$m = 5550 \cdot 0,5 = 2775\text{г этиленгликоля}$$

4) Вычисляем объем этилена, необходимый для получения 2775г этиленгликоля:

22,4л этилена необходимо для получения — 62г этиленгликоля
x л — 2775г

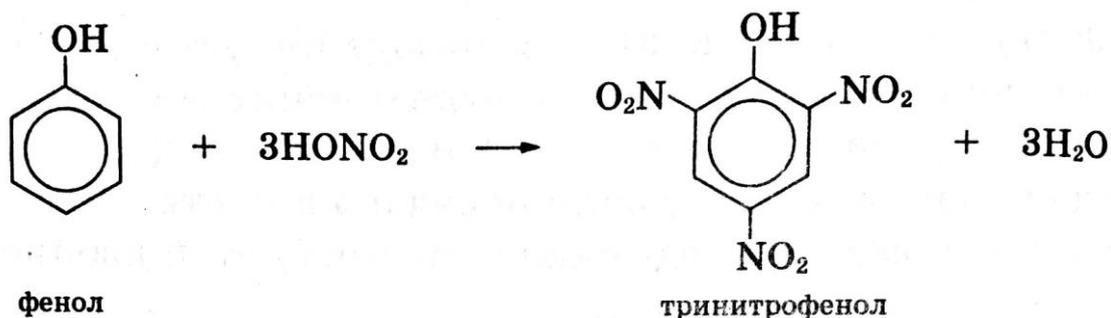
$$x = 2775 \cdot 22,4 / 62 = 1002,58\text{л этилена}$$

Ответ: 5л этиленгликоля необходимо 1002,58л этилена



4. При нитровании 0,1 моль фенола было получено 21,755 г тринитрофенола. Определите его практический выход (%).

Решение: 1) Составляем уравнение реакции получения тринитрофенола из фенола:



$\nu_1 = 1 \text{ моль}$	$\nu_2 = 1 \text{ моль}$
$M_1 = 94 \text{ г/моль}$	$M_2 = 229 \text{ г/моль}$
$m_1 = 78 \text{ г}$	$m_2 = 229 \text{ г}$

2) Находим массу 0,1 моль фенола:

$$m = 94 \cdot 0,1 = 9,4 \text{ г фенола}$$

3) Вычислим массу тринитрофенола, которая может быть получена из 9,4 г фенола:

Из 94 г фенола получается — 229 г тринитрофенола
9,4 г — x г

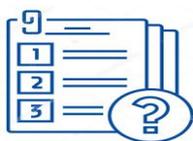
$$x = 9,4 \cdot 229 / 94 = 22,9 \text{ г тринитрофенола}$$

4) Определяем практический выход тринитрофенола:

22,9 г тринитрофенола соответствует — 100% -ному выходу
21,755 г — x % -ному

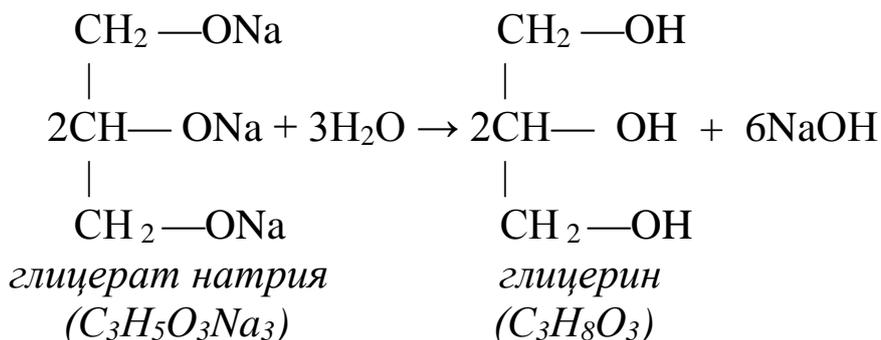
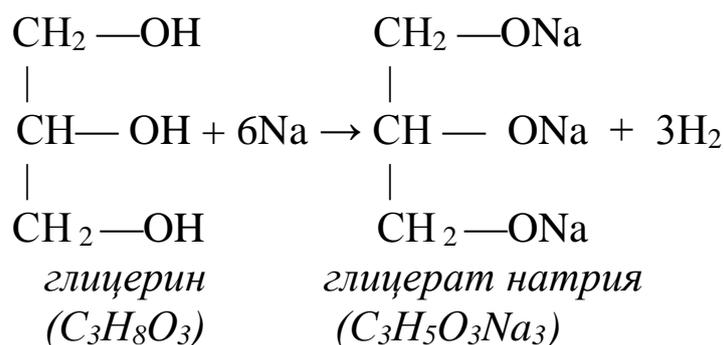
$$x = 21,755 \cdot 100 / 22,9 = 95\% \text{ (практический выход)}$$

Ответ: Практический выход 21,755 г тринитрофенола составляет 95% от теоретического



5. Соединение, имеющее молекулярную формулу $C_3H_8O_3$, при взаимодействии с натрием выделяет газ и образует соединение состава $C_3H_5O_3Na_3$, которое при реакции с водой снова превращается в соединение $C_3H_8O_3$. Напишите структурные формулы этих соединений и соответствующие уравнения реакций.

Решение: Молекулярная формула $C_3H_8O_3$ соответствует глицерину:



ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Какую массу этилового спирта можно получить из 1 м^3 коксового газа с массовой долей этилена 5%, если практический выход этилового спирта составляет 80% от теоретического?

Ответ: 82,14 г этилового спирта

2. Какова массовая доля (в %) этилового спирта в растворе, полученном растворением 1 моль этилового спирта в 184 г воды?

Ответ: 20%

3. При сжигании 4г метилового спирта выделилось 90,83кЖ теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

Ответ: +726,64 кЖ/моль

4. Определите молекулярные и возможные структурные формулы веществ, если при их сжигании образуются оксид углерода (IV) и вода в молярном соотношении 6:8 и 2:3. Напишите возможные изомеры и назовите их по международной номенклатуре.

Ответ: C_3H_8O и C_2H_6O

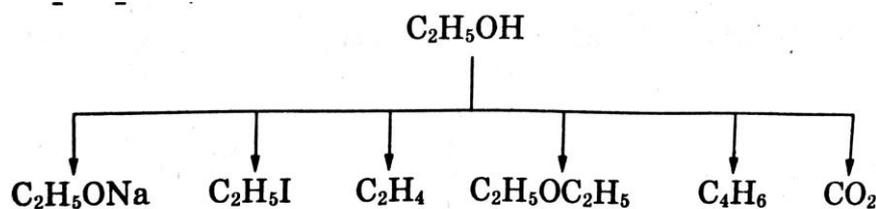
5. Фенол промышленных сточных вод – одно из наиболее вредных веществ и подлежит обязательной очистке, так как очень усиленно поглощает кислород из водоемов с образованием оксида углерода (IV) и воды. Рассчитайте объем кислорода, который поглотят 9,4г фенола.

Ответ: 15,6л

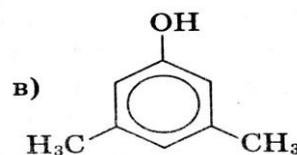
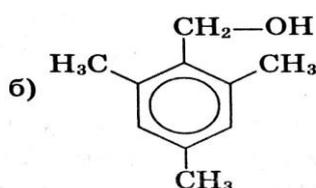
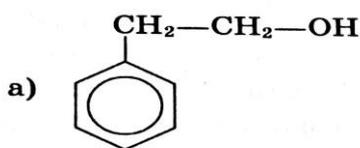


КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какому из веществ (и почему) свойственна водородная связь: CH_3CH_2OH и CH_3OCH_3 ?
2. У какого вещества водородная связь прочнее – у метанола или у воды?
3. С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения?



4. Почему спирты с малой молекулярной массой горят прозрачным пламенем?
5. Какое из следующих соединений относится к фенолам?



ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6

2.2. АЛЬДЕГИДЫ



1. Сколько молей формальдегида содержится в 5л раствора с массовой долей формальдегида 20% ($\rho = 1,06 \text{ г/см}^3$)?

Решение: 1) Находим массу 5л раствора формальдегида ($\rho = 1,06 \text{ г/см}^3$):

$$m = 5000 \cdot 1,06 = 5300 \text{ г}$$

2) Определяем массу формальдегида, содержащуюся в 5300г раствора с массовой долей 20%:

$$m = 5300 \cdot 0,2 = 1060 \text{ г}$$

3) Находим число молей, соответствующее 1060 г формальдегида:
НСНО

$$M = 30 \text{ г/моль} \quad m = 30 \text{ г}$$

$$\nu = m/M = 1060/30 = 35,3 \text{ моль формальдегида}$$

Ответ: в 5л раствора формальдегида с массовой долей 20% содержится 35,3 моль формальдегида



2. Какой объем ацетилену потребуется для получения 176г уксусного альдегида?

Решение: 1) Составляем уравнение реакции получения уксусного альдегида из ацетилену:



$$V_{m1} = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$V_1 = 22,4 \text{ л}$$

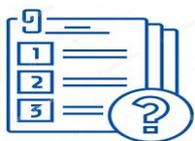
$$M_2 = 44 \text{ г/моль}$$

$$m_2 = 44 \text{ г}$$

2) Находим объем ацетилена, необходимый для получения 176г уксусного альдегида:

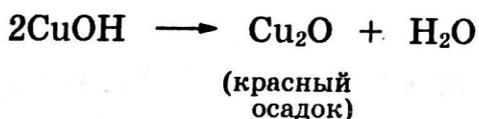
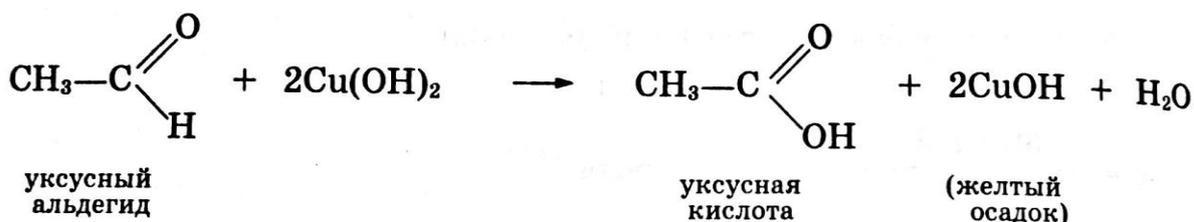
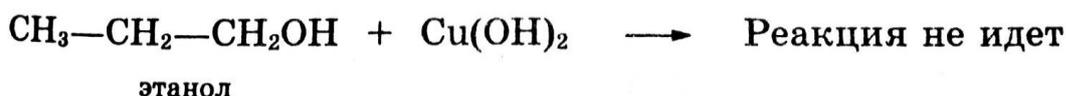
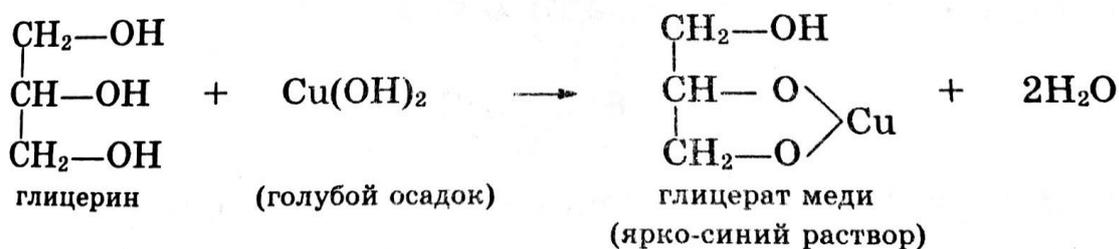
$$\begin{aligned} 22,4\text{л ацетилена дают} & \text{--- } 44\text{г уксусного альдегида} \\ x \text{ л} & \text{--- } 176\text{г} \\ x = 22,4 \cdot 176 / 44 & = 89,6\text{л ацетилена} \end{aligned}$$

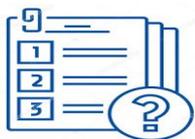
Ответ: Для получения 176г уксусного альдегида потребуется 89,6л ацетилена



3. Как с помощью одного реактива распознать следующие вещества: глицерин, этанол и уксусный альдегид?

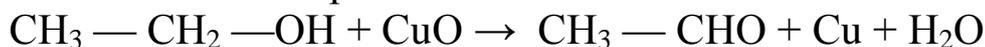
Глицерин, этанол и уксусный альдегид можно распознать с помощью одного реактива – гидроксида меди (II). Если в три пробирки со свежеприготовленным голубым осадком гидроксида меди (II) добавить эти вещества, то в пробирке с глицерином гидроксида меди растворится, образуя ярко-синий раствор, с этанолом никаких изменений не произойдет, а с уксусным альдегидом при незначительном нагревании образуется сначала желтый осадок гидроксида меди (I) CuOH, переходящий при нагревании в красный осадок Cu₂O:





4. Какую массу уксусного альдегида можно получить при окислении 50см^3 этилового спирта ($\rho=0,8\text{г/см}^3$), если выход его составляет 85% от теоретического?

Решение: 1) Составляем уравнение реакции получения уксусного альдегида из этилового спирта:



$$M_1 = 44\text{г/моль} \\ m_1 = 46\text{г}$$

$$M_2 = 44\text{г/моль} \\ m_2 = 44\text{г}$$

2) Находим массу 50см^3 этилового спирта ($\rho = 0,8\text{г/см}^3$):

$$m = \rho \cdot V = 50 \cdot 0,8 = 40\text{г этилового спирта}$$

3) Вычисляем массу уксусного альдегида, образующегося при окислении 40г этилового спирта (теоретический выход):

Из 46г этилового спирта получается — 44г уксусного альдегида
40г — x г

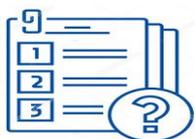
$$x = 40 \cdot 44 / 46 = 38,26\text{г уксусного альдегида}$$

4) Определяем практический выход уксусного альдегида, если он составляет 85% от теоретического:

38,26г уксусного альдегида соответствует — 100% -ному выходу
 x г — 85% -ному

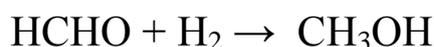
$$x = 38,26 \cdot 85 / 100 = 32,52\text{г уксусного альдегида}$$

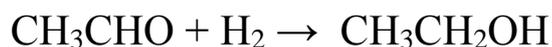
Ответ: Из 50см^3 этилового спирта с практическим выходом 85% от теоретического можно получить 32,52г уксусного альдегида



5. Для каталитического гидрирования 17,8 г смеси муравьиного и уксусного альдегидов до соответствующих спиртов потребовалось 11,2л водорода (н.у.). Определите массовые доли альдегидов в смеси (в %).

Решение: 1) Составляем уравнение реакции гидрирования муравьиного и уксусного альдегидов:





2) Если в смеси находилось x моль HCHO и y моль CH_3CHO , тогда масса смеси равна:

$$30x + 44y = 17,8$$

Для полного гидрирования смеси требуется $(x + y)$ моль водорода,
или

$$11,2 / 22,4 = 0,5 \text{ моль}$$

Решая систему двух уравнений для x и y , находим: $x = 0,3$; $y = 0,2$

3) Массовые доли альдегидов смеси равны:

$$\omega(\text{HCHO}) = 0,3 \cdot 30 / 17,8 = 0,506 \text{ или } 50,6\%$$

$$\omega(\text{CH}_3\text{CHO}) = 0,2 \cdot 44 / 17,8 = 0,494 \text{ или } 49,4\%$$

Ответ: 50,6% муравьиного альдегида и 49,4% уксусного альдегида



ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. При сжигании 3г вещества образовалось 4,4г оксида углерода (IV) и 1,8г воды. 1л этого вещества имеет массу 1,34г. Определите молекулярную и возможную структурную формулы вещества.

Ответ: Формальдегид

2. Какого состава и структуры соединение образуется, если 1 моль уксусного альдегида будет взаимодействовать с 2 моль гидроксида меди (II)?

Ответ: Уксусная кислота

3. Определите структурную формулу соединения, если известно, что оно состоит из 37,7% С, 6,3% Н и 56% Cl (по массе). 6,35г паров этого соединения занимают объем, 12л (н.у.). При гидролизе

этого соединения образуется вещество, состоящее из С, Н и О, а при восстановлении последнего образуется вторичный спирт.

Ответ: 2,2-дихлорбутан

4. К 1,17г смеси пропанола-1 и неизвестного альдегида добавили аммиачный раствор 5,8г оксид серебра и слегка нагрели. Выпавший при этом осадок отфильтровали, а непрореагировавший оксид серебра перевели в хлорид серебра, масса которой оказалась равной 2,87г. Определите строение взятого альдегида, если молярное отношение альдегида к спирту в исходной смеси равно 3:1.

Ответ: Уксусный альдегид

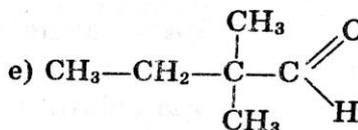
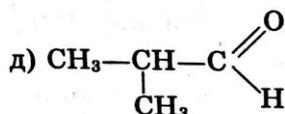
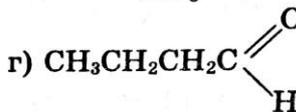
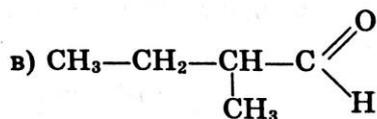
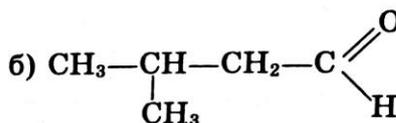
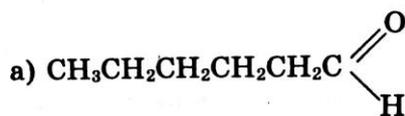
5. Соединение состава $C_4H_8Cl_2$ в неразветвленном углеродном скелете нагрели с водным раствором гидроксида натрия и получили органическое соединение, которое при окислении гидроксида меди (II) превратилось в соединение состава $C_4H_8O_2$. Определите строение исходного соединения.

Ответ: 1,1-дихлорбутан

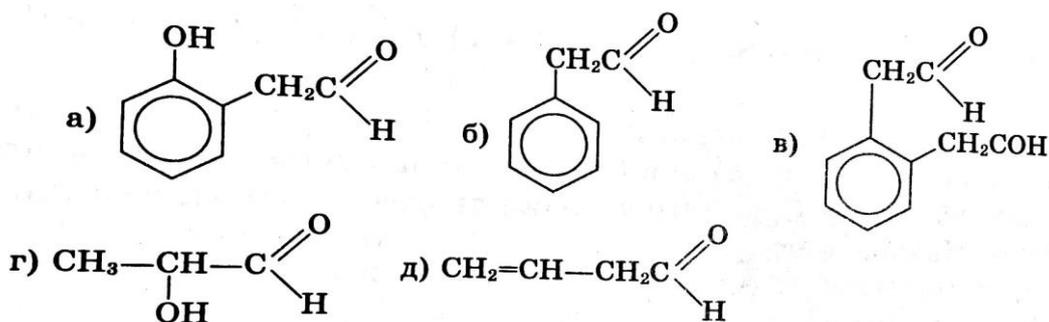


КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какая общая формула альдегидов? Как распределена электронная плотность в карбонильной группе $C=O$?
2. Возможно ли образование водородных связей между молекулами альдегидов?
3. Определите, какие из соединений являются изомерами и какие гомологами



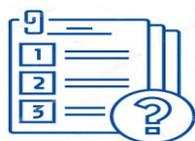
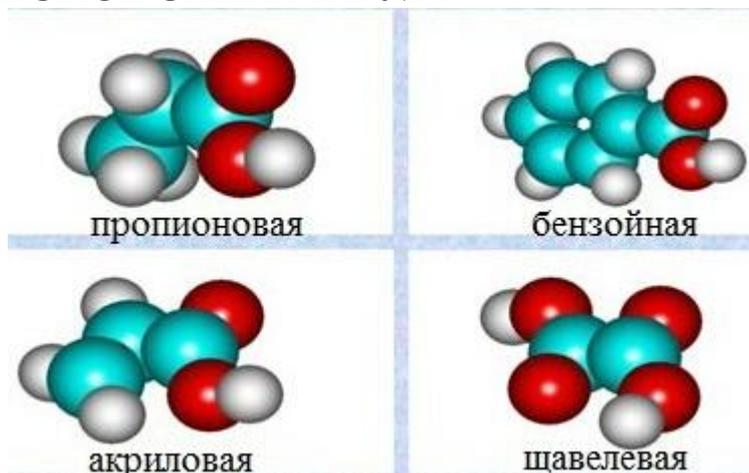
4. Какие характерные свойства будут проявлять следующие вещества?



5. Возможно ли образование водородных связей между молекулами альдегидов и водой?

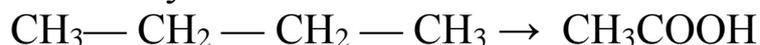
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7

4.3. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ



1. В промышленности карбоновые кислоты получают также прямым окислением углеводородов нефти. Какой объем *n*-бутана расходуется для получения 5 л раствора технической уксусной кислоты ($\rho = 0,74 \text{ г/см}^3$) с массовой долей ее 80%.

Решение: 1) Записываем стехиометрическую схему получения уксусной кислоты из *n*-бутана:



$$V_{m1} = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$V_1 = 22,4 \text{ л}$$

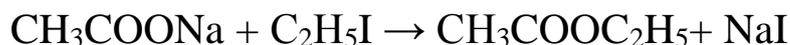
$$M_2 = 60 \text{ г/моль}$$

$$m_2 = 60 \cdot 2 = 120 \text{ г}$$

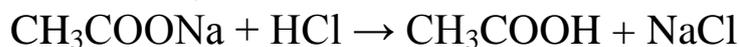
2) Определяем массу 5 л (5000 см^3) раствора уксусной кислоты:

$$m = 5000 \cdot 0,75 = 3700 \text{ г раствора}$$

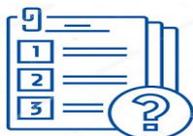
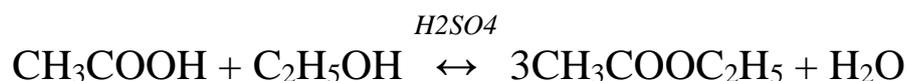
- 4) Этилацетат можно получить из ацетата натрия действием этилийодида:



- 5) Уксусная кислота – слабая, поэтому сильные кислоты вытесняют ее из ацетатов:



- 6) Сложный эфир образуется при нагревании уксусной кислоты с этанолом в присутствии серной кислоты:



5. При сжигании 6г уксусной кислоты выделилось 87,379кЖ теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

Решение:1) Составляем химическое уравнение горения уксусной кислоты:



$$v = 1 \text{ моль} \quad M = 60 \text{ г/моль} \quad m = 60 \text{ г}$$

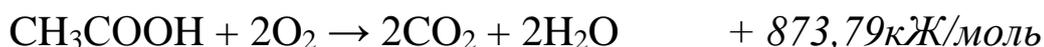
2) Вычисляем количество теплоты, выделяющейся при сжигании 1моль (60г) уксусной кислоты:

При сжигании 6г уксусной кислоты выделилось — 87,379кЖ

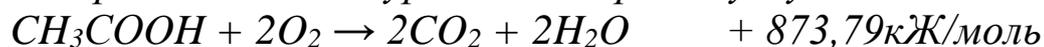
$$60 \text{ г} \quad \text{—} \quad x \text{ г}$$

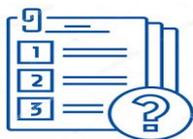
$$x = 60 \cdot 87,379 / 6 = 873,79 \text{ кЖ/моль}$$

3) Составляем термохимическое уравнение реакции:



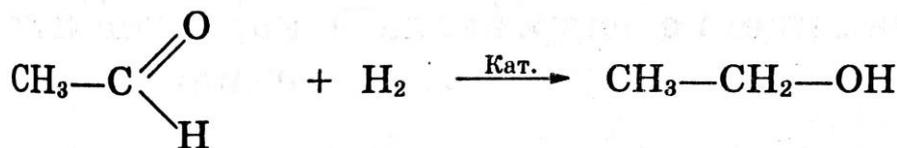
Ответ: Термохимическое уравнение горения уксусной кислоты:



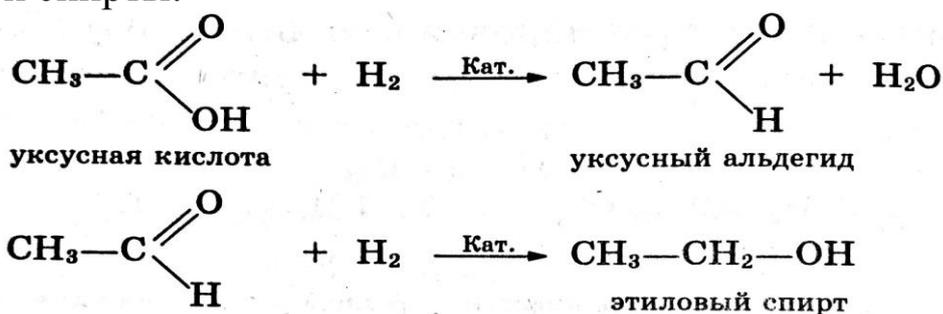


2. Как протекают реакции с участием карбонильной группы $C=O$? Напишите уравнения реакций гидрогенизации уксусного альдегида и уксусной кислоты. Для какого из этих веществ реакции присоединения более затруднены и почему?

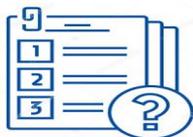
Решение: 1) Высокая полярность карбонильной группы $C=O$ в альдегидах определяет их большую химическую активность. За счет разрыва двойной связи для альдегидов характерны реакции присоединения и полимеризации:



Карбонильная группа карбоновых кислот при обычных условиях такими свойствами не обладает. С большим трудом с помощью особых катализаторов можно некоторые кислоты превратить в альдегиды и спирты:



В уксусной кислоте реакции присоединения (гидрирования) по месту карбонильной группы протекает труднее, чем в уксусном альдегиде, так как двойная связь $C=O$ в карбониле уксусной кислоты устойчивее. Это связано с влиянием на него гидроксильной группы OH . Сдвиг от нее электронов к атому углерода связи $C=O$ частично гасит его положительный заряд, и это влияет на снижение реакционной способности карбонильной группы.



3. Из 1 м^3 древесины получают жидкий дистиллят, при преработке которого получают 30кг уксусной кислоты с практическим выходом 10%. Какой объем древесины и масса дистиллята необходимы для приготовления 200кг раствора технической уксусной кислоты с массовой долей ее 75% ?

3. В раствор массой 370г с массовой долей пропионовой кислоты 60% поместили гидрокарбонат натрия. В результате реакции образовался газ объемом 11,2л (н.у.). Определите массовую долю пропионовой кислоты в полученном растворе.

Ответ: 47,4%

4. На нейтрализацию 26,6г уксусной кислоты, ацетальдегида и этанола израсходовано 44,8г 25% -ного раствора гидроксида калия. При взаимодействии такого же количества смеси с избытком металлического натрия выделилось 3,36л газа при н.у. Вычислите массовые доли веществ в данной смеси.

Ответ: Уксусная кислота – 45,11%, ацетальдегид – 37,6% и этанол – 17,29%

5. Какую массу стеариновой кислоты $C_{17}H_{35}COOH$ можно получить из жидкого мыла, содержащего стеарат калия массой 96,6г? Выход кислоты составляет 75%.

Ответ: 63,9г

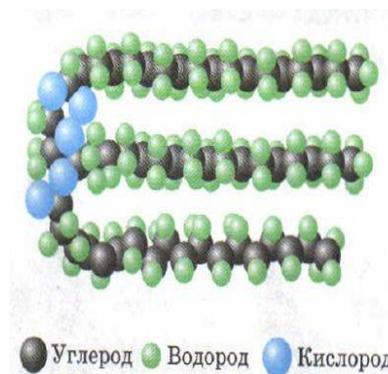


КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какова общая формула одноосновных карбоновых кислот?
2. Как изменяется подвижность атомов водорода в гидроксильной группе одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, карбоновых кислот?
3. Как влияет водородная связь в молекулах карбоновых кислот на их физические свойства?
4. Как влияет увеличение радикала на подвижность атома водорода карбоксильной группы?
5. Сравните уксусную кислоту и уксусный альдегид. У какого вещества реакции присоединения протекают слабее?

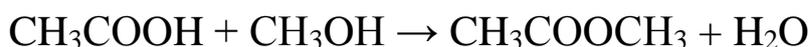
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8

2.4. СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ. ЖИРЫ.



1. Какая масса кислоты и спирта необходима для получения 29,6г уксуснометилового эфира, если выход его составляет 80% от теоретического?

Решение:1) Составляем уравнение реакции получения уксуснометилового эфира:



$$\begin{array}{lll} M_1 = 60 \text{ г/моль} & M_2 = 60 \text{ г/моль} & M_3 = 74 \text{ г/моль} \\ m_1 = 60 \text{ г} & m_2 = 32 \text{ г} & m_3 = 74 \text{ г} \end{array}$$

2) Находим теоретический выход уксуснометилового эфира, если практический выход его, равный 29,6г, составляет 80%:

29,6г уксуснометилового эфира соответствует — 80% -ному выходу
x г — 100 -ному

$$x = 29,6 \cdot 100 / 80 = 37\text{г уксуснометилового эфира}$$

3) Определяем массу уксусной кислоты, необходимую для получения 37г уксуснометилового эфира (при теоретическом выходе):

Для получения 74г эфира необходимо — 60г уксусной кислоты
37г — x г

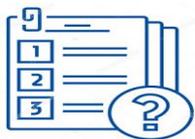
$$x = 37 \cdot 60 / 74 = 30\text{г уксусной кислоты}$$

4) Определяем массу метилового спирта, необходимую для получения 37г уксуснометилового эфира:

Для получения 74г эфира необходимо — 32г метилового спирта
37г — x г

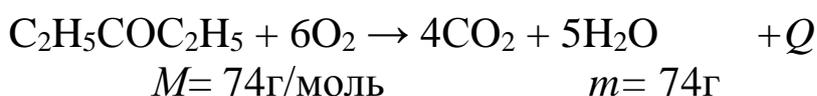
$$x = 37 \cdot 32 / 74 = 16\text{г метилового спирта}$$

Ответ: Для получения 29,6г уксуснометилового эфира необходимо 30г уксусной кислоты и 16г метилового спирта



2. При сжигании 9,25г диэтилового эфира выделилось 341,3625кЖ теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

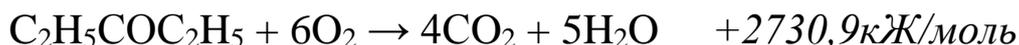
Решение:1) Составляем уравнение горения диэтилового эфира:



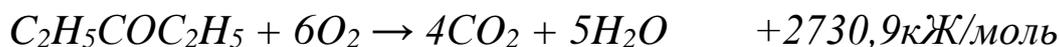
2) Вычисляем количество теплоты, выделяющееся при сжигании 1моль (74г) диэтилового эфира:

При сжигании 9,25г диэтилового эфира выделяется — 341,3625кЖ
74г — x кЖ
 $x = 74 \cdot 341,3625 / 9,25 = 2730,9\text{кЖ}$

3) Составляем термохимическое уравнение реакции:

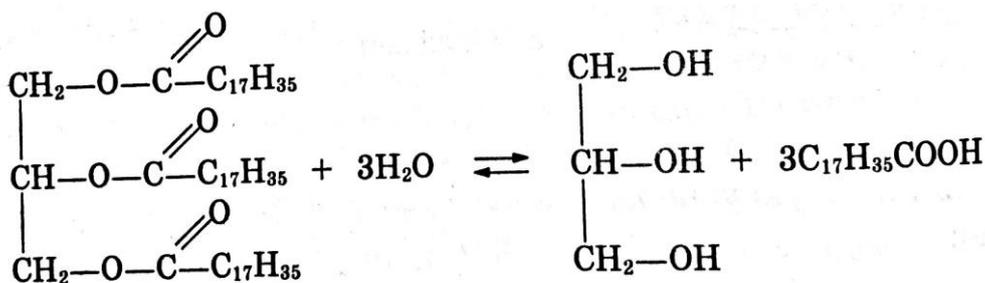


Ответ: Термохимическое уравнение горения диэтилового эфира имеет вид:



3. Какую массу жира необходимо взять для получения 60г глицерина, если условно принять, что жир представляет собой чистый тристеарат и что омылению подверглось лишь 85% жира?

Решение: 1) Составляем уравнение реакции получения глицерина путем омыления жира:



$$\begin{aligned}
 M_1 &= 890 \text{ г/моль} \\
 m_1 &= 890 \text{ г}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_2 &= 92 \text{ г/моль} \\
 m_2 &= 92 \text{ г}
 \end{aligned}$$

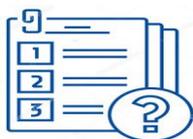
2) Определяем теоретический выход глицерина, если практический выход его равен 60г и составляет 85%:

$$\begin{aligned}
 60 \text{ г глицерина соответствует} & \text{ — } 85\% \text{ -ному выходу} \\
 x \text{ г} & \text{ — } 100\% \text{ -ному} \\
 x &= 60 \cdot 100 / 85 = 70,59 \text{ г глицерина}
 \end{aligned}$$

3) Находим массу жира, необходимую для получения 70,59г глицерина:

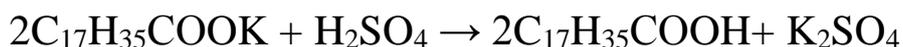
$$\begin{aligned}
 \text{Для } 92 \text{ г глицерина необходимо} & \text{ — } 890 \text{ г жира} \\
 70,59 \text{ г} & \text{ — } x \text{ г} \\
 x &= 70,59 \cdot 890 / 92 = 682,88 \text{ г жира}
 \end{aligned}$$

Ответ: Для получения 60г глицерина необходимо 682,88г жира



4. Какова масса стеариновой кислоты, которую можно извлечь из хозяйственного мыла, содержащего 161г стеарата калия, если на него подействовать раствором серной кислоты?

Решение: 1) Составляем уравнение реакции получения стеариновой кислоты:



$$\begin{aligned}
 M_1 &= 322 \text{ г/моль} \\
 m_1 &= 322 \cdot 2 = 644 \text{ г}
 \end{aligned}$$

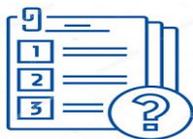
$$\begin{aligned}
 M_2 &= 284 \text{ г/моль} \\
 m_2 &= 284 \cdot 2 = 568 \text{ г}
 \end{aligned}$$

2) Определяем массу стеариновой кислоты, которую можно получить из 161г стеарата калия:

Из 644г стеарата калия получается — 568г стеариновой кислоты
 161г — x г

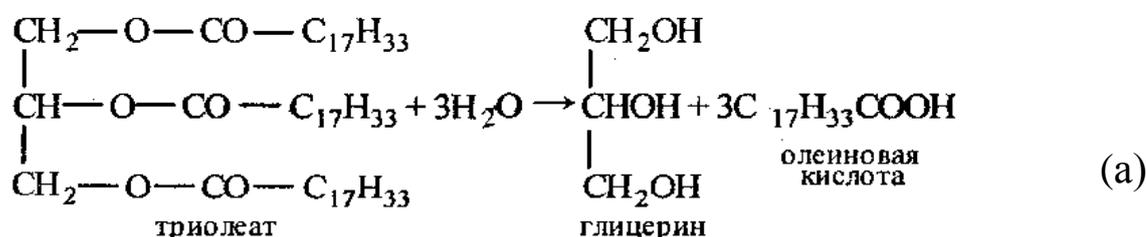
$$x = 161 \cdot 568 / 644 = 142\text{г стеариновой кислоты}$$

Ответ: Из 161г стеарата калия можно получить 142г стеариновой кислоты



5. Образец жира, представляющий собой триолеат, подвергли гидролизу. Какая масса жира была взята, если на гидрирование полученной кислоты затратили водород объемом 336л (н.у.)?

Решение: 1) Записываем уравнение реакции гидролиза триолеата:



Олеиновая кислота является непредельной. Уравнение реакции ее гидрирования:



2) Находим количество вещества водорода, затраченного на реакцию гидрирования олеиновой кислоты:

$$n(\text{H}_2) = V(\text{H}_2) / V_m = 336 / 22,4 = 15\text{моль}$$

Из уравнения реакции (б) следует

$$n(\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}) = n(\text{H}_2); n(\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}) = 15\text{моль}$$

На основании уравнения (а) записываем:

$$\begin{aligned}
 n(\text{триолеата}) &= 1/3 n(\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}) \\
 n(\text{триолеата}) &= 1/3 \cdot 15\text{моль} = 5\text{моль}
 \end{aligned}$$

Находим массу жира, взятого для реакции:

$$\begin{aligned}
 m(\text{триолеата}) &= n(\text{триолеата}) \cdot M(\text{триолеата}); \\
 m(\text{триолеата}) &= 5 \cdot 884 = 4420\text{г}
 \end{aligned}$$

Ответ: 4420г жира подвергли гидролизу



ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Грушевая эссенция представляет собой сложный эфир уксусной кислоты с изоамиловым спиртом (с 3-метилбутанолом-1). Какую массу изоамилацетата можно получить при нагревании изоамилового спирта массой 4,4г и раствора объемом 3,54мл с массовой долей уксусной кислоты 96% и плотностью 1,06г/мл в присутствии серной кислоты? Выход эфира составляет 80%.

Ответ: 5,2г

2. Имеется смесь метилацетата и этилацетата массой 10,3г. Массовая доля метилацетата в смеси составляет 35,9%, этилацетата – 64,1%. Какой объем раствора с массовой долей гидроксида натрия 40% и плотностью 1,4г/мл потребуется для полного щелочного гидролиза смеси эфиров?

Ответ: 8,93мл

3. На реакцию щелочного гидролиза метилового эфира неизвестной предельной одноосновной кислоты массой 27,54г затратили раствор объемом 50 мл с массовой долей гидроксида натрия 18% и плотностью 1,2г/мл. Какая кислота образует исходный эфир?

Ответ: Масляная кислота

4. При нагревании смеси этанола и уксусной кислоты с каталитическим количеством серной кислоты получили этилацетат массой 13,2г. Выход эфира составил 60%. При действии избытка гидрокарбоната натрия на исходную смесь такой же массы образовался газ объемом 7,84л (н.у.). Определите массовые доли веществ в смеси.

Ответ: Этанол – 35,4%, уксусная кислота – 64,6%

5. Основным компонентом некоторого жира является тристеарат, массовая доля которого составляет 80%. Какие массы глицерина и стеариновой кислоты могут быть получены при омылении этого жира массой 72,5кг?

Ответ: 5,996кг глицерина; 55,52кг стеариновой кислоты

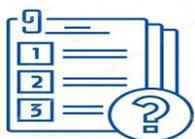


КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какова общая формула сложных эфиров?
2. Какие условия влияют на сдвиг равновесия?
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
Как добиться наиболее полного выхода уксуснометилового эфира?
3. К какому классу соединений относятся жиры? Какие вещества образуются при их гидролизе?
4. Два вещества имеют один и тот же состав: $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$. Одно из них при растворении в воде окрашивает лакмус в красный цвет; второе при гидролизе образует метиловый спирт. Какое строение имеют эти вещества?
5. С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения:
а) $\text{CH} \equiv \text{CH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOCH}_3$; б) $\text{C} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$?

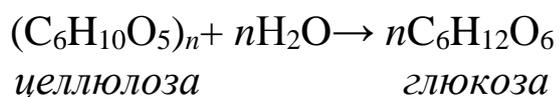
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9

2.5. УГЛЕВОДЫ. БЕЛКИ.



1. При гидролизе 500кг древесины, массовая доля целлюлозы в которой составляет 50%, получается 70кг глюкозы. Вычислите ее практический выход (%).

Решение: 1) Составляем уравнение реакции гидролиза целлюлозы:



$$\begin{array}{ll} M_1 = 162 \text{ кг/моль} & M_2 = 180 \text{ кг/моль} \\ m_1 = 162 \text{ кг} & m_2 = 180 \text{ кг} \end{array}$$

б) по уравнению реакции 10,01г едкий натр взаимодействует с глицином, находим моли реагировавших веществ

$$\nu = m / Mr = 15 / 75 = 0,2 \text{ моль глицин}$$
$$\nu = m / Mr = 10,01 / 40 = 0,25 \text{ моль едкий натр.}$$

Значит, весь глицин нейтрализовался

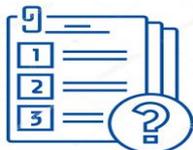
2) Находим массу образовавшегося соли

Для нейтрализации 75г глицина получается — 97г соли

$$15\text{г} \text{ — } x \text{ г}$$

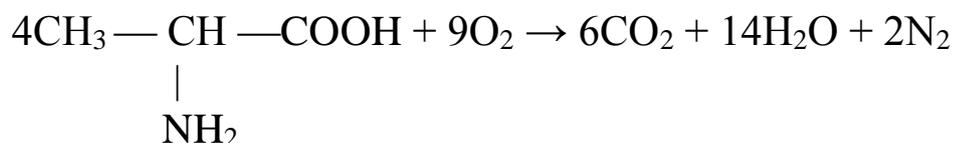
$$x = 15 \cdot 97 / 75 = 19,4\text{г соль}$$

Ответ: Образуется 19,4г соли



5. При нагревании аланина выделился азот объемом 33,6л. Какое количество аланина было взято для нагревания?

Решение: 1) Составляем уравнение реакции нагревания аланина:



При нагревании 356г аланина выделяется — 44,8л азота

$$x \text{ г} \text{ — } 33,6\text{л}$$

$$x = 33,6 \cdot 356 / 44,8 = 264\text{г азота}$$

Ответ: Для нагревания были взяты 264г аланина



ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Сколько кЖ энергии выделится при полном сгорании 200г углевода?

Ответ: 3440кЖ

2. Какая масса глюкозы получится из 250кг опилок, в которых массовая доля глюкозы 40%? Какую массу спирта можно получить из глюкозы, если его практический выход равен 85%?

Ответ: 8,93мл

3. Массовая доля целлюлозы в древесине равна 50%. Какая масса спирта может быть получена при брожении глюкозы, которая образуется при гидролизе древесинных опилок массой 810кг? Учтите, что спирт выделяется из реакционной системы в виде раствора с массовой долей воды 8%. Выход этанола из-за производственных потерь составляет 70%.

Ответ: 175кг

4. Какую массу триацетата целлюлозы можно получить из древесинных отходов массой 1,62т, если эфир получается с выходом 75%? Массовая доля целлюлозы в древесине составляет 50%.

Ответ: 1,08т

5. В процессе диссимиляции произошло расщепление 10молей глюкозы, из которых только 5молей расщепилось до воды и оксида углерода (IV). Какой объем оксида углерода (IV) выделился?

Ответ: 672л



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Состав глюкозы $C_6H_{12}O_6$. Как экспериментально определить строение молекулы?
2. Какие формы глюкозы имеются в растворе? Каковы их основные признаки?
3. Почему глюкоза обладает восстановительными свойствами, а сахароза нет?
4. Какие функции выполняют белки?
5. Что такое денатурация белка? От чего зависит ее степень?

Литература

Основная литература

1. Грандберг И.И. Органическая химия. Учебник.-М: Дрофа. 2001. – 672 с.
2. Абдусаматов А., Мирзаев Р., Зияев Р. Органическая химия. Т.: Укитувчи, 2002. – 242 с.
3. Шабаров Ю.С. Органическая химия: учебник для вузов – М.: Химия, 2002. – 848 с.
4. Цветков Л.А. Органическая химия. Учебник. – М.: Владос, 2012. – 260 с.
5. Organic Chemistry. With Biological Applications. John McMurry. Cornell University 3rd Edition. <http://www.cff.org>. www.cengage.com/highered. с.2015, 2011. Cengage Learning WCN: 02-200-203. p-1309.
6. Ихтиярова Г.А. Органик кимё. Электрон кўлланма. DGU 04182.2016 й.
7. Ихтиярова Г.А., Эшмухамедов М.А., Исмаилов Р.И., Уринов У. Органик кимё. Ўқув кўлланма. – Т.: Укитувчи, 2020. – 300 б.
8. Шоймардонов Р.А., Умаров Б.Б., Абдурахмонов С.С. Органик кимё. Дарслик. – Т.: Навруз нашриёти, 2015. – 720 б.
9. Ихтиярова Г.А., Турдиалиева Ш.И., Абзалова З.Ж. Органическая химия. Методическое пособие – Т.: ТашГТУ, 2020.

Дополнительная литература

10. Березин Б.Д. Курс современной органической химии: учеб. пособие для вузов – М.: Высшая школа, 2001. - 768 с.
11. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия. – СПб.: Иван Фёдоров, 2003. - 624 с.
12. Осянин В.А., Климочкин Ю.Н. Практикум. Нитрование. Самар. гос. техн. ун-т. Самара, 2007. -126 с.

Интернет сайты

13. <http://www.muctr.ru/newht>
14. <http://www.chem.msu.su/ru>
15. <http://chem.kstu.ru/butlerov>

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
I. УГЛЕВОДОРОДЫ	4
1.1. Практическое занятие №1. Алканы. Метан	4
1.2. Практическое занятие №2. Алкены. Этилен	11
1.3. Практическое занятие №3. Алкины и алкадиены. Ацетилен и бутадиен	18
1.4. Практическое занятие №4. Ароматические углеводороды. Бензол и его гомологи	24
II. КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ И АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ	30
2.1. Практическое занятие №5. Спирты и фенолы	30
2.2. Практическое занятие №6. Альдегиды	36
2.3. Практическое занятие №7. Карбоновые кислоты	41
2.4. Практическое занятие №8. Сложные эфиры. Жиры	47
2.5. Практическое занятие №9. Углеводы. Белки	52
ЛИТЕРАТУРА	57

Редактор
Корректор

Покачалова Н.С.
Марданова Э.З.

Подписано к печати 30.12.2020г. Формат **60x84 1/16**
Объем **5,4п.л.** Тираж 100 экз. Заказ **№116.**