

Задача 1. Кроссворд

1. Хром
2. Лимонная
3. Гудрон
4. Серная
5. Крекинг
6. Бром
7. Формалин
8. Селитра
9. Лизин
10. Бензол

Система оценивания:

1. За каждый верный ответ

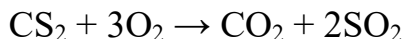
1 балл

ИТОГО

10 баллов

Задача 2. Занимательная жидкость

1. Сероуглерод сгорает в кислороде по следующей реакции:

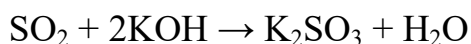
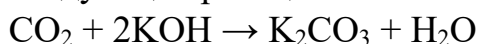


Следовательно, вещества **A** и **B** – CO_2 и SO_2 соответственно.

2. Найдем количество вещества смеси газов:

$n = \frac{13,44}{22,4} = 0,6$ моль. Так как на 1 образовавшуюся моль CO_2 образуется 2 моли SO_2 , из этого следует, что $n(\text{CO}_2) = 0,2$ моль; $n(\text{SO}_2) = 0,4$ моль.

При пропускании данной смеси газов через избыток KOH протекают следующие реакции:



На 1 моль газа расходуется 2 моль KOH

Общее количество расходуемого KOH :

$$n(\text{KOH}) = 2 \cdot (0,2 + 0,4) = 1,2 \text{ моль.}$$

Его масса:

$$m = 1,2 \cdot 56 = 67,2 \text{ г}$$

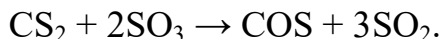
3. При пропускании CO_2 и SO_2 через раствор KOH образуются K_2CO_3 и K_2SO_3 соответственно.

4. Количество вещества образующихся солей равно количеству соответствующего газа, вступившего в реакцию

$$C(\text{K}_2\text{CO}_3) = \frac{0,2 \text{ моль}}{0,3 \text{ л}} = 0,67 \text{ моль/л}$$

$$C(\text{K}_2\text{SO}_3) = \frac{0,4 \text{ моль}}{0,3 \text{ л}} = 1,33 \text{ моль/л}$$

5. При взаимодействии сероуглерода с оксидом серы (VI) протекает следующая реакция:



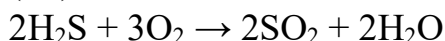
Следовательно, вещество **C** – карбонилсульфид COS .

При растворении сульфида калия в сероуглероде образуется тиокарбонат калия K_2CS_3 – вещество **D**.

6. Карбонилсульфид легко гидролизуется:

$\text{COS} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S}$. Образующийся сероводород H_2S – газ **E** с запахом тухлых яиц.

7. Сероводород сгорает в кислороде с образованием воды и оксида серы (IV):



Исходя из теплот образования, данных в таблице, найдем тепловой эффект реакции:

$$Q_r = \Sigma(Q_f \text{ продуктов}) - \Sigma(Q_f \text{ реагентов}) = (2 \cdot 285,8 + 2 \cdot 296,9) - 21 \cdot 2 = 1123,4 \text{ кДж}$$

На 1 моль H_2S выделится в 2 раза меньше теплоты:

$$Q_{\text{сг}} = \frac{1123,4}{2} = 561,7 \text{ кДж/моль}$$

Переведем 30 литров сероводорода в моли, используя уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{1 \cdot 30}{0,0821 \cdot 298} = 1,226 \text{ моль}$$

Следовательно, при сгорании этого количества вещества выделится:

$$561,7 \cdot 1,226 = 688,64 \text{ кДж.}$$

Система оценивания:

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Определение веществ А и В – по 1 баллу | 2 балла |
| 2. Расчет массы | 2 балла |
| 3. Каждая верная формула – по 1 баллу | 2 балла |
| 4. Расчет концентраций – по 1,5 балла | 3 балла |
| 5. Каждая верная формула – по 1 баллу | 2 балла |
| 6. Верная формула | 1 балл |
| 7. Каждый расчет по 4 балла | 8 баллов |

ИТОГО

20 баллов

Задача 3. Каучук и «Агидол»

1. Для того, чтобы разгадать вещество **Б** стоит обратить внимание на то, что он широко распространен, применяется в качестве антисептика, и получают его брожением дрожжей. Все это указывает на то, что **Б** – это **этиловый спирт**. А его реакция при нагревании на катализаторе – промышленный способ получения **бутадиена А**.

Данный синтез назван в честь русского химика Сергея Васильевича **Лебедева** (вариант **в**)

2. Рассчитаем молярную массу хлоралкана:

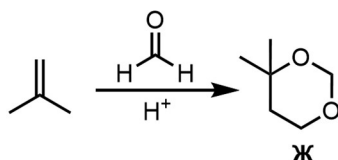
$$M(D) = \frac{35,45 \text{ г/моль}}{0,5495} = 64,51 \text{ г/моль}$$

Перебором можно понять, что **Д** – это **хлорэтан**. Следовательно, при реакции его в присутствии хлорида алюминия с бензолом, образуется продукт ароматического электрофильного замещения **Г** – **этилбензол**.

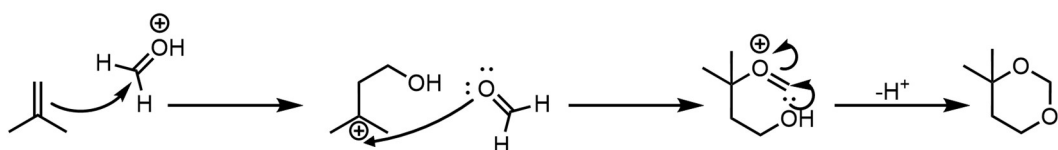
Данная реакция носит название ученых Шарля **Фриделя** и Джеймса **Крафтса** (вариант **д**).

Дегидрирование этилбензола приводит к образованию **стирола (В)**, который широко применяется для синтеза полимеров.

3. Реакция Принса, описанная в тексте, это один из методов получения **изопрена (Е)**, являющегося мономером каучуков марки СХХЗ. Синтез протекает с образованием промежуточного соединения:



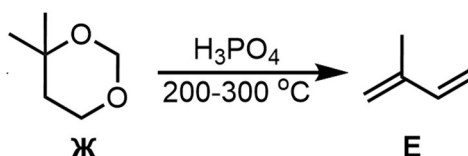
Реакция проходит в кислой среде, где к молекуле формальдегида присоединяется протон. Изобутен в свою очередь атакует протонированную карбонильную группу, при этом образуется третичный карбокатион. Затем, вторая молекула формальдегида атакует не поделённой парой кислорода карбокатион. Получившийся интермедиат циклизуется путем атаки спиртовой группы по ранее присоединённой карбонильной группе. В итоге образуется бикислородный цикл **Ж**. Описанный процесс проиллюстрирован ниже:



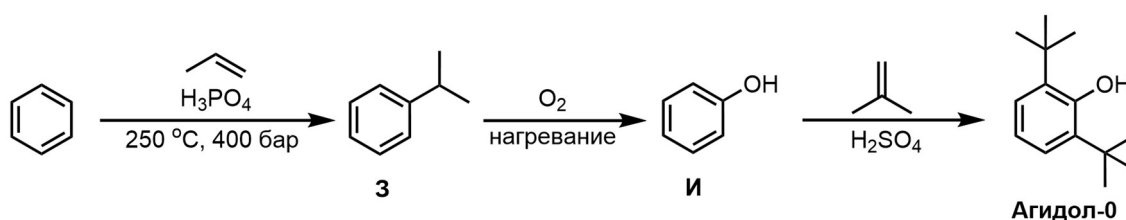
Также, можно было рассчитать молярную массу (а следовательно, и брутто-формулу) по данной массовой доле кислорода и тому, что присоединяется две молекулы формальдегида:

$$M(\text{Ж}) = \frac{16 \text{ г/моль} \cdot 2}{0,2755} = 116,2 \text{ г/моль}$$

Затем, от промежуточного **Ж** отщепляется две молекулы воды с образованием **изопрена**:



4. Вулканизация – процесс связывания каучуков с серой для получения более твердого материала. Это происходит за счет образования полисульфидных мостиков между цепочками полимера. Поэтому, правильный ответ – **d**.
5. Синтез Агидола начинается с реакции бензола с пропеном в кислой среде, что соответствует условиям для ароматического электрофильного замещения, в ходе которого образуется **кумол**, являющийся соединением **З**. Затем, под действием температуры и нагрева, из кумола синтезируют фенол **И**. После, путем того же ароматического электрофильного замещения, к фенолу присоединяют две молекулы изобутилена. Описанный процесс изображен ниже:



Понять, сколько молекул изобутена присоединилось к фенолу, можно исходя из приведенной массовой доли углерода в Агидоле:

$$\omega = \frac{4xM(\text{C}) + 6M(\text{C})}{M(\text{O}) + 6M(\text{C}) + 4xM(\text{C}) + 9x(5-x)M(\text{H})} = 0,695$$

Решив квадратное уравнение получаем $x \approx 2$, что соответствует структуре.

Каучуки имеют двойные связи в структуре, поэтому окисляются кислородом воздуха, присоединяя молекулу O_2 . Поэтому важно добавлять антиоксидантные добавки в полимеры. Соответственно, правильный ответ **b**.

Система оценивания:

- | | |
|---|-----------------|
| 1. За структуры веществ – по 1 баллу
За верный выбор – 1 балл | 3 балла |
| 2. За структуры веществ – по 1 баллу
За верный выбор – 1 балл | 4 балла |
| 3. За структуры веществ – по 2 балла | 4 балла |
| 4. За верный выбор | 1 балл |
| 5. Формулы З, И – по 2 балла
Формула «Агидола-0» – 3 балла
За верный выбор – 1 балл | 8 баллов |

ИТОГО

20 баллов