



Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Физико-химическое направление

Заключительный этап 2021 г.

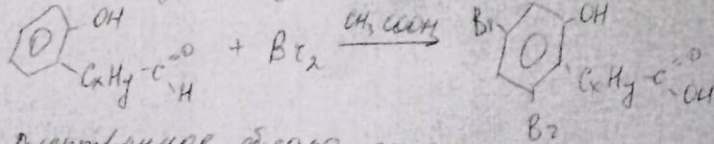
Вариант 1

11 класс

№	Задание	Ответы	Баллы
1	При взаимодействии <i>орто</i> - и <i>пара</i> -гидроксибензальдегидов с бромом (мольное соотношение 1:1) в уксусной кислоте с одним из альдегидов образуется только один продукт реакции, а с другим - два продукта. Напишите схемы превращений и назовите продукты реакции.		15
2	Из перечисленных соединений выберите для 4,4-диметилпентина-1: а) изомеры; б) гомологи. Диметилэтилнонан, ацетилен, гептадиен, этилпентадиен, этан, диметилноктин, этилен, гексан. Напишите их формулы		15
3	При сжигании паров этилацетата в кислороде выделилось 410,9 кДж теплоты и осталось 12,2 л непрореагировавшего кислорода (измерено при давлении 105 кПа и температуре 35,3 °С). Рассчитайте массовые доли компонентов в исходной смеси, если известно, что теплоты образования оксида углерода (IV), паров воды и паров этилацетата составляют 393,5 кДж/моль, 241,8 кДж/моль и 486,6 кДж/моль соответственно.		20
4	Смешали 120 мл воды и 25 г кристаллогидрата сульфата железа (II) (кристаллизуется с семью молекулами воды). Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе		20
5	Для нейтрализации смеси муравьиной и уксусной кислот массой 8,3 г потребовался раствор NaOH с массовой долей 15% массой 40 г. Определить массовую долю уксусной кислоты в смеси.		30

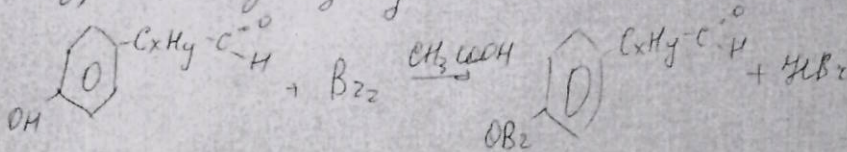
№1

1) орто гидроксибензойная кислота



Электрофильное атомы атакует в одну сторону, поэтому Br атакует в положении 2,4,6

2) пара гидроксибензойная кислота



парабромокси бензойная кислота

продукт в 1) 4,6-дигидрокси, 2) гидроксибензойная кислота

№2. 4,4-диметилпентин-1. $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$ алкин
 кол-во C = 7
 кол-во H = 12

диметилэтилпентан: $\begin{matrix} \text{CH}_3 & & \text{C}_2\text{H}_5 \\ | & & | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$ алкан
 кол-во C = 13
 кол-во H = 28

не изомер, т.к. алкан, не изомер, т.к. другое кол-во атомов C и H.

ацетилен: $\text{HC}\equiv\text{CH}$ алкин, кол-во C = 2, кол-во H = 2

изомер, т.к. тоже алкин, но не изомер из-за другого кол-ва атомов C и H

гептадиен: $\text{CH}_3-\text{CH}=\underset{\text{H}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ диен
 кол-во C = 7
 H = 12

изомер, т.к. кол-во C и H одинаковое; не изомер, т.к. диен

этилпентадиен $\begin{matrix} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ | \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{matrix}$ диен
 кол-во C = 7
 H = 12

изомер, т.к. кол-во C и H одинаковое; не изомер, т.к. диен

этан: $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$; алкан, кол-во C = 2, кол-во H = 6.
 не изомер, не изомер

диметилпентин: $\begin{matrix} \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 \\ | & & | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$ алкин
 кол-во C = 10
 H = 18

изомер, т.к. алкин, не изомер из-за разного кол-ва C и H

этилен: $\text{H}_2=\text{CH}_2$; алкен, кол-во C = 2, кол-во H = 4, не изомер, т.к. алкен, не изомер

гексан: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, алкан, кол-во C = 6, H = 14, не изомер, не изомер

ответ а) гептадиен, этилпентадиен,
 б) ацетилен, диметилпентин.



Дано: №3

$$Q_1 = 410,9 \text{ кДж}$$

$$Q(\text{CO}_2) = 383,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

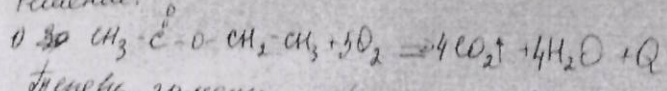
$$Q(\text{H}_2\text{O}) = 241,8 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$Q_{\text{от}} = 486,6 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$W_{\text{от}} = ?$$

$$W_{\text{O}_2} = ?$$

Решение:



Напишем закон сохранения энергии и найдем теплоту образования

$$Q_{\text{от}} \rightarrow 4 \cdot Q(\text{CO}_2) + 4 \cdot Q(\text{H}_2\text{O}) + Q$$

$$Q = Q_{\text{от}} - 4(Q(\text{CO}_2) + Q(\text{H}_2\text{O}))$$

$$= 486,6 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} - 4(383,5 + 241,8) \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} = -2054,6 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$\frac{Q}{Q_1} = \frac{-2054,6}{-410,9} \approx 5$ в столько раз меньше
влияет расщепление и образование
продуктов (в мольх)

$$\nu(\text{O}_2) = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ моль}; \nu(\text{CO}_2) = \frac{1}{5} = 1 \text{ моль}$$

Убедимся, что еще остался кислород
с $p_1 = 105 \text{ кПа}$, $T_1 = 351,3^\circ\text{C}$, $V_1 = 42,2 \text{ л}$, откуда
можно найти $\nu_2(\text{O}_2)$:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \nu_2(\text{O}_2) \cdot R \Rightarrow \nu_2(\text{O}_2) = \frac{p_1 V_1}{T_1 R}$$

$$= \frac{105000 \text{ Па} \cdot 0,0422 \text{ м}^3}{(45,31273 \text{ К}) \cdot 8,31 \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3}{\text{моль} \cdot \text{К}}} \approx \frac{105000 \cdot 0,0422}{308,3 \cdot 8,31} \text{ моль}$$

$$\approx \frac{10,5122}{2561,873} \approx 0,5 \text{ моль}$$

$$\text{Тогда } m_{\text{меш}} = m_{\text{O}_2} + m_{\text{CO}_2} = \nu_{\text{O}_2} M_{\text{O}_2} + 1,5 \nu_{\text{CO}_2} M(\text{CO}_2) =$$

$$= 0,2 \cdot 32 + 1,5 \cdot 44 = 17,6 + 66 = 83,6 \text{ г}$$

$$W_{\text{O}_2} = \frac{17,6}{83,6} \approx 21,05\% ; W_{\text{CO}_2} \approx 78,95\%$$

$$\text{Ответ: } W_{\text{O}_2} = 21,05\% ; W_{\text{CO}_2} = 78,95\%$$

14

Дано:

$$m_{\text{кр}} = 25 \text{ г}$$

$$V_{\text{в}} = 120 \text{ мл}$$

W_{вещ} = ?

Решение:

1) Вычислим молярную массу кристаллогидрата $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

$$M = M(\text{CuSO}_4) + 7M(\text{H}_2\text{O}) = 64 + 32 + 64 + 16 \cdot 7 = 286 \text{ г/моль}$$

$$W(\text{вещ}) = \frac{M(\text{CuSO}_4)}{M} = \frac{64 + 32 + 64}{286} = \frac{160}{286} = \frac{80}{143}$$

2) Вычислим массу воды $m_{\text{в}}$

$$m_{\text{в}} = W_{\text{вещ}} \cdot m_{\text{кр}} = \frac{80}{143} \cdot 25 = \frac{2000}{143} \approx 13,99 \text{ г}$$

3) Масса раствора $m_{\text{р-ра}} = m_{\text{кр}} + m_{\text{в}} = 25 + 120 = 145 \text{ г}$

$$W_{\text{вещ}} = \frac{m_{\text{вещ}}}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{13,99}{145} \approx 9,65\%$$

$$W_{\text{вещ}} = \frac{80}{143} \cdot \frac{13,99}{145} \approx 9,17\%$$

Ответ: 9,17%.

15

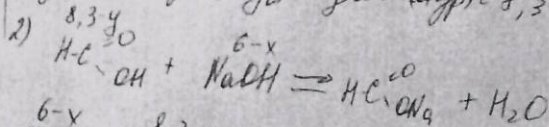
~~15~~
 м(эф) + м(гас) = 8,3 г
 W(NaOH) = 15%
 m(p.p.) = 40 г
 W(гас) = ?

Решение:

1) $m(\text{NaOH}) = m.p.p. \cdot W(\text{NaOH}) = 40 \cdot 0,15 = 6 \text{ г}$.

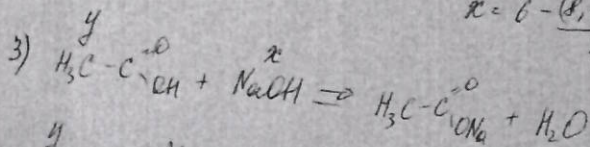
Предположим, что уксусной кислотой прореагировало $x \text{ г NaOH}$, тогда с муравьиной — $6 - x \text{ г NaOH}$.

Пусть $m(\text{гас}) = y \text{ г}$, тогда $m(\text{эф}) = 8,3 - y \text{ г}$.



$$\frac{6-x}{M(\text{NaOH})} = \frac{8,3-y}{M(\text{HCOOH})} \Rightarrow \frac{6-x}{40} = \frac{8,3-y}{46} \Rightarrow 6-x = \frac{(8,3-y) \cdot 40}{46}$$

$$x = 6 - \frac{(8,3-y) \cdot 40}{46}$$



$$\frac{y}{M(\text{H}_2\text{CO}_3)} = \frac{x}{M(\text{NaOH})} \Rightarrow \frac{y}{60} = \frac{x}{40} \Rightarrow x = \frac{y \cdot 40}{60}$$

4) подставим x в 2 и 3:

$$6 - \frac{(8,3-y) \cdot 40}{46} = \frac{y \cdot 40}{60}, \quad 6 - \frac{20(8,3-y)}{23} = y \cdot \frac{2}{3}$$

$$\frac{138 - 20 \cdot 8,3 + 20y}{23} = \frac{2y}{3}, \quad \frac{-28}{23} = \frac{2y}{3} - \frac{20y}{23}$$

$$y \left(\frac{46-60}{46 \cdot 60} \right) = \frac{-28}{23}, \quad y = \frac{-28}{23} \cdot \frac{60}{46-60} = \frac{-28 \cdot 3}{46-60} = \frac{-28 \cdot 3}{-14} = 6 \text{ г}$$

$$W(\text{гас}) = \frac{m(\text{гас})}{m(\text{исх})} = \frac{6 \text{ г}}{8,3 \text{ г}} \approx 72,29\%$$

Ответ: 72,29%.