

Всероссийская олимпиада школьников по химии 2021-2022 уч. гг./ муниципальный этап

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

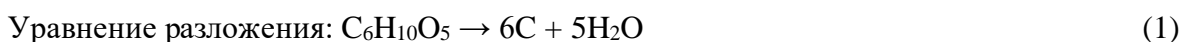
**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЭТАПА
2021/2022 УЧ. ГГ.**

ЯКУТСК 2020

10 КЛАСС

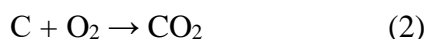
Задание 10-1

1. Среди простых веществ-продуктов разложения только углерод может быть черным.



Такая реакция называется реакцией карбонизации.

2. Газообразными продуктами сгорания углерода являются CO и CO₂ (указание на то, что этих продуктов два позволяет отсечь дальнейшие спекуляции на тему). Уравнения:



3. Определим количество (моль) углерода и кислорода, вступивших в реакцию в сосуде:

$$n(O_2) = \frac{\varphi(O_2) \cdot V}{V_m} = \frac{0,21 \cdot 1л}{22,4л / \text{моль}} = 9,375 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$n(C) = 6 \cdot \frac{m(C_6H_{10}O_5)}{M(C_6H_{10}O_5)} = \frac{6 \cdot 0,42г}{162г / \text{моль}} = 15,556 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Пусть количество (моль) образовавшегося CO₂ – x, CO – y, тогда можно составить систему уравнений и найти эти величины:

$$\begin{cases} x + y = 15,556 \cdot 10^{-3} \\ x + 0,5 \cdot y = 9,375 \cdot 10^{-3} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} y = 2 \cdot (15,556 - 9,375) \cdot 10^{-3} \\ x = (2 \cdot 9,375 - 15,556) \cdot 10^{-3} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} y = 12,362 \cdot 10^{-3} \text{ моль} \\ x = 3,194 \cdot 10^{-3} \text{ моль} \end{cases}$$

Количество (моль) газовой смеси увеличилось на

$$n = n(CO_2) + n(CO) - n(O_2) = (15,556 - 9,375) \cdot 10^{-3} = 6,181 \cdot 10^{-3} \text{ моль, т.е. всего стало}$$

$z(\text{общ}) = 1л / 22,4л / \text{моль} + 6,181 \cdot 10^{-3} \text{ моль} = 5,082 \cdot 10^{-2} \text{ моль}$. И, наконец, мы можем рассчитать объемные доли:

$$\varphi(CO) = 12,362 / 50,82 = 0,243 \text{ или } 24,3\% \quad \varphi(CO_2) = 3,194 / 50,82 = 0,063 \text{ или } 6,3\%.$$

Система оценивания

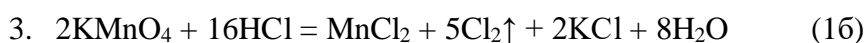
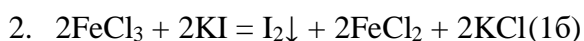
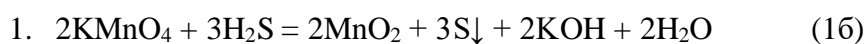
1. Уравнение реакции 1 – 1 балл.

2. Уравнения сгорания, реакции 2 и 3: 2×1 = 2 (балла)

3. Расчет количеств продуктов сгорания и состава газовой смеси: 2+2 = 4 (балла).

Всего 7 баллов

Задание 10-2



5. $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaOH} = \text{NaAlO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ (16)
6. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 8\text{C} = \text{Ca}_3\text{P}_2 + 8\text{CO} \uparrow$ (16)
7. $\text{PH}_3 + 8\text{HNO}_{3\text{конц}} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 8\text{NO}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (16)
8. $\text{Cu}_2\text{O} + 6\text{HNO}_3 = 2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ (16)
9. $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} = 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CH}_4 \uparrow$ (16)
10. $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})} = \text{SO}_2 \uparrow + \text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (16)

Всего 10 баллов

Задание 10-3

Определение массы брома в растворе и количества вещества брома:

$$m(\text{Br}_2) = 31,25 \cdot 1,6 \cdot 0,064 = 3,2\text{г};$$

$$v(\text{Br}_2) = 3,2 / 160 = 0,02 \text{ моль.} \quad (1 \text{ балл})$$

Определение объемов непредельного углеводорода (C_xH_y) и предельного углеводорода ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$) в смеси и количества вещества каждого углеводорода:

$$V(\text{C}_x\text{H}_y) = 560 - 336 = 224 \text{ мл}; \quad v(\text{C}_x\text{H}_y) = 0,224 / 22,4 = 0,01 \text{ моль}; \quad (1 \text{ балл})$$

$$V(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) = 336 \text{ мл}; \quad v(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) = 0,336 / 22,4 = 0,015 \text{ моль.} \quad (1 \text{ балл})$$

Определение объемных (молярных) долей компонентов в смеси:

$$\varphi(\text{C}_x\text{H}_y) = 224 / 560 = 0,4; \quad (1 \text{ балл})$$

$$\varphi(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) = 336 / 560 = 0,6. \quad (1 \text{ балл})$$

Непредельный углеводород и бром реагируют в молярных отношениях:

$$v(\text{C}_x\text{H}_y) : v(\text{Br}_2) = 0,01 : 0,02 = 1 : 2, \text{ значит, непредельный углеводород относится к алкинам или диеновым углеводородам } (\text{C}_x\text{H}_{2x-2}) \quad (1 \text{ балл})$$

$$D_{\text{H}_2}(\text{газ. смеси}) = 17; \quad M_{\text{cp}}(\text{смеси}) = 2 \cdot 17 = 34 \text{ г/моль} \quad (1 \text{ балл})$$

$$M_{\text{cp}}(\text{смеси}) = M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) \cdot \varphi(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) + M(\text{C}_x\text{H}_{2x-2}) \cdot \varphi(\text{C}_x\text{H}_{2x-2})$$

$$M_{\text{cp}}(\text{смеси}) = M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) \cdot 0,6 + M(\text{C}_x\text{H}_{2x-2}) \cdot 0,4 = 34 \quad (2 \text{ балл})$$

Методом подбора определяем пару углеводородов, соответствующую этому равенству.

Это: этан C_2H_6 и	пропин C_3H_4
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$ (1 балл)	$\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ (1 балл)
	(или аллен
	$\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$) (1 балл)

Всего 12 баллов

Задание 10-4

С раствором соляной кислоты взаимодействует железо.



Обозначим массу вступившей в реакцию кислоты через m , тогда массы образовавшегося хлорида железа (II) и водорода соответственно равны:

$$m(\text{FeCl}_2) = \frac{127 \cdot m}{73} = 1,74m \quad (1 \text{ балл})$$

$$m(\text{H}_2) = \frac{2 \cdot m}{73} = 0,027m \quad (1 \text{ балл})$$

Изменение массы раствора связано с тем, что вместо вступившей в реакцию соляной кислоты образовался хлорид железа (II) и улетучился водород.

$$\Delta m = m(\text{FeCl}_2) - m(\text{H}_2) - m(\text{HCl})$$

$$2,7 = 1,74m - m - 0,027m = 0,713m$$

$$m(\text{HCl}) = 3,787 \text{ г} \quad (2 \text{ балла})$$

Масса вступившего в реакцию железа равна:

$$m(\text{Fe}) = \frac{56 \cdot 3,787}{73} = 2,9 \text{ г} \quad (1 \text{ балл})$$

Из оставшихся металлов с горячей серной кислотой взаимодействует медь



$$V(\text{SO}_2) = 1,12 \text{ л}; \quad \nu(\text{SO}_2) = \frac{1,12}{22,4} = 0,05 \text{ моль} \quad (1 \text{ балл})$$

$$\nu(\text{Cu}) = 0,05 \text{ моль}; \quad m(\text{Cu}) = 64 \cdot 0,05 = 3,2 \text{ г} \quad (1 \text{ балл})$$

$$m(\text{Au}) = 4,02 \text{ г}$$

Общая масса смеси металлов:

$$m(\text{смеси}) = 4,02 + 3,2 + 2,9 = 10,12 \text{ г} \quad (1 \text{ балл})$$

$$\omega(\text{Fe}) = \frac{2,9 \cdot 100\%}{10,12} = 28,66\%$$

$$\omega(\text{Cu}) = \frac{3,2 \cdot 100\%}{10,12} = 31,62\%$$

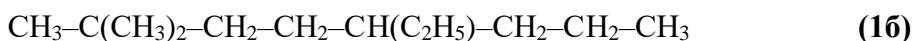
$$\omega(\text{Au}) = \frac{4,02 \cdot 100\%}{10,12} = 39,72\% \quad (1 \text{ балл})$$

Всего 11 баллов

Задание 10-5

4,4-диметилпентин-1 (C₇H₁₂): $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_3$

1) 2,2-диметил-5-этилнонан (C₁₃H₂₈):



- 2) ацетилен (C_2H_2): $CH\equiv CH$ гомолог **(1,5б)**
- 3) гептадиен-1,3 (C_7H_{12}): $CH_2=CH-CH=CH-CH_2-CH_2-CH_3$ изомер **(1,5б)**
- 4) 3-этилпентадиен-1,3 (C_7H_{12}): $CH_2=CH-C(C_2H_5)=CH-CH_3$ изомер **(1,5б)**
- 5) этан (C_2H_6): CH_3-CH_3 **(1б)**
- 6) 3,3-диметил-5-этилоктин-1 ($C_{12}H_{22}$): $CH\equiv C-C(CH_3)_2-CH_2-CH(C_2H_5)-CH_2-CH_2-CH_3$
гомолог **(1,5б)**
- 7) этилен (C_2H_4): $CH_2=CH_2$ **(1б)**
- 8) гексан (C_6H_{14}): $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ **(1б)**

Система оценивания:

1. За структуру – 1балл x 8=8 баллов,
2. За написание принадлежности к гомологам/изомерам – 0,5 x4 =2 балла

Всего 10 баллов

Общая сумма баллов – 50