



Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Физико-химическое направление

Заключительный этап 2021 г.

Вариант 3

11 класс

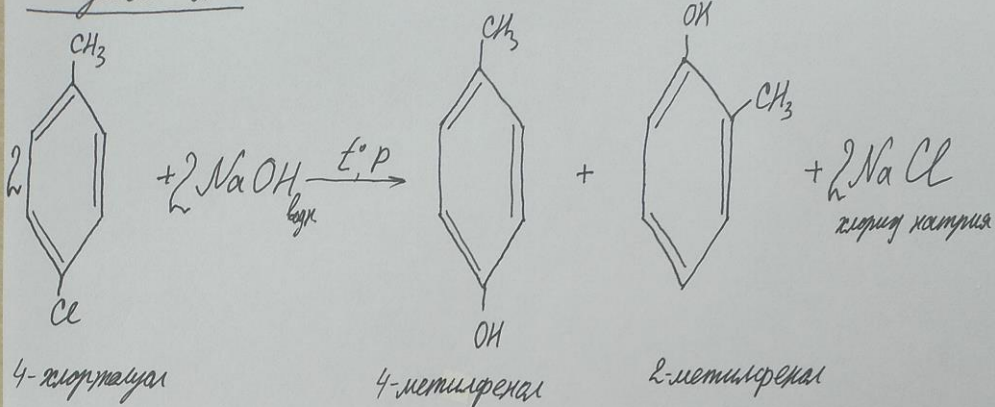
№	Задание	Ответы	Баллы
1	В результате реакции 4-Хлортолуола с водным раствором щелочи в жестких условиях (высокое давление, температура) получается смесь изомерных метилфенолов. Напишите уравнение этой реакции, назовите продукты реакции.		15
2	Из перечисленных соединений выберите для гексадиена: а) изомеры; б) гомологи. Циклогексен, ацетилен, диметилбутин, бутадиев-1,3, октадиен-1,3, октан, гептен, метилциклопентан. Напишите их формулы		15
3	Как известно, высокотемпературное пламя ацетилено-кислородных горелок широко используется для сварки и резки металлов. Можно ли для аналогичных целей использовать пламя метаново-кислородной горелки? Рассчитайте, в какой из двух указанных типов горелок и во сколько раз выделится больше теплоты при сгорании одинакового объема ацетилена и метана. Теплоты образования метана, ацетилена, углекислого газа и воды равны +75, -230, +393, +286 кДж/моль, соответственно.		20
4	Сколько граммов кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ необходимо добавить к 100 мл 8 % раствора сульфата натрия (плотность 1,07 г/мл), чтобы удвоить массовую долю вещества в растворе?		20
5	Смесь ацетилена и водорода массой 27 г сожгли в кислороде. После охлаждения продуктов сгорания до комнатной температуры сконденсировалось 27 мл воды. Определите состав газовой смеси.		30

Задача 1

Вариант 3

Задача №1

Ширр 11-3-3

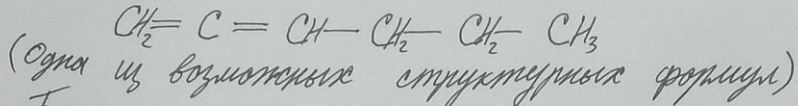


Вариант 3

Шифр 11-3-3

Задача №2

Гексадиен:



Брутто-формула: C_6H_{10} (C_nH_{2n-2})

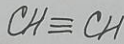
Изомеры - в-ва с разными ур. скелетом, но одинаковыми брутто-формулами (в данном случае - C_6H_{10})

Гомологи - в-ва с разным ур. скелетом, разной брутто-формулой, но отличающиеся только на одну или несколько групп CH_2 (т.е. имеющие общую формулу; в данной задаче - C_nH_{2n-2})

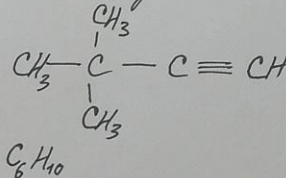
- 1) Циклогексен 2) Ацетилен 3) Диметилбутин



C_6H_{10}



C_2H_2
(C_nH_{2n-2})

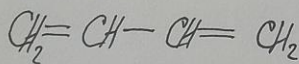


C_6H_{10}

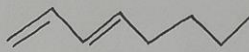
- 4) Бутадиен-1,3

- 5) Октадиен-1,3

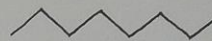
- 6) Октан



C_4H_6 (C_nH_{2n-2})



C_8H_{14} (C_nH_{2n-2})



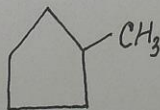
C_8H_{18}

- 7) Гептен

- 8) Метилциклопентан



C_7H_{14}



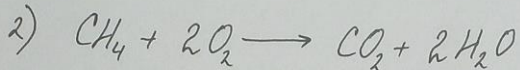
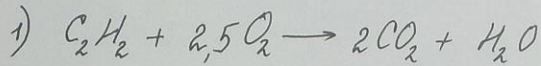
C_6H_{12}

Ответ:

а) Изомеры: 1) циклогексен; 3) диметилбутин

б) Гомологи: 2) ацетилен; 4) бутадиен-1,3; 5) октадиен-1,3

Вариант 3

Задача №3

П.к. по условию $V(C_2H_2) = V(CH_4)$, а $V = n \cdot V_m$ (V_m - постоянная величина),
то $n(C_2H_2) = n(CH_4) = 1$ (по уравнению)

Дано:	$\Delta H(H_2O) = +286 \text{ кДж/моль}$	$\left. \begin{array}{l} Q_{C_2H_2} - ? \\ Q_{CH_4} - ? \\ Q_{C_2H_2} - ? \\ Q_{CH_4} - ? \end{array} \right\}$
	$\Delta H(CO_2) = +393 \text{ кДж/моль}$	
	$\Delta H(C_2H_2) = -230 \text{ кДж/моль}$	
	$\Delta H(CH_4) = +75 \text{ кДж/моль}$	

Решение:

1) $Q_{C_2H_2} = \Delta H(H_2O) + 2\Delta H(CO_2) - \Delta H(C_2H_2) = 286 + 2 \cdot 393 - (-230) = 1302 \text{ кДж}$

$Q_{CH_4} = 2\Delta H(H_2O) + \Delta H(CO_2) - \Delta H(CH_4) = 2 \cdot 286 + 393 - 75 = 890 \text{ кДж}$

Значение $\Delta H(O_2)$ нас не интересует, т.к. никак не повышает на результат

$$\Rightarrow \frac{Q_{C_2H_2}}{Q_{CH_4}} = \frac{1302}{890} = 1,46 \approx 1,5$$

Следовательно, в ацетилено-кислородной горелке выделится больше теплоты, чем в метаново-кислородной в 1,5 раза.

2) Использовать пламя метаново-кислородной горелки вместо пламени ацетилено-кислородной будет не так эффективно в силу того, что кал-ва теплоты может не хватить для сварки и резки такого же кал-ва металлов.

Ответ: 1) нет 2) $Q_{C_2H_2}$ больше Q_{CH_4} в 1,5 раза

Вариант 3

Шипр 11-3-3

Задача №4

Дано:

$$V_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 100 \text{ мл}$$

$$w_1 = 8\% = 0,08$$

$$\rho_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 1,07 \text{ г/мл}$$

$$w_2 = 16\% (2 \cdot w_1) = 0,16$$

$$w_2: m_{\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = ?$$

$$\text{Поэтому, } w_2 = \frac{m_{\text{в-ва}} + X}{m_{\text{р-ра}} + X}$$

$$\frac{8,56 + X}{107 + X} = 0,16$$

$$8,56 + X = 17,12 + 0,16x$$

$$X - 0,16x = 17,12 - 8,56$$

$$0,84x = 8,56$$

$$x = 10,2$$

Следовательно, чтобы удвоить $w_{\text{в-ва}}$ необходимо добавить $10,2 \text{ г Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Ответ: $m = 10,2 \text{ г}$

Решение:

$$1) \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V = 100 \cdot 1,07 = 107 \text{ г (} m_{\text{р-ра}})$$

$$2) w = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} \Rightarrow m_{\text{в-ва}} = w \cdot m_{\text{р-ра}} = 0,08 \cdot 107 = 8,56 \text{ г}$$

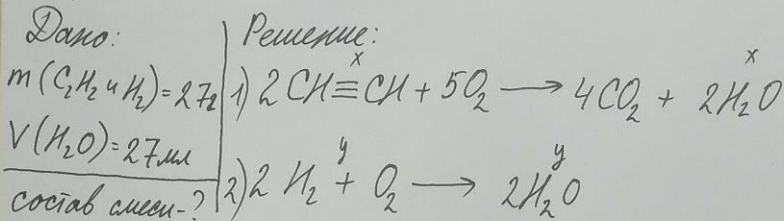
$$3) \text{ Пусть добавляем } X \text{ г в-ва, тогда } m_{\text{в-ва}} = 8,56 + X,$$

$m_{\text{р-ра}} = 107 + X$ (т.к. при добавлении в-ва изменится вся масса р-ра), а w_1 удвоится, т.е. станет $w_2 = 0,16$ (по условию)

Вариант 3

Шурр 11-3-3

Задача №5



Пусть $n(C_2H_2) = x$, а $n(H_2) = y$, тогда первое уравнение:

$$n_{C_2H_2} \cdot M_{C_2H_2} + n_{H_2} \cdot M_{H_2} = m_{общ.} \quad (m = n \cdot M)$$

$$26x + 2y = 27g$$

П.к. $\rho(H_2O) = 1g/ml \Rightarrow m(H_2O) = 27 \cdot 1 = 27g$

По ур-ю (1) и (2): $n(H_2O) = x$ и $n(H_2O) = y$ соответственно

$$\Rightarrow n_{H_2O_1} \cdot M_{H_2O} + n_{H_2O_2} \cdot M_{H_2O} = m_{общ.}$$

$$18x + 18y = 27$$

Следовательно, можно составить систему уравнений:

$$\begin{cases} 26x + 2y = 27 \\ 18x + 18y = 27 \end{cases} \quad \begin{cases} 26x + 2y = 27 \\ 18x = 27 - 18y \end{cases} \quad \begin{cases} 26x + 2y = 27 \\ x = \frac{27 - 18y}{18} \end{cases}$$

$$26 \cdot \left(\frac{27 - 18y}{18} \right) + 2y = 27$$

$$\frac{26 \cdot (27 - 18y)}{18} + 2y = 27$$

$$\frac{13 \cdot (27 - 18y)}{9} + 2y = 27 \quad | \cdot 9$$

$$13(27 - 18y) + 18y = 243$$

$$y = 0,5$$

$$\Rightarrow x = \frac{27 - 18 \cdot 0,5}{18} = 1$$

Исходя из полученных данных $n(C_2H_2) = 1 \text{ моль}$, $n(H_2) = 0,5 \text{ моль}$ ⑤

П.к. $m = n \cdot M$, то $m_{C_2H_2} = 1 \cdot 26 = 26_2$

$$m_{H_2} = 0,5 \cdot 2 = 1_2$$

$$\Rightarrow w_{C_2H_2} = \frac{26}{27} = 0,96 = 96\%$$

$$w_{H_2} = \frac{1}{27} = 0,04 = 4\%$$

Т.е. смесь состоит из 96% C_2H_2 и 4% H_2

Ответ: $w_{C_2H_2} = 96\%$; $w_{H_2} = 4\%$

$$m_{C_2H_2} = 26_2; m_{H_2} = 1_2$$