



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E=mc^2$$



ШИФР

105181

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Бланк олимпиадной работы

Класс 11 Вариант 5 Дата Олимпиады 19.02.2023

Площадка написания РГУ нефти и газа (НИУ) имени
И. М. Губкина

ОЦЕНКА

(заполняется проверяющим)

Задача	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ		Подпись
											Цифрой	Прописью	
Оценка	10	20	10	5	2	10	10	3			70	Семьдесят	



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



ШИФР

105181

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Бланк олимпиадной работы

N7.

A - ~~метанол~~ газ
исхв.

$$V(A) = 327 \text{ мл} = 327 \cdot 10^{-3} \text{ л} = 327 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$T = 13^\circ\text{C} = 13 + 273 = 286 \text{ K}$$

$$p = 1,04 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$m = 828 \text{ г} = 0,828 \text{ кг}$$

$$M \rightarrow = 828 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

Ур-е Менделеева -
кислородная:

$$pV = \nu RT ; \nu = \frac{m}{M}$$

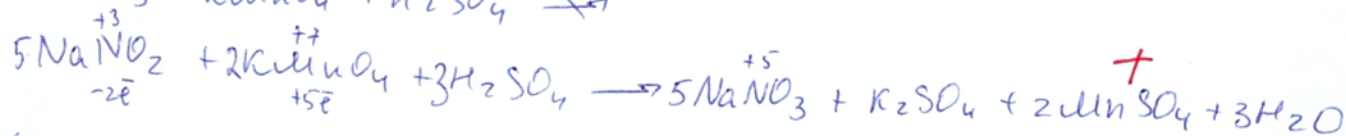
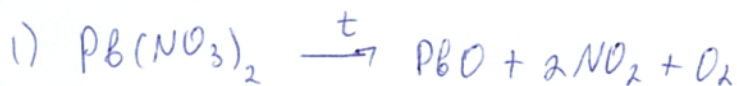
$$pV = \frac{mRT}{M}$$

$$M = \frac{mRT}{pV}$$

$$M = \frac{828 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 286}{1,04 \cdot 10^5 \cdot 327 \cdot 10^{-6}} = 57,86 \approx 58 \left(\frac{\text{кг}}{\text{моль}} \right)$$

ответ: $M = 58 \text{ кг/моль}$ +

N3.



$$V(\text{KMnO}_4) = 25 \text{ мл} = 25 \cdot 10^{-3} \text{ л}$$

$$c(\text{KMnO}_4) = 0,02 \text{ M}$$

$$m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = ?$$

по р.(3):

$$c = \frac{\nu}{V} \Rightarrow \nu = cV \Rightarrow \nu(\text{KMnO}_4) = 0,02 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ (моль)}$$

$$\frac{\nu(\text{KMnO}_4)}{2} = \frac{\nu(\text{NaNO}_2)}{5} \Rightarrow \nu(\text{NaNO}_2) = \frac{5}{2} \nu(\text{KMnO}_4) = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ (моль)}$$

$$2) \nu(\text{NaNO}_2) = \nu(\text{NaNO}_3) = \frac{\nu(\text{NO}_2)}{2}$$

$$(1) \Rightarrow \frac{\nu(\text{NO}_2)}{2} = \nu(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \nu(\text{NaNO}_2) = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ моль} + \text{Лист } 2 \text{ из } 8$$

$$m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \nu \cdot M = 1,25 \cdot 10^{-3} \cdot 331 = 0,41375 \text{ г}$$



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



ШИФР

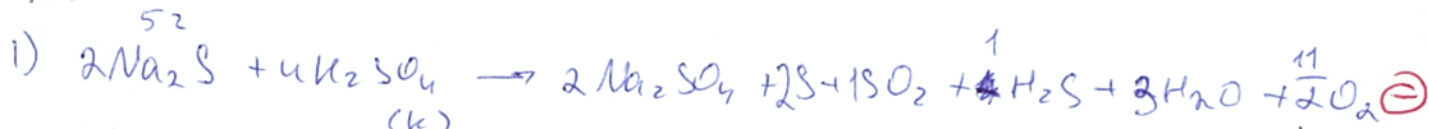


Бланк олимпиадной работы

№3.

Ответ: 0,414 г

№5.



1 м
0,0446 моль

$$m(\text{Na}_2\text{S}) = 5 \text{ г}$$

$$V(\text{SO}_2) = 1 \text{ м}$$

$$V(\text{H}_2\text{S}) = ?$$



$$\text{По р. (2): } V(\text{SO}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{1}{22,4} = 0,0446 \text{ (моль)}$$

$$V(\text{SO}_2) = V(\text{S}) = V(\text{O}_2)$$

$$V(\text{SO}_2) = 1 / 22,4 \text{ / моль} = 0,045 \text{ моль}$$

$$V(\text{Na}_2\text{S}) = \frac{5}{78} = 0,064 \text{ моль}$$

$$\text{По р. (1): } V(\text{Na}_2\text{S}) = \frac{m}{M} = \frac{5}{78} = 0,0641 \text{ (моль)}$$

$$V(\text{Na}_2\text{S}) = V(\text{S}) = 0,0641 \text{ (моль)}$$

$$V(\text{H}_2\text{S}) = V(\text{Na}_2\text{S}) - V(\text{SO}_2) = 0,0641 - 0,045 = 0,019 \text{ моль}$$

Т.к. S прореагировало с O_2 меньше, то в р. (1) выход не 100%.

$$(1) \quad \eta = \frac{V_{\text{пр}}}{V_{\text{т}}} \cdot 100\% = \frac{0,019}{0,0641} \cdot 100\% = 69,58\%$$

р. (1)

$$V_{\text{т}}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{V(\text{Na}_2\text{S})}{2} = \frac{0,0641}{2} = 0,03205 \text{ (моль)}$$

$$V_{\text{пр}} = \eta \cdot V_{\text{т}} = 0,03205 \cdot 0,6958 = 0,0223 \text{ (моль)}$$

$$m_{\text{пр}}(\text{H}_2\text{S}) = V_{\text{пр}} \cdot M = 0,0223 \cdot 34 = 0,7582 \text{ (г)}$$

$$V(\text{H}_2\text{S}) = 22,4 \cdot 0,019 \text{ моль} = 0,43 \text{ л}$$

Ответ: 0,7582 г.



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



ШИФР



Бланк олимпиадной работы

14

$Q = 75\% \Rightarrow 0,75 Q_{\text{пол}} - \text{теряется} \Rightarrow 0,25 Q_{\text{пол}} - \text{идет на нагрев и парообр. воды}$

$$Q_b = cm\Delta t + Lm; \quad m = 1 \text{ т} \quad m = 1000 \text{ кг}$$

L - теплота парообр. воды
 c - уд. теплоемк. воды

$\Delta t = 100 - 10 = 90^\circ$
 $t_0 = 10^\circ\text{C}$
 $t_k = 100^\circ\text{C}$ - кипение H_2O

$$Q_b = 0,25 Q_{\text{пол}} \Rightarrow Q_{\text{пол}} = \frac{Q_b}{0,25} = 4 Q_b$$

- столько тепла нужно дать

$$Q_b = 1000(1 \cdot 90 + 519) = 609 \cdot 10^3 \text{ (ккал)} = 609 \text{ (ккал)}$$

сгорание газа (на 1 т воды)

Пусть газа было 100 л. Тогда $V(\text{H}_2) = 48 \text{ л}$, $V_{\text{сн}} = 33 \text{ л}$,
 $V_{\text{CO}} = 3 \text{ л}$, $V_{\text{C}_2\text{H}_4} = 2 \text{ л}$, $V_{\text{C}_2\text{H}_6} = 2 \text{ л}$, $V_{\text{CO}_2} = 3 \text{ л}$, $V_{\text{N}_2} = 3 \text{ л}$
 $\nu(\text{H}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{48}{22,4} = 2,14 \text{ (моль)}$. Аналогично $\nu_{\text{сн}} = 1,47 \text{ моль}$,
 $\nu_{\text{CO}} = 0,14 \text{ моль}$, $\nu_{\text{C}_2\text{H}_4} = 0,0893 \text{ моль}$, $\nu_{\text{C}_2\text{H}_6} = 0,0893 \text{ моль}$, $\nu_{\text{CO}_2} = 0,134 \text{ моль}$,
 $\nu_{\text{N}_2} = 0,134 \text{ моль}$.

$$Q(\text{H}_2) = \nu_{\text{H}_2} \cdot Q_{\text{сгор}}(\text{H}_2) = 2,14 \cdot 57,8 = 123,692 \text{ (ккал)}$$

$$Q_{\text{сн}} = 1,47 \cdot 210,8 = 309,876 \text{ (ккал)}$$

$$Q_{\text{CO}} = 0,14 \cdot 671,6 = 27,04 \text{ (ккал)}$$

$$Q_{\text{C}_2\text{H}_4} = 0,0893 \cdot 331,6 = 29,61188 \text{ (ккал)} \approx 29,6 \text{ ккал}$$

$$Q_{\text{C}_2\text{H}_6} = 0,0893 \cdot 373 = 33,31 \text{ (ккал)}$$

Водород

$$Q_{\Sigma} = 123,692 + 309,876 + 27,04 + 29,6 + 33,31 = 523,318 \text{ (ккал)}$$

$$\frac{523,318}{609} = 0,8593 \Rightarrow \text{на 1 т воды нужно}$$

$\frac{100}{0,8593} = 116,374 \text{ (л) светильного газа}$

Водород (480 л) сгорит. В 1000 л светильного газа, водород (480 л) сгорит. $Q(\text{водорода}) = 115,6 \cdot 480 / 44,8 = 1238 \text{ ккал}$

$Q_{\text{сн}} = 3105,5 \text{ ккал}$. $Q_{\text{CO}} = 27$
 $Q_{\text{C}_2\text{H}_4} = 296 \text{ ккал}$

$Q_{\text{C}_2\text{H}_6} = 333 \text{ ккал}$.
 $V_{\text{св. газа}} = 2436000 / 5235 = 464,1$

Лист 4 из 8

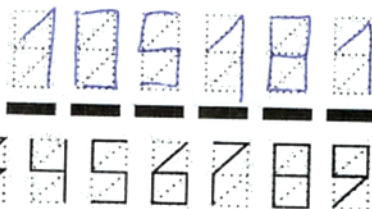


$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



ШИФР



Бланк олимпиадной работы

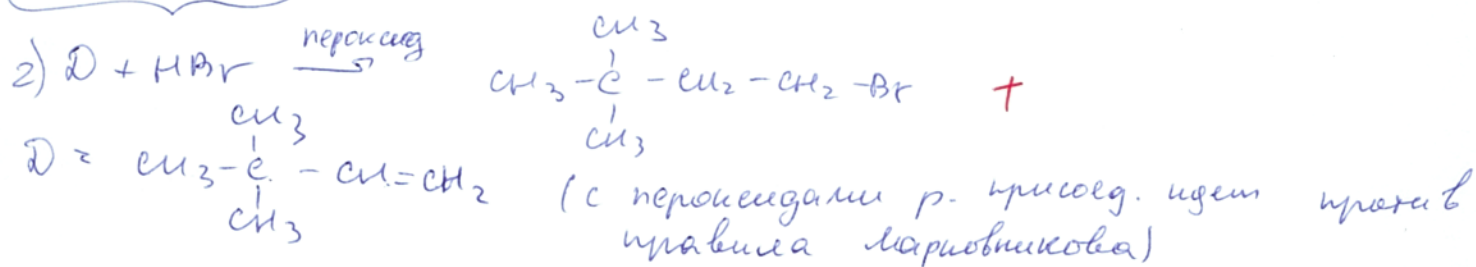
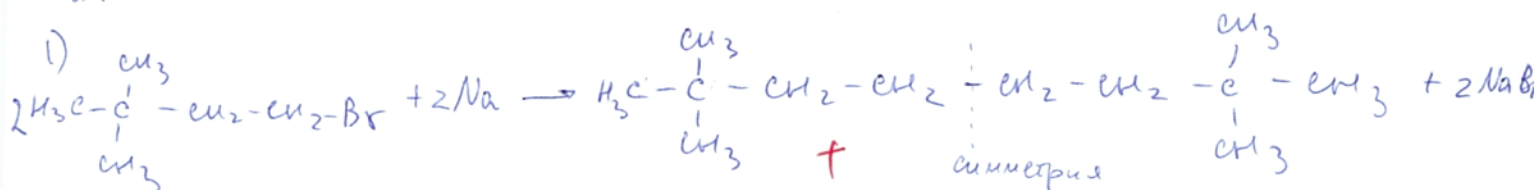
№4.

Расчет - $\rho \rightarrow \rho = 116,374 \frac{\text{н}}{\text{г}}$

Суть - $24 \text{ г} \Rightarrow P(\text{сут}) = 116,374 \cdot 24 = 2792,976 \approx 2793 (\text{н/сут})$

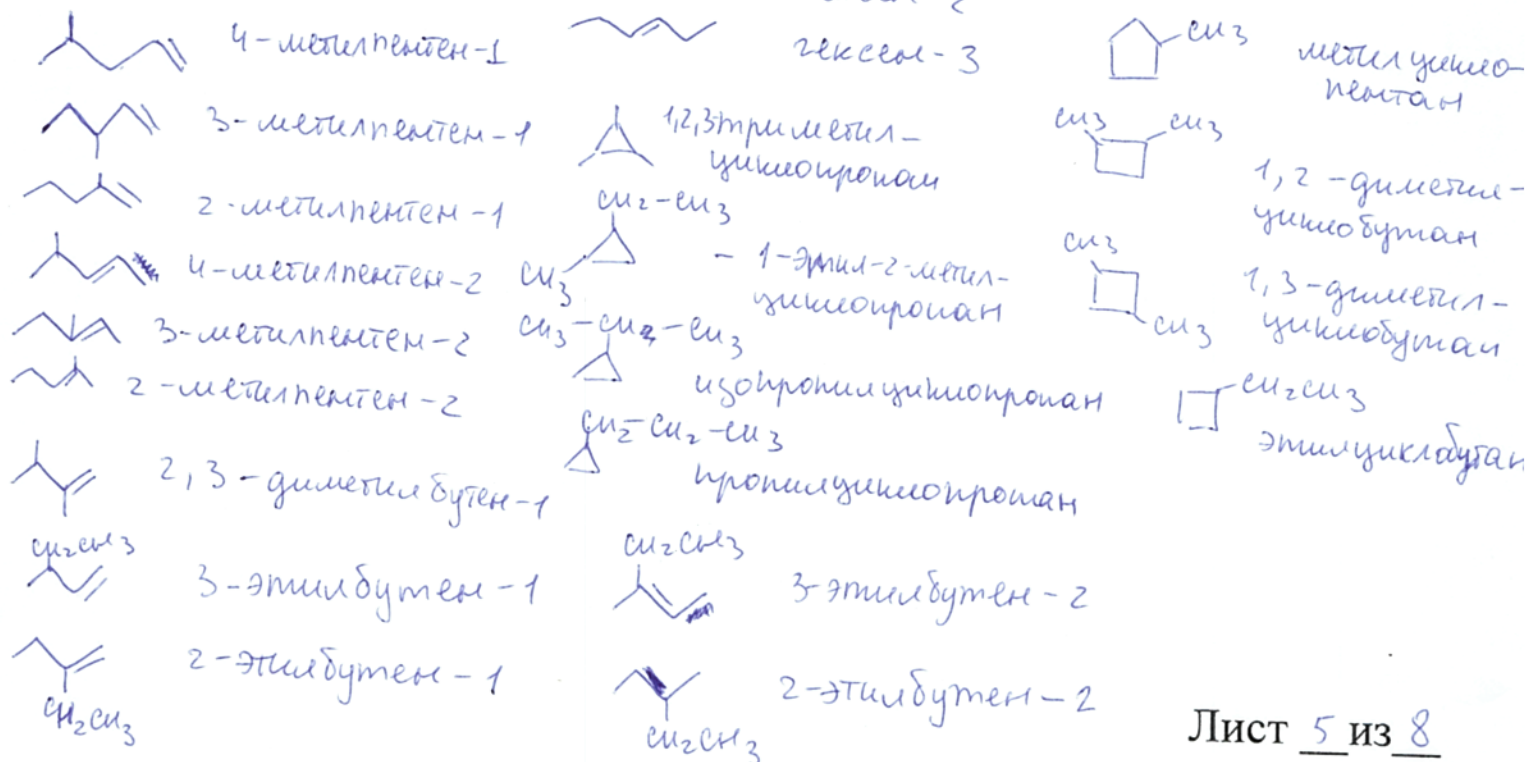
Ответ: 2793 н/сут.

№2.



3,3 - диметилбутен-1

Изомеры в-ва D:
 C_6H_{12}



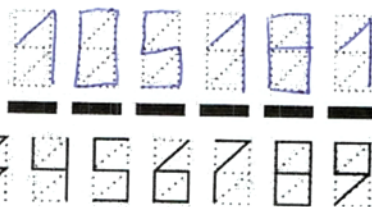


$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$

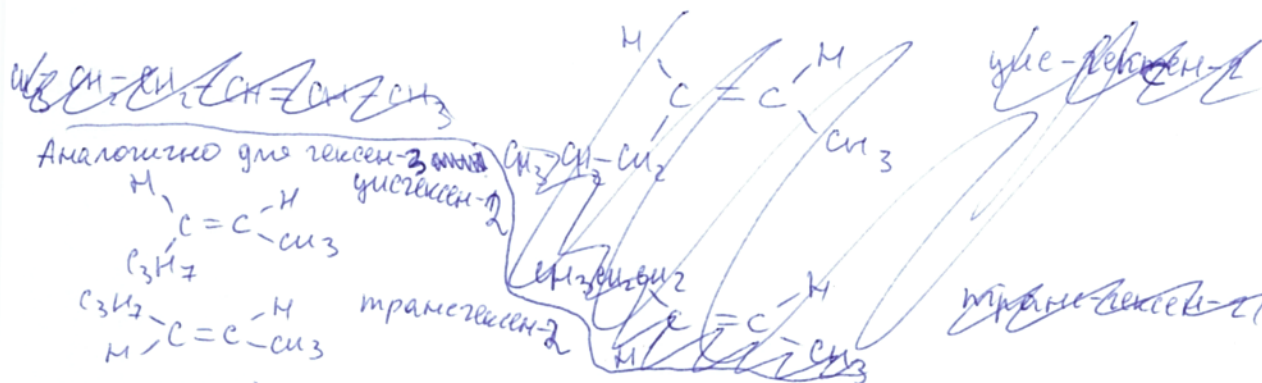


ШИФР



Бланк олимпиадной работы

№2.



D : $\omega(\text{C}) = 85,714\%$ C_xH_y ; $x:y = \frac{\omega(\text{C})}{A_r(\text{C})} : \frac{\omega(\text{H})}{A_r(\text{H})} = \frac{85,714}{12} : \frac{14,286}{1} =$

$D(D) = 3 \Rightarrow \frac{M(\text{H})}{M(\text{CO})} \approx 3$

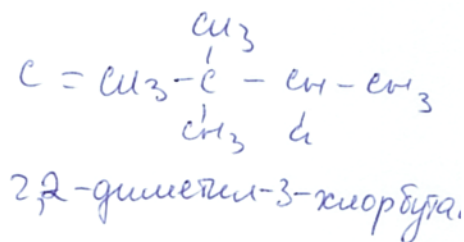
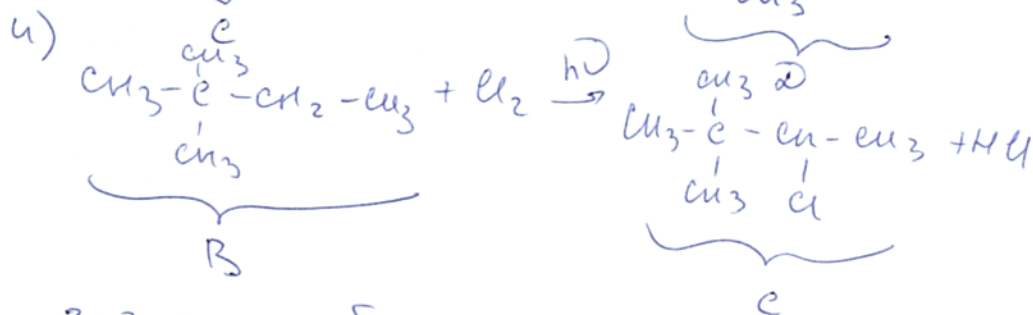
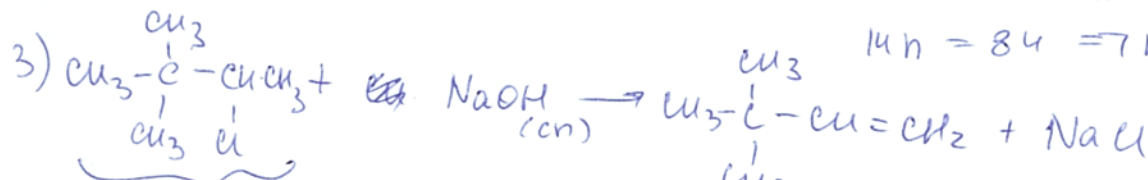
$M(D) = 3 \cdot 28 = 84$ г/моль.

$= 7,14 : 14,286 = 1 : 2$

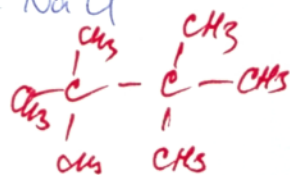
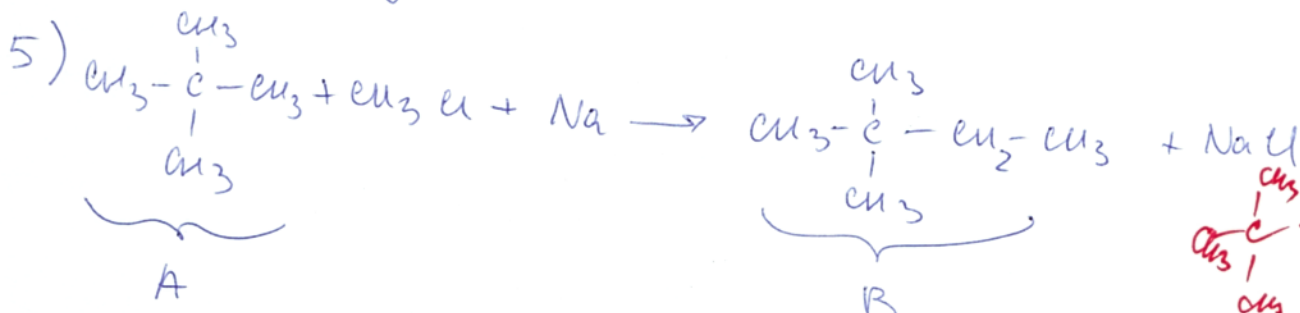


$M = 12n + 2n = 14n$

$14n = 84 \Rightarrow n = 6 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}$



2,2-диметилбутан



2,2-диметилпропан





$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$

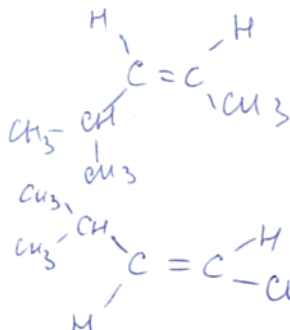
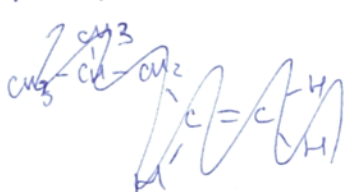


ШИФР



Бланк олимпиадной работы

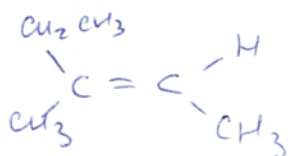
№ 2.



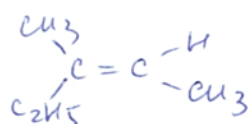
цис-4-метилпентен-2

транс-4-метилпентен-2

Аналогично для 2-, 3-метилпентен-2.



цис-3-этилбутен-2



транс-3-этилбутен-2

Аналогично для 2-этилбутен-2.

№ 1.

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 500 \text{ г}$$

$$m(\text{Fe}) = 20 \text{ г}$$

$$m_2(\text{Анаст.}) = 24 \text{ г}$$

$$\omega_{\text{вех}}(\text{CuSO}_4) = ?$$



$$\Delta m_{\text{м}} = 24 - 20 = 4 \text{ (г)}$$

$$\nu(\text{Fe}) = \frac{m}{M} = \frac{20}{56} = 0,357 \text{ (моль)}$$



$$m_{\text{р1}} = 500 \text{ г (CuSO}_4)$$

$$m_{\text{р2}} = 496 \text{ г (CuSO}_4, \text{FeSO}_4)$$

$$m(\text{Cu}) = 4 \text{ г} \Rightarrow \nu(\text{Cu}) = \frac{m}{M} = \frac{4}{64} = 0,0625 \text{ (моль)}$$

Р-р CuSO₄ используют как удобрение

$$m_{\text{р}}(\text{CuSO}_4) = \nu_{\text{м}} = 0,0625 \cdot 160 = 10 \text{ (г)}$$

Реакция прошла до конца $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{FeSO}_4 - \text{нег.}, \omega_{\text{вех}}(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m_{\text{р1}}(\text{CuSO}_4)} = \frac{10}{500} = 0,02 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega_{\text{вех}}(\text{CuSO}_4) = 2\%$$

Бланк олимпиадной работы

№1.

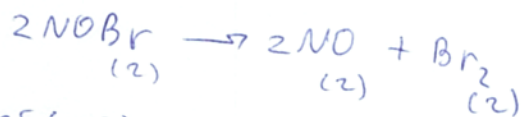
При длительном хранении SiO_2 гидролизуются. Обр. осадок.
 $2\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{SiOH})_2\text{O}_2 \downarrow + \text{H}_2\text{SiO}_4$



II. гидролиз почти не идет

избегать порку раствора можно с помощью хранения в р-ре, который не позволит гидролизироваться SiO_2 , либо будет приводить к обратному гидролизу в ту же соль. Например, хранить р-р SiO_2 в р-ре разбавленной серной к-ты H_2SiO_4 .

№6.



$v_{\text{обр.}}(\text{NO}) = 1,6 \cdot 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$

$v_{\text{р.}} - ?$

$v_{\text{расх.}}(\text{NOBr}) - ?$

$v_{\text{р.}} = k \cdot c(\text{NOBr})^2$; $k = \frac{c(\text{NO})^2 \cdot c(\text{Br}_2)}{c(\text{NOBr})^2} = c(\text{Br}_2)$

по р. $v(\text{NOBr}) : v(\text{NO}) = 1 : 1$

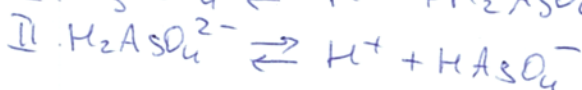
$v_{\text{расх.}}(\text{NOBr}) = v_{\text{обр.}}(\text{NO}) = 1,6 \cdot 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$

$v_{\text{р.}} = 1,6 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{1,6 \cdot 10^{-4}} = 2,024 \cdot 10^{-6} \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$

Ответ: $v_{\text{р.}} = 2,024 \cdot 10^{-6} \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$
 $v_{\text{расх.}}(\text{NOBr}) = 1,6 \cdot 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$

№8.

$c = 0,1 \text{ M}$
 H_3AsO_4
 $[\text{H}^+] - ?$
 $[\text{AsO}_4^{3-}] - ?$
 $[\text{H}_2\text{AsO}_4^{2-}] - ?$



$K_{a1} = \frac{[\text{H}^+]_1 [\text{H}_2\text{AsO}_4^{2-}]}{[\text{H}_3\text{AsO}_4]}$

$K_{a2} = \frac{[\text{H}^+]_2 [\text{HAsO}_4^-]}{[\text{H}_2\text{AsO}_4^{2-}]}$

маленько к-та: $\alpha = \sqrt{K_{a1}}$

3-й разбавленный Оствальда:

$K = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$

$\alpha_1 = \sqrt{\frac{[\text{H}^+]_1 [\text{H}_2\text{AsO}_4^{2-}]}{[\text{H}_3\text{AsO}_4]}}$

$\alpha_2 = \sqrt{\frac{[\text{H}^+]_2 [\text{HAsO}_4^-]}{[\text{H}_2\text{AsO}_4^{2-}]}}$

$[\text{H}^+] = [\text{H}_2\text{AsO}_4^{2-}] = 2,18 \cdot 10^{-7} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$ $[\text{HAsO}_4^-] = 1,7 \cdot 10^{-7}$