



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E=mc^2$$



ШИФР



Бланк олимпиадной работы

Класс 11 Вариант 6 Дата Олимпиады 18.07.2023

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

ОЦЕНКА

(заполняется проверяющим)

Задача	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ		Подпись
											Цифрой	Прописью	
Оценка	20	20	2	10	10	10	10	2			84	Восемьдесят четыре	



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



ШИФР



Бланк олимпиадной работы

№1

Черно-серый осадок В, зеленый крист. сульфат Г, ярко-окрашенный осадок гидроксида А, раств. в аммиаке, не-гидролизный, галогенид Ч раств. в воде с обр. зеленого р-ра $\Rightarrow$ по описанию X - Ni, мода Г - $\text{NiSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

$$\frac{M_{\text{Ni}}}{M_{\text{NiSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}}} = 0,2088$$

$$\frac{58,7}{159,7 + 18n} = 0,2088$$

$$n \approx 4 \Rightarrow \text{Г} - \text{NiSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$$

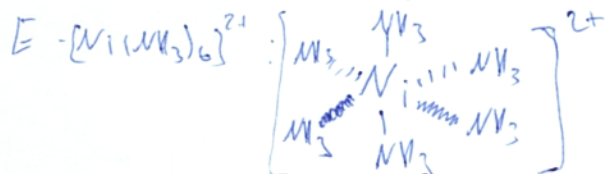
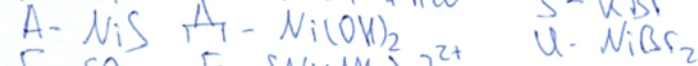
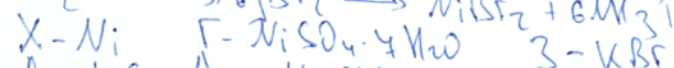
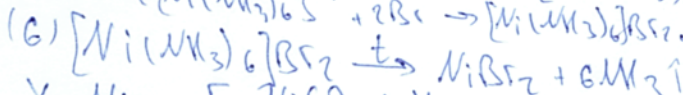
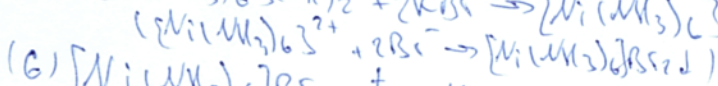
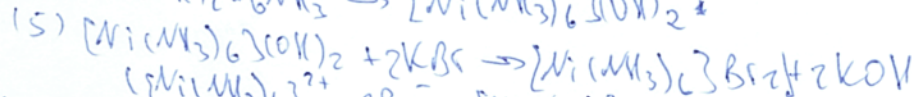
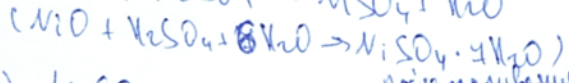
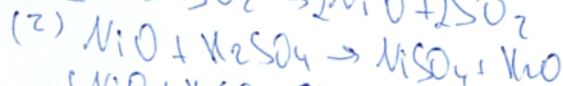
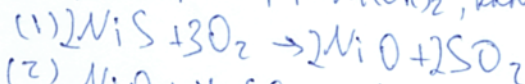
$$3 - \text{KHal}: \frac{M_{\text{KHal}}}{M_{\text{KHal}}} = 0,6414$$

$$\frac{M_{\text{KHal}}}{39 + M_{\text{Hal}}} = 0,6414$$

$$M_{\text{Hal}} \approx 48,8 (\approx \text{Br}) \Rightarrow \text{Hal} - \text{Br}, 3 - \text{KBr}$$

По мода Ж - $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Br}_2$ ($w_{\text{Ni}} = \frac{M_{\text{Ni}}}{M_{[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Br}_2}} = \frac{58,7}{30,5} \approx 0,183 \Rightarrow \text{верно}$), а суммарное Ч - NiBr_2

МБ = $M_{\text{Ni}} \cdot M_{\text{Br}} = 16 \cdot 4 \approx 64 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{Б} - \text{SO}_2$, мода А - NiS , В - NiO
ярко-окраш., А - $\text{Ni}(\text{OH})_2$, катион Е - $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ (м.к. обр. эквивалентное (соед. SO_2 и NiO)



2 из 5

Лист 1 из 4



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

$$E = mc^2$$

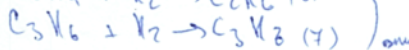
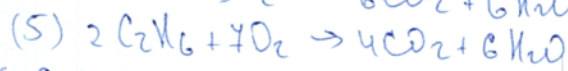
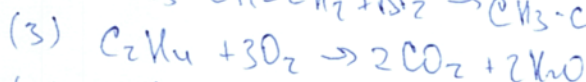
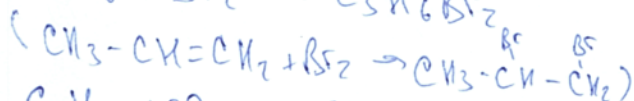
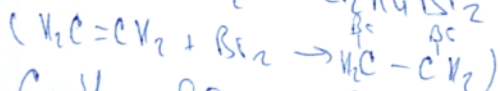


ШИФР



Бланк олимпиадной работы

1/2



(6): $V_{\text{H}_2(6)} = V_{\text{C}_2\text{H}_4}$ (по условию $V_{\text{H}_2} = V_{\text{C}_2\text{H}_4}$)
 (7): $V_{\text{H}_2(7)} = V_{\text{C}_3\text{H}_6}$ (по условию $V_{\text{H}_2} = V_{\text{C}_3\text{H}_6}$)
 (8): $V_{\text{H}_2(8)} = V_{\text{C}_2\text{H}_6}$ (по условию $V_{\text{H}_2} = V_{\text{C}_2\text{H}_6}$)

(6): $V_{\text{C}_2\text{H}_4(6)} = V_{\text{C}_2\text{H}_4} \Rightarrow V_{\text{C}_2\text{H}_4} + V_{\text{C}_3\text{H}_6} = V_{\text{C}_2\text{H}_4(6)} + V_{\text{C}_3\text{H}_6} = V_{\text{C}_2\text{H}_6} = 5,6 \text{ л}$

Кислорода было избыток или недостаток? $\Rightarrow$ Будем считать расчеты по кислороду.

(3): $V_{\text{CO}_2(3)} = 2V_{\text{C}_2\text{H}_4}$
 (4): $V_{\text{CO}_2(4)} = 3V_{\text{C}_3\text{H}_6}$
 $\Rightarrow V_{\text{CO}_2(3)} + V_{\text{CO}_2(4)} = 2(V_{\text{C}_2\text{H}_4} + V_{\text{C}_3\text{H}_6}) = 2 \cdot 5,6 \text{ л} = 11,2 \text{ л}$

$V_{\text{CO}_2(4)} = V_{\text{CO}_2} - (V_{\text{CO}_2(3)} + V_{\text{CO}_2(5)}) = 23,52 \text{ л} - 11,2 \text{ л} = 12,32 \text{ л}$

(4) $V_{\text{C}_3\text{H}_6} = \frac{1}{3} V_{\text{CO}_2(4)} = \frac{1}{3} \cdot 12,32 \text{ л} = 4,11 \text{ л}$

$V_{\text{C}_2\text{H}_4} = (V_{\text{C}_2\text{H}_4} + V_{\text{C}_3\text{H}_6}) - V_{\text{C}_3\text{H}_6} = 5,6 \text{ л} - 4,11 \text{ л} = 1,49 \text{ л}$

$V_{\text{C}_2\text{H}_6} = (V_{\text{C}_2\text{H}_4} + V_{\text{C}_3\text{H}_6}) - V_{\text{C}_2\text{H}_4} = 5,6 \text{ л} - 1,49 \text{ л} = 4,11 \text{ л}$

$\varphi_{\text{C}_3\text{H}_6} = \frac{V_{\text{C}_3\text{H}_6}}{V_{\text{см}}} = \frac{4,11 \text{ л}}{10,08 \text{ л}} \approx 0,408 \text{ (40,8\%)}$

$\varphi_{\text{C}_2\text{H}_4} = \frac{V_{\text{C}_2\text{H}_4}}{V_{\text{см}}} = \frac{1,49 \text{ л}}{10,08 \text{ л}} \approx 0,148 \text{ (14,8\%)}$

$\varphi_{\text{C}_2\text{H}_6} = \frac{V_{\text{C}_2\text{H}_6}}{V_{\text{см}}} = \frac{4,11 \text{ л}}{10,08 \text{ л}} \approx 0,408 \text{ (40,8\%)}$

(9) $V_{\text{H}_2} = 5,6 \text{ л}$, $V_{\text{C}_2\text{H}_4} + V_{\text{C}_3\text{H}_6} = 5,6 \text{ л} \Rightarrow \text{Br}_2$ прореагировал полностью

$V_{\text{C}_2\text{H}_4} = \frac{V}{V_{\text{см}}} = 0,148$

$V_{\text{C}_3\text{H}_6} = \frac{V}{V_{\text{см}}} = 0,408$

$V_{\text{Br}_2} = \frac{m_{\text{Br}_2}}{M} = \frac{400 \cdot 0,1}{160} = 0,25 \text{ моль}$

$V_{\text{C}_2\text{H}_4} + V_{\text{Br}_2} = V_{\text{C}_2\text{H}_4} = 0,148 \text{ моль} \Rightarrow M_{\text{C}_2\text{H}_4} + V_{\text{Br}_2} = 0,148 \cdot 28 = 4,14 \text{ г}$

$V_{\text{C}_3\text{H}_6} + V_{\text{Br}_2} = V_{\text{C}_3\text{H}_6} = 0,408 \text{ моль} \Rightarrow M_{\text{C}_3\text{H}_6} + V_{\text{Br}_2} = 0,408 \cdot 42 = 17,14 \text{ г}$

Ответ: $\varphi_{\text{C}_3\text{H}_6} = 40,8\%$, $\varphi_{\text{C}_2\text{H}_4} = 14,8\%$, $\varphi_{\text{C}_2\text{H}_6} = 40,8\%$

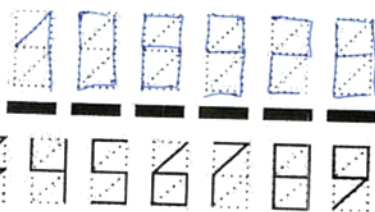


$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



ШИФР



Бланк олимпиадной работы

№ 4



$\text{F}^{0-\text{F}}$ - 7 связей 0-5

$$Q = 2E_{\text{св. O-F}} - \frac{1}{2}E_{\text{св. O}_2} - E_{\text{св. F}_2} \Rightarrow E_{\text{св. O-F}} = \frac{Q + E_{\text{св. F}_2} + \frac{1}{2}E_{\text{св. O}_2}}{2} = \frac{27 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} + 159 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} + \frac{1}{2} \cdot 498 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}}{2} = 215 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

Ответ: $E_{\text{св. O-F}} = 215 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$ +

№ 5

$$V_{\text{NH}_3} = V_{\text{N}} = V_{\text{NH}_3} = \frac{V_{\text{H}}}{V_{\text{H}}} = \frac{0,85 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} \approx 0,038 \text{ моль} \Rightarrow M_{\text{NH}_3} = V \cdot M = 0,038 \text{ моль} \cdot 17 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 0,647 \text{ г}$$

$$V_{\text{Fe}^{3+}} = V_{\text{Fe}} = 2V_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 2 \cdot \frac{M_{\text{Fe}_2\text{O}_3}}{M_{\text{Fe}_2\text{O}_3}} = \frac{2 \cdot 32}{160 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} \approx 0,038 \text{ моль} \Rightarrow M_{\text{Fe}^{3+}} = V \cdot M = 0,038 \text{ моль} \cdot 56 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 2,128 \text{ г}$$

$$\Rightarrow V_{\text{NH}_4^+} : V_{\text{Fe}^{3+}} = 1 : 1$$

$$2V_{\text{SO}_4^{2-}} = V_{\text{NH}_4^+} + 3V_{\text{Fe}^{3+}} \text{ (м.к. молекула электронейтральна)}$$

$$V_{\text{SO}_4^{2-}} = \frac{V_{\text{NH}_4^+} + 3V_{\text{Fe}^{3+}}}{2} = \frac{0,038 \text{ моль} \cdot 4}{2} = 0,076 \text{ моль} \Rightarrow M_{\text{SO}_4^{2-}} = V \cdot M = 0,076 \text{ моль} \cdot 96 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 7,296 \text{ г}$$

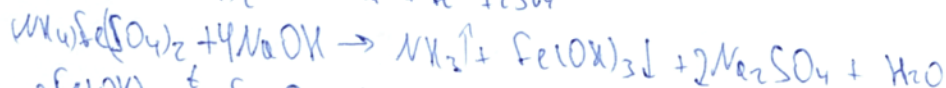
$$M_{\text{H}_2\text{O}} = M_{\text{в. в.}} - (M_{\text{Fe}^{3+}} + M_{\text{NH}_4^+} + M_{\text{SO}_4^{2-}}) = 18,32 - (0,647 + 2,128 + 0,647 + 7,296) \approx 8,192$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{M_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{8,192}{18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} \approx 0,455 \text{ моль}$$



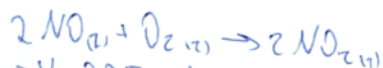
$$x : y : z : n = V_{\text{NH}_4^+} : V_{\text{Fe}^{3+}} : V_{\text{SO}_4^{2-}} : V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,038 : 0,038 : 0,076 : 0,455 = 1 : 1 : 2 : 12$$

$$\Rightarrow (M_{\text{NH}_4})_1 (M_{\text{Fe}})_1 (M_{\text{SO}_4})_2 \cdot 12 H_2O$$



Ответ: $M_{\text{NH}_4}\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ +

№ 6



$$PV = \nu RT \quad | : V$$

$$P = CRT \Rightarrow P_{\text{NO}} = C_{\text{NO}} \cdot RT, P_{\text{O}_2} = C_{\text{O}_2} \cdot RT$$

$$\delta_1 = P_{\text{NO}}^2 \cdot P_{\text{O}_2} = (C_{\text{NO}} \cdot RT)^2 \cdot (C_{\text{O}_2} \cdot RT) = C_{\text{NO}}^2 \cdot C_{\text{O}_2} (RT)^3$$

$$\delta_2 = \left(\frac{C_{\text{NO}}}{2}\right)^2 \cdot C_{\text{O}_2} (RT)^3$$

$$\delta_1 = \delta_2 \Rightarrow C_{\text{NO}}^2 \cdot C_{\text{O}_2} (RT)^3 = \frac{C_{\text{NO}}^2}{4} \cdot C_{\text{O}_2} (RT)^3 \quad | : (C_{\text{NO}}^2 \cdot RT)^3$$

$$C_{\text{O}_2} = \frac{C_{\text{O}_2}}{4} \Rightarrow C_{\text{O}_2} = 4C_{\text{O}_2}$$

Ответ: увеличить в 4 раза



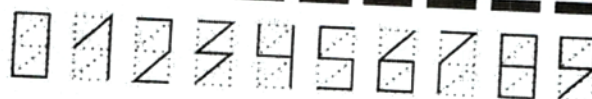
ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

$$E = mc^2$$



ШИФР



Бланк олимпиадной работы

N7

$$PV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{PV}{\nu R} = \frac{9 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot (850 \cdot 10^{-6}) \text{ м}^3}{0,5 \text{ моль} \cdot 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}} \approx 206 \text{ К}$$

$$(850 \text{ м}^3 = 850 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3)$$

+

$$(t = -64^\circ \text{C})$$

$$\text{Ответ: } T = 206 \text{ К.}$$

N8



$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]}$$



$$\begin{array}{l} \text{дано: } 0,1 \\ \text{примем: } 0,1 \\ \text{смысл: } 0,1 - 0,12 \quad 0,12 \quad 0,12 \Rightarrow K = \frac{0,12 \cdot 0,12}{0,1 - 0,12} \end{array}$$

$$0,12 \ll 0,1, \text{ т.к. } \text{HCN} \text{ — слабая к-та} \Rightarrow \text{можно пренебречь} \Rightarrow K = \frac{0,12 \cdot 0,12}{0,1} = 0,12^2$$

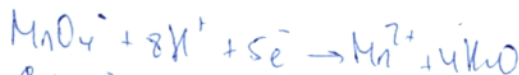
$$\alpha_{\text{ион.}} = \sqrt{7,2 \cdot 10^{-10}} / 0,1 = \sqrt{7,2 \cdot 10^{-9}} = 8,5 \cdot 10^{-5} = 0,0085\%$$

$$c \cdot \alpha = [\text{H}^+] = [\text{CN}^-] = 8,5 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{Ответ: } \alpha = 3,2\sqrt{K}$$

$$\alpha \approx 0,12 \quad \alpha = \sqrt{\frac{K}{0,1}} \approx 3,2\sqrt{K}, \text{ где } K - \text{константа ионизации}$$

N3



$$c(\text{MnO}_4^-) = 10^{-5} \text{ М}$$

$$c(\text{Mn}^{2+}) = 10^{-2} \text{ М}$$

$$c(\text{H}^+) = 0,2 \text{ М (рН} \approx 0,4)$$

$$E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = E_0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{c(\text{MnO}_4^-)}{c(\text{Mn}^{2+})}$$

$$E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = \frac{0,059}{5} \cdot \lg \frac{10^{-5}}{10^{-2}} = 0,0354 \text{ В} \approx 0,035 \text{ В}$$

$$\text{Ответ: } E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = 3,41 \text{ В} / 0,0354 \text{ В}$$

$$E_{\text{MnO}_4^-/\text{H}_2\text{O}} = E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} + E_{\text{H}^+/\text{H}_2\text{O}}$$

$$E = 1,51 + (0,059/5) \lg(10^{-5} \cdot 0,2 / 10^{-2}) = 1,46 \text{ В.}$$