



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Сергиева Тригория Петровна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

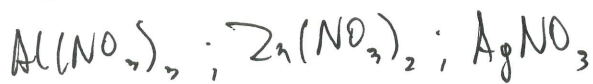
Дата
«01» марта 2026 года

Подпись участника
Серг

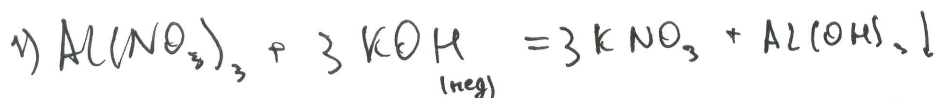
19-65-23-65
(39.3)

Б1,5

Зисловик



можно различить щелочью, например КОН



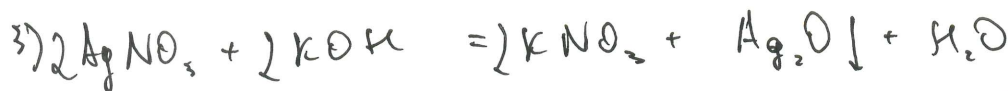
при КОН в недостатке выпадает белый осадок $Al(OH)_3$



при КОН в избытке осадок $Al(OH)_3$ растворяется



выпадает белый осадок $Zn(OH)_2$ КОН ?



выпадает черный осадок Ag_2O

Б2,5

Дано:

$Q_{CH_4} = 779,9 \frac{кДж}{моль}$

$Q_{C_2H_6} = 652,3 \frac{кДж}{моль}$

$Q_{C_3H_8} = 518,4 \frac{кДж}{моль}$

$Q_{C_4H_{10}} = 388,9 \frac{кДж}{моль}$

$Q_{пропан} = 2Q_{CH_4} + Q_{C_2H_6} = 2212,7 \frac{кДж}{моль}$

$Q_{н-бутан} = 2Q_{CH_4} + 2Q_{C_2H_6} = 2864,4 \frac{кДж}{моль}$

т.к. в летней смеси 40% пропана и 60% н-бутана в смеси, тогда:

$Q_{л} = 0,4 \cdot Q_{пропан} + 0,6 \cdot Q_{н-бутан} =$

$= 0,4 \cdot 2212,7 + 0,6 \cdot 2864,4 = 2603,48 \frac{кДж}{моль}$

в зимней смеси 75 мол.% пропана и 25 мол.% н-бут.

тогда: $Q_3 = 0,75 \cdot Q_{пропан} + 0,25 \cdot Q_{н-бут} = 0,75 \cdot 2212,7 + 0,25 \cdot 2864,4 =$

$= 2375,175 \frac{кДж}{моль} \checkmark$

Решение
краткое

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

98
договоренность

Б2.5 (продолжение)

Тестовик

$$Q_1 = 2603,48 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$Q_3 = 2375,175 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$2607,48 = 2375,175 = 228,305 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$Q_1 > Q_3 \text{ на } 228,305 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

Необходимость смены топлива обусловлена разницей температур в летнее и зимнее время.

Б4.2

Дано:

$$T_{1/2} = 5730 \text{ лет}$$

$$\text{Пусть активность } ^{14}\text{C} = L, \text{ тогда } L_* = 15 \frac{\text{расп}}{\text{мин} \cdot \text{г}}$$

$$L_{\text{картинки}} = 14,87 \frac{\text{расп}}{\text{мин} \cdot \text{г}}$$

$$L \sim N_* \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}} \Rightarrow L_* \sim N_* \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{L_*}{L_{\text{картинки}}} = 2^{\frac{t}{T_{1/2}}} \cdot \frac{15}{14,87} = 2^{\frac{t}{5730}} \Rightarrow t = \frac{5730 \cdot \ln \frac{15}{14,87}}{\ln 2} = 72 \text{ года}$$

Клоз Моше ~~умер~~ если картина была написана 72 года назад, а Клоз Моше умер 100 лет назад, значит картина — подделка.

Б5.5

Дано:



$$C \sim \frac{1}{V} \Rightarrow C_2 = 3C_1$$

$$T_1 = 323^\circ \text{K}$$

$$T_2 = 290^\circ \text{K}$$

$$V_2 = \frac{V_1}{3}$$

$$V_2 = 2V_1$$

$$V = [A]^2 \cdot A \cdot e^{\frac{-E_a}{RT}}$$

$$V_1 = C_1^2 \cdot A \cdot e^{\frac{-E_a}{RT_1}}$$

$$V_2 = \frac{1}{3} C_1^2 \cdot A \cdot e^{\frac{-E_a}{RT_2}}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{9} e^{\frac{E_a}{RT_2} - \frac{E_a}{RT_1}} = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

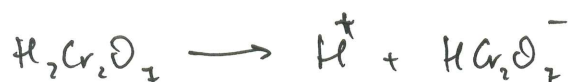
$$\Rightarrow \frac{E_a}{8,314} \left(\frac{1}{290} - \frac{1}{323} \right) = \ln 4,5 \Rightarrow E_a = \frac{8,314 \ln 4,5}{\frac{1}{290} - \frac{1}{323}} =$$

$$= 35494,9 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} = 35,49 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

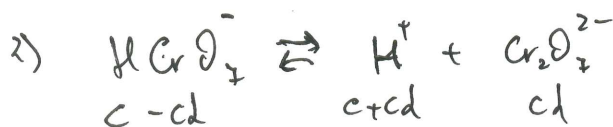
$$\text{Дано } \alpha = 6\% = 0,06$$

Числовик

1) Т.к. диссоциация по первой ступени 100%:



Пусть была концентрация $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = c$, тогда $c_{\text{H}^+ \text{ по I}} = c = c_{\text{HCr}_2\text{O}_7^- \text{ по I}}$



HCr_2O_7^- диссоциировало $c \cdot \alpha \Rightarrow c_{\text{HCr}_2\text{O}_7^- \text{ по II}} = c - cl$

$$c_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = cl, \quad c_{\text{H}^+ \text{ по II}} = c + cl$$

$$K_{\text{HCr}_2\text{O}_7} = 2,3 \cdot 10^{-2} = \frac{(c + cl) \cdot cl}{c - cl} = \frac{c^2 \cdot 1,06 \cdot 0,06}{c(1 - 0,06)}$$

$$= \frac{c^2 \cdot 1,06 \cdot 0,06}{c \cdot 0,94} = \frac{c \cdot 1,06 \cdot 0,06}{0,94} = 2,3 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \boxed{c = 0,34 \frac{\text{моль}}{\text{л}}}$$

$$\text{pH} = -\lg(c + cl) = -\lg(0,34 + 0,34 \cdot 0,06) = \boxed{0,44}$$

Д7,5

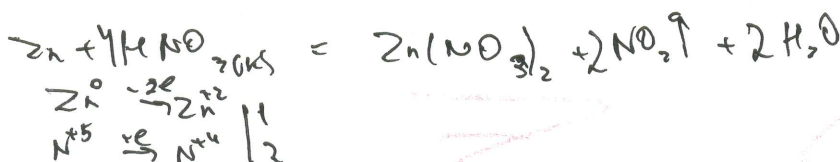
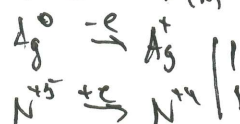
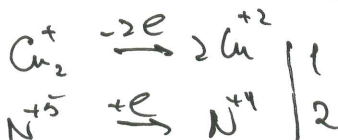
$$m_{\text{смет}} = 103 \text{ г}$$

$$\Delta m_1 = 85 \text{ г}$$

$$V_1 = 4,48 \text{ л}$$

$$\Delta m_2 = 41,8 \text{ г}$$

$$m_{\text{CuO}}, m_{\text{Ag}}, m_{\text{SiO}_2}, m_{\text{Zn}}?$$



С HNO_3 (продолжение) не прореагировало только $\text{SiO}_2 \Rightarrow m_{\text{SiO}_2} = m - \Delta m_2$

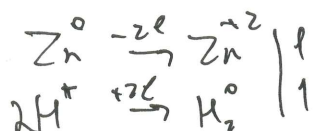
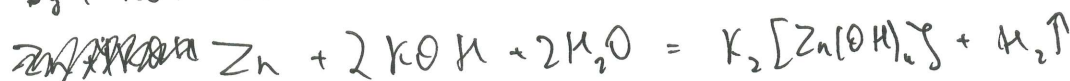
$$= 103 - 85 = \boxed{18 \text{ г}} \quad \checkmark$$

Зистовак

II $\text{Cu}_2\text{O} + \text{KOH}$ не идёт



$\text{Ag} + \text{KOH}$ не



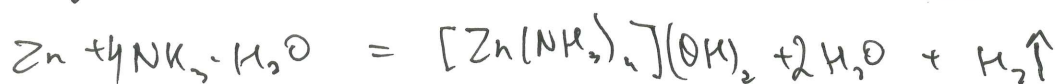
Раз выделяется только в р-ции Zn & $\text{KOH} \Rightarrow \text{Zn} = \text{H}_2$

$$= \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль} \Rightarrow m_{\text{Zn}} = 0,2 \cdot 65 = \boxed{13 \text{ г}} \quad \checkmark$$



$\text{SiO}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ не идёт

$\text{Ag} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ не идёт



т.к. SiO_2 и Ag с $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ не реагируют $\Rightarrow m_{\text{Ag}} + m_{\text{SiO}_2} =$

$$= m_{\text{смеси}} - \Delta m_2 = 103 - 41,8 = 61,2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\text{Ag}} = m_{\text{смеси}} - \Delta m_2 - m_{\text{SiO}_2} = 61,2 - 18 = \boxed{43,2 \text{ г}} \quad \checkmark$$

$$\text{IV} \quad m_{\text{Cu}_2\text{O}} = m_{\text{смеси}} - m_{\text{SiO}_2} - m_{\text{Zn}} - m_{\text{Ag}} = 103 - 18 - 13 - 43,2 =$$

$$= 28,8 \text{ г} \quad \checkmark$$

Итого:

$$m_{\text{SiO}_2} = 18 \text{ г}$$

$$m_{\text{Zn}} = 13 \text{ г}$$

$$m_{\text{Ag}} = 43,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{Cu}_2\text{O}} = 28,8 \text{ г}$$

8,4

Зистовик

1) Т.к $\downarrow$ A 85,4% C по т $\Rightarrow A \equiv C_n H_{2n}$ ~~2) Определить, какой функциональный карбоновый имеет~~A $\rightarrow$ B : бромированиеB $\rightarrow$ C : получение краткой связиC $\rightarrow$ D : окисление до карбоновой к-тыD $\rightarrow$ E : получение серебряной соли карб. к-тыE $\rightarrow$ F : замещение карбоксильной группы на Br2) Определим состав F : ~~Вывести~~ F $\equiv$ бромалканI если F содержит один атом Br : F $\equiv C_n H_{2n+1} Br$

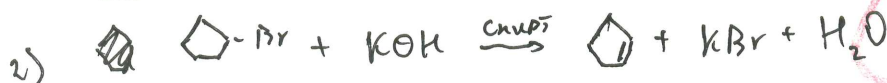
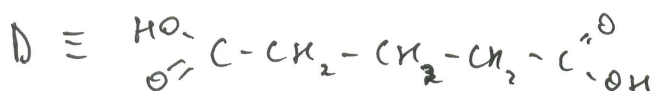
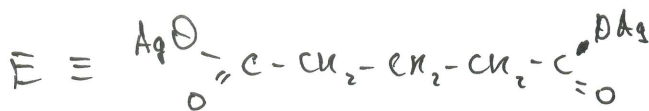
$$\frac{80}{12n + 2n + 81} = 0,7921 \Rightarrow 14n = 15,84 \Rightarrow n = 1,44$$

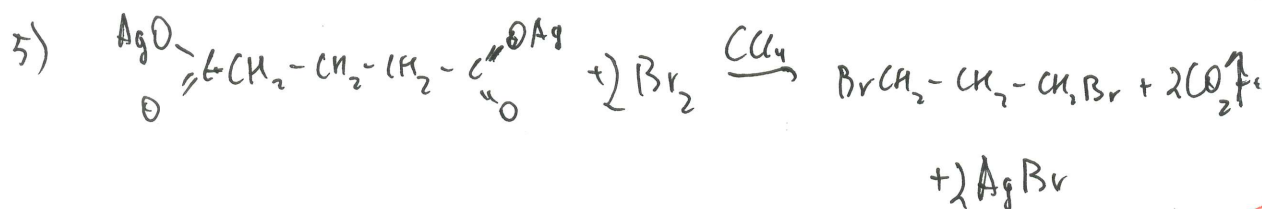
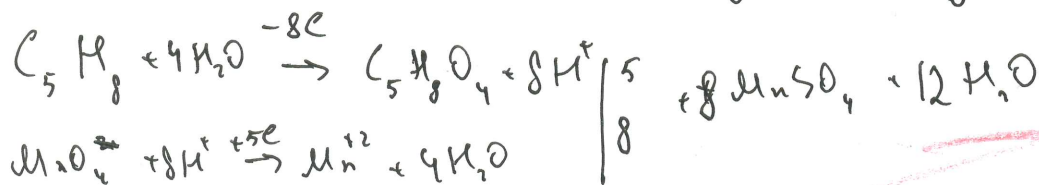
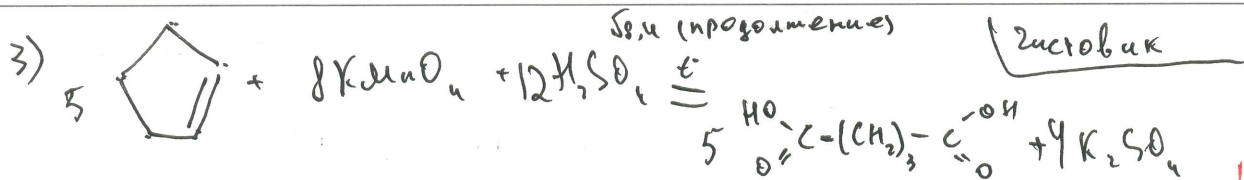
(не подходит)

II если F содержит 2 атома Br : F $\equiv C_n H_{2n} Br_2$

$$0,7921 = \frac{160}{14n + 160} \quad 11,09n + 126,736 = 160$$

$$n = 3 \Rightarrow \checkmark$$

 $\Rightarrow F \equiv BrCH_2 - CH_2 - CH_2 - Br \Rightarrow$ если идти в обратную сторону, становится ясно, что




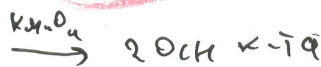
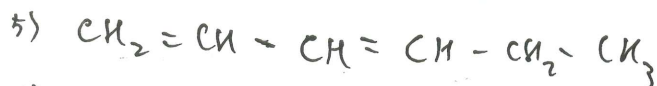
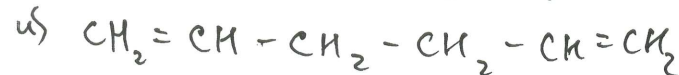
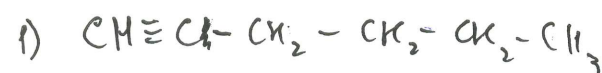
Ученик N — Бородин — был композитором

БЗ.5

A, B, C :	C	H
по m	87,8	12,2
по n	7,32	12,2
	1	$\frac{5}{3}$
	6	10

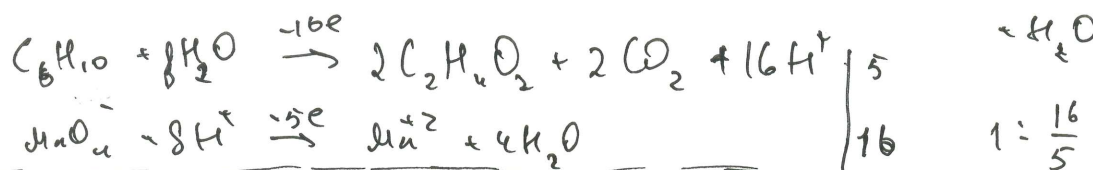
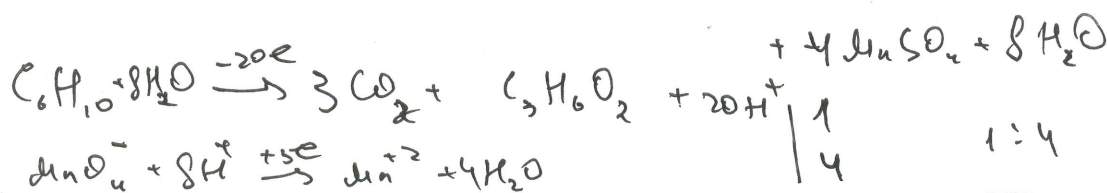
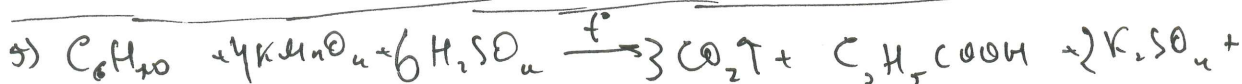
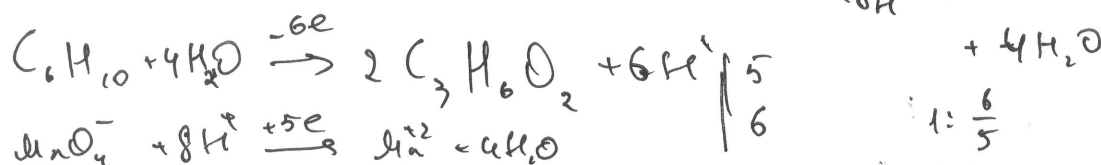
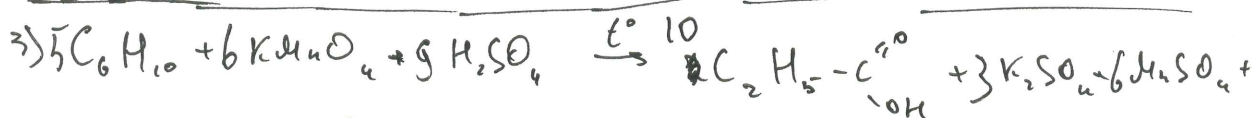
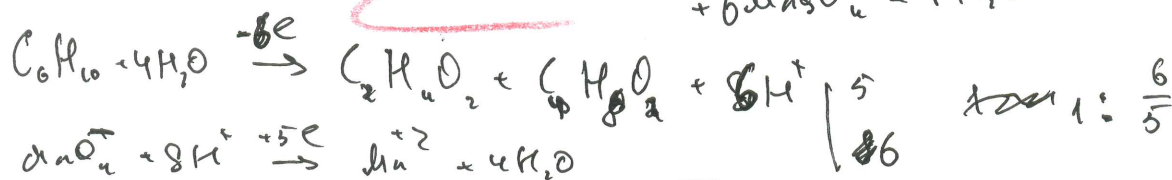
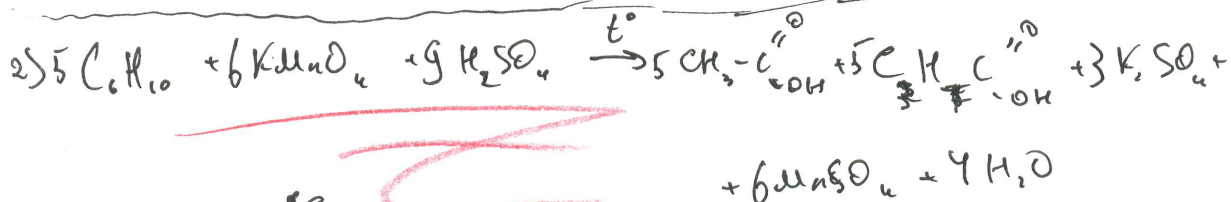
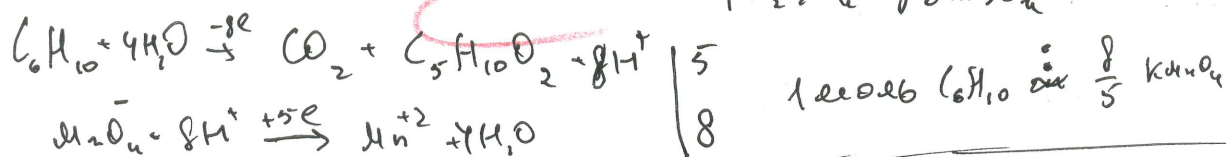
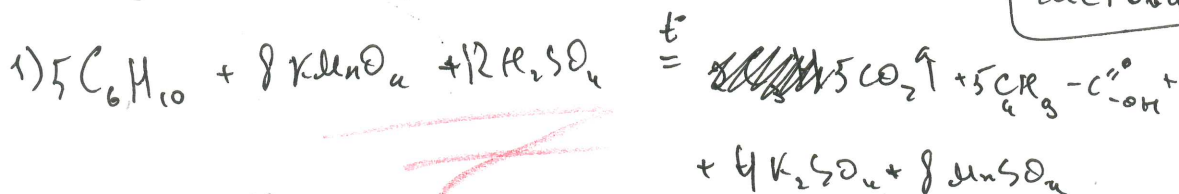
$\Rightarrow A \equiv B \equiv C \equiv \text{C}_6\text{H}_{10}$

Возможные строения A, B и C :



БЗ.5 (продолжение)

Листовик



расчитаем отношение $KMnO_4$ при разных C_6H_{10} :

$$\frac{8}{5} : \frac{6}{5} : 4 : \frac{16}{5} \quad 1.5$$

$$8 : 6 : 20 : 16$$

$$4 : 3 : 10 : 8$$

$$A : B : C$$

$$500 : 200 : 150$$

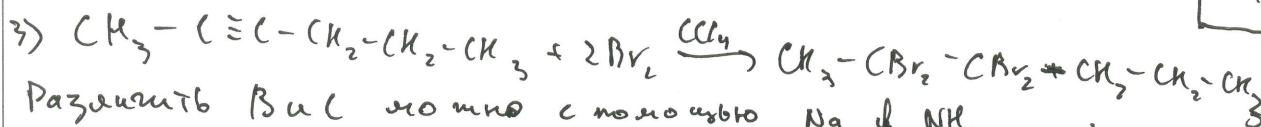
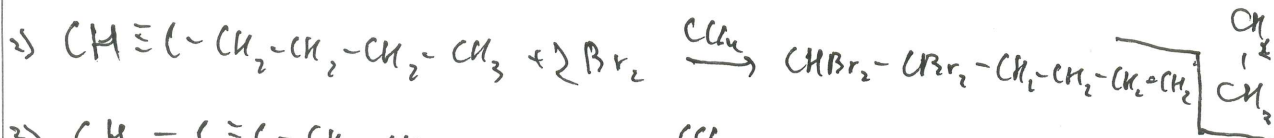
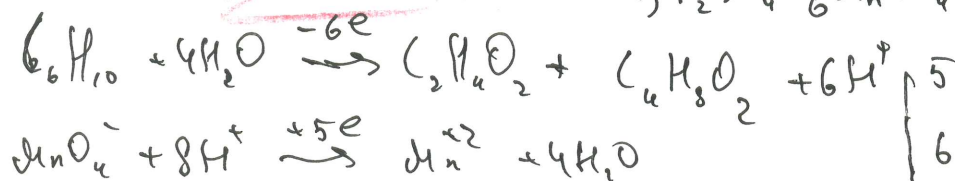
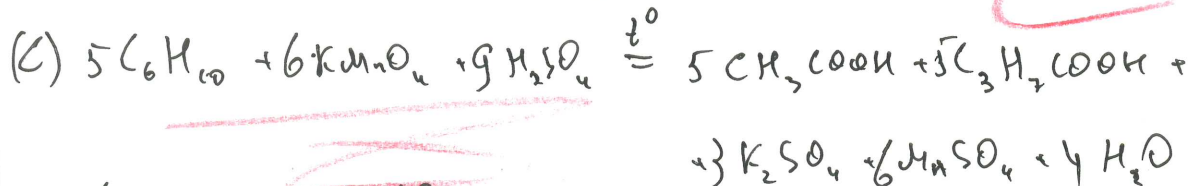
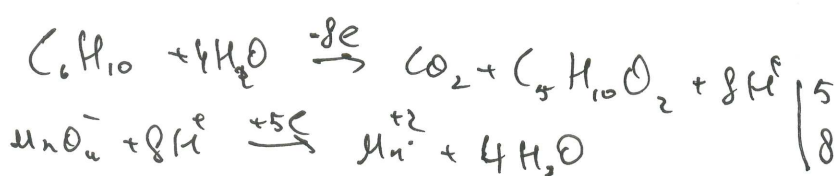
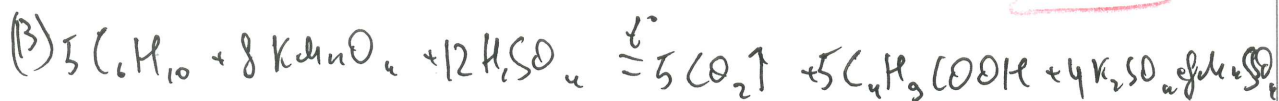
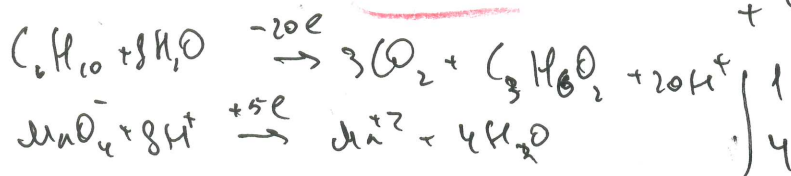
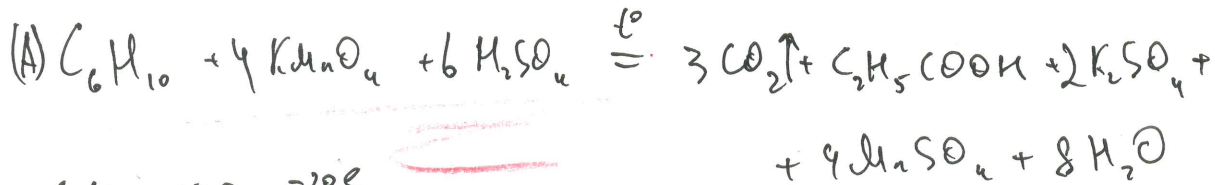
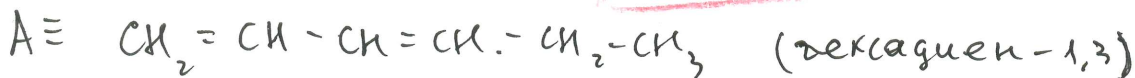
$$50 : 20 : 15 \Rightarrow$$

$$10 : 4 : 3$$

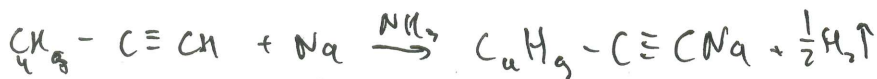
$$\Rightarrow A \equiv (5) ; B \equiv (1) ; C \equiv (2 \text{ или } 3)$$

БЗ.5 (продолжение)

(Листовик)

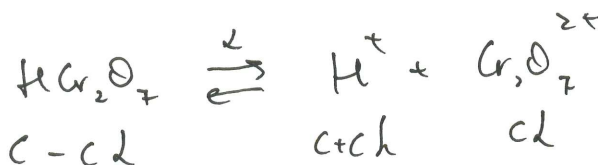
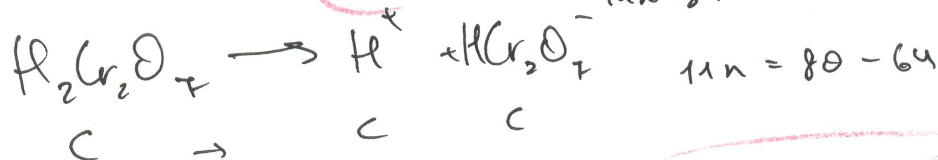


Различить B и C можно с помощью Na в NH_3 (р-р):



Зертсовик / 8.4

$$\frac{80}{100+81} = 0,4921$$

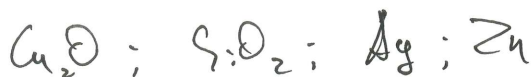


$$d = 0,06 \quad K = \frac{c(1+d) \cdot d}{d(1-d)} = \frac{c(1,06) \cdot 0,06}{0,94} = 7,3 \cdot 10^{-2}$$

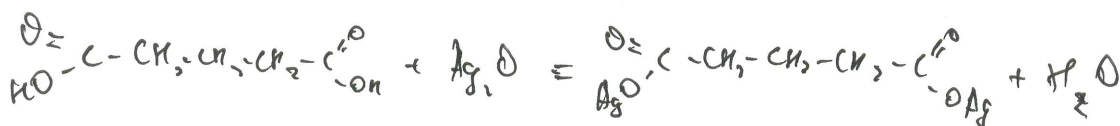
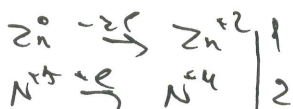
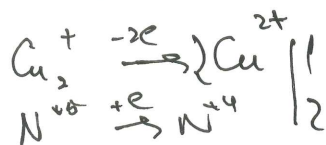
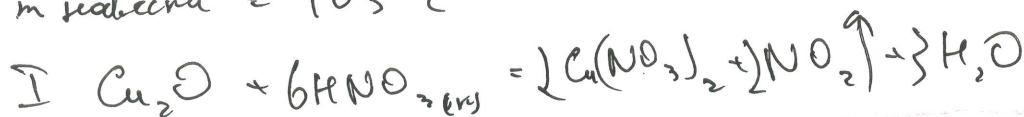
$$c = \frac{7,3 \cdot 10^{-2} \cdot 0,94}{1,06 - 0,06} = 0,34 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\lg(c + cd) = -\lg(0,34 + 0,34 \cdot 0,06) = -0,44$$

8.5

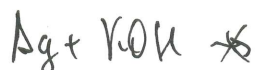
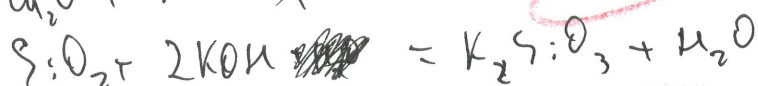


$$m_{\text{набески}} = 103 \text{ г}$$



Стр. 5 продолжение

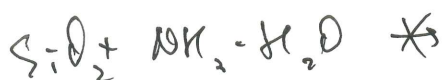
(Зерновик)



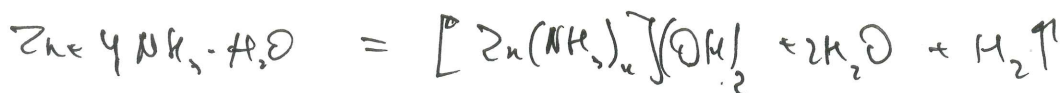
~~Зерновик~~



$n_{\text{H}_2} = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль} \Rightarrow n_{\text{Zn}} = 0,2 \text{ моль} \quad m_{\text{Zn}} = 0,2 \cdot 65 = 13 \text{ г}$



$50 : 20 : 15$
 $10 : 4 : 3$
 $4 : \frac{8}{5} : \frac{6}{5}$



$m_{\text{SiO}_2} + m_{\text{Ag}} = 103 - 41,8 = 61,2 \text{ г} = 18 + m_{\text{Ag}} \Rightarrow$

$\Rightarrow m_{\text{Ag}} = 43,2 \text{ г}$

$m_{\text{Cu}_2\text{O}} = 103 - 43,2 - 18 - 13 = 28,8 \text{ г}$

$\frac{80}{144 + 81} = 0,7921$

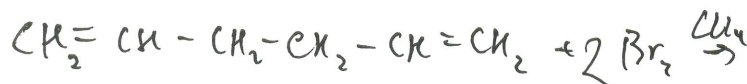
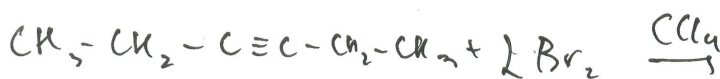
$11n + 64,16 = 80 \quad n = 1,44$

$\frac{160}{144 + 160} = 0,7921$

$\frac{16}{5} : 4 : \frac{6}{5} : \frac{8}{6} : 1,5$

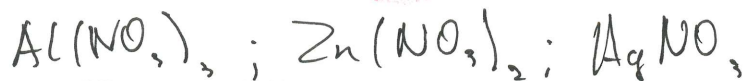
$16 : 20 : 6 : 8$

$11n + 126,74 = 160 \quad n = 3 \quad 8 : 10 : 3 : 4$



Зертровка

Б1.5



Б2.5

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ $Q_8 = 2 \cdot 652,3 + 2 \cdot 779,9 = 2864,4 \frac{kJ}{моль}$
 $-CH_3-CH_2-CH_3$ $Q_7 = 652,2 + 2 \cdot 779,9 = 2212,2 \frac{kJ}{моль}$

З: $\frac{3}{4}n$ - пропан

А: $\frac{2}{5}n$ - пропан

$\frac{1}{4}n$ - бутан

$\frac{3}{5}n$ - бутан

З: $n = 1$ моль:

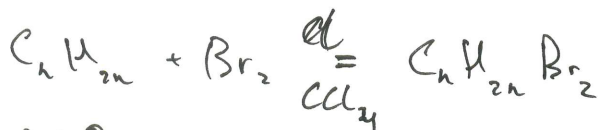
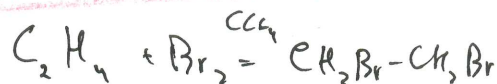
$Q_8 = \frac{3}{4} \cdot Q_n + \frac{1}{4} \cdot Q_8 = 1659,15 + 116,1 = 2375,25 \frac{kJ}{моль}$

$Q_n = \frac{2}{5} \cdot 2212,2 + \frac{3}{5} \cdot 2864,4 = 884,88 + 1718,64 = 2603,52 \frac{kJ}{моль}$

$Q_n > Q_8$ на $228,27 \frac{kJ}{моль}$

смена состава обусловлена разн. температурой окружающей среды.

Б3.5



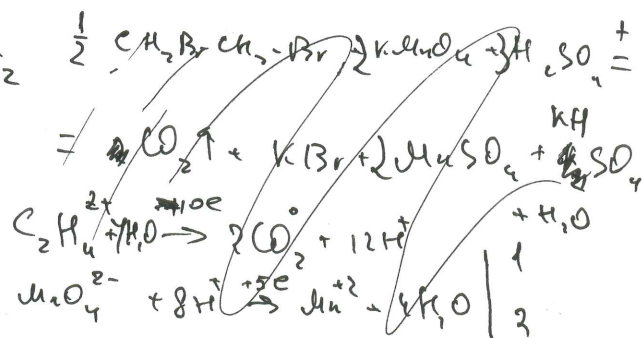
87,8 и 12,2 по m

7,32 и 12,2 по n

1 и $1\frac{2}{3}$

3 и 5

6 и 10



54.2

(Зерновик)

активность изотона ~~быстро~~ пропорциональна N-радиоактивных атомов

Пусть активность = L , тогда $L_* \sim N_*$
 $L_k \sim N_* \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{L_*}{L_k} = 2^{\frac{t}{T_{1/2}}} \text{ , тогда: } \frac{15}{14,87} = 2^{\frac{t}{5730}} \Rightarrow$$

$$\frac{t}{5730} = \frac{\ln \frac{15}{14,87}}{\ln 2} \Rightarrow t = \frac{5730 \cdot \ln \frac{15}{14,87}}{\ln 2} = 72 \text{ года}$$

Клод Монет был 186-900 лет назад $\Rightarrow$ картина была написана после смерти Худотника.

55.5



Дано.

$$T_1 = 323^\circ K$$

$$T_2 = 290^\circ K$$

$$V_2 = \frac{V_1}{3}$$

$$V_2 = 2V_1$$

$$V_1 = C_1^2 \cdot A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT_1}}$$

$$V_2 = C_2^2 \cdot A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT_2}}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{C_1^2 \cdot A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT_1}}}{\left(\frac{C_1}{3}\right)^2 \cdot A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT_2}}}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{9} \cdot e^{\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)}$$

$$\ln \frac{9}{2} = \frac{E_a}{8,314} \left(\frac{1}{290} - \frac{1}{323} \right) \Rightarrow E_a = \frac{8,314 \cdot \ln \frac{9}{2}}{\frac{1}{290} - \frac{1}{323}} = \frac{8,314 \ln \frac{9}{2}}{3,52 \cdot 10^{-4}} = 35525,28 \text{ Дж/моль}$$