



14.24-14.28

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Катальева Артёма Павловича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

+ лист

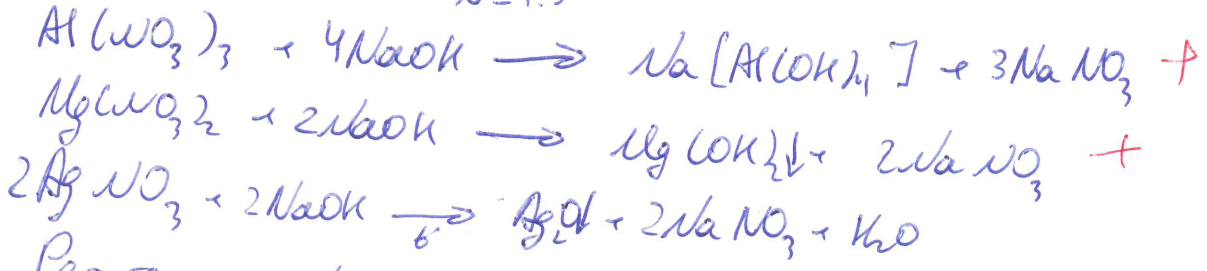
Дата
«1» марта 2026 года

Подпись участника
ДА

35-02-05-15
(40.2)

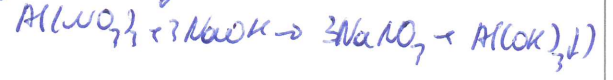
Числовые

№2.3



Реагент - щелочь (р-р)

Al^{3+} с щел. $NaOH$ - р-р (до щел. - осадок белый.



Mg^{2+} с $NaOH$ - белый осадок $Mg(OH)_2$

Ag^+ с $NaOH$ - черно-коричневый осадок Ag_2O

Ответ: $NaOH$.

№2.1

Зима: 70% \wedge и 30% \wedge

~~зимы~~ лето: 40% \wedge и 60% \wedge

пропан: 2 перв + 1 втор = $2 \cdot 779,5 + 652,3 = 2212,1 \frac{kJ}{mol}$

бутан: 2 перв + 2 втор = $2 \cdot 779,9 + 652,3 \cdot 2 = 2864,4 \frac{kJ}{mol}$

Зима: $0,7 \cdot 2212,1 + 0,3 \cdot 2864,4 = 2407,79 \frac{kJ}{mol}$

Лето: $0,4 \cdot 2212,1 + 0,6 \cdot 2864,4 = 2603,48 \frac{kJ}{mol}$

Зима < лето ($2407,79 \frac{kJ}{mol} < 2603,48 \frac{kJ}{mol}$)

Необходимость широкой смеси топлива обусловлена разницей температур по года. Зимой нужны менее летучие смеси, а летом более летучие (большее кол-во пропана летом может привести к взрыву, а большое кол-во бутана зимой к замерзанию смеси).

Ответ: Зима = $2407,79 \frac{kJ}{mol}$; лето = $2603,48 \frac{kJ}{mol}$

№3.4

$\frac{87,8}{12} ; \frac{100-87,8}{1} = 1:1,66 = 6:10 \Rightarrow C_6H_{10}$

Вкладыш

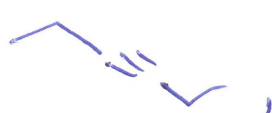
1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
4 | 8 | 12 | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 | 96

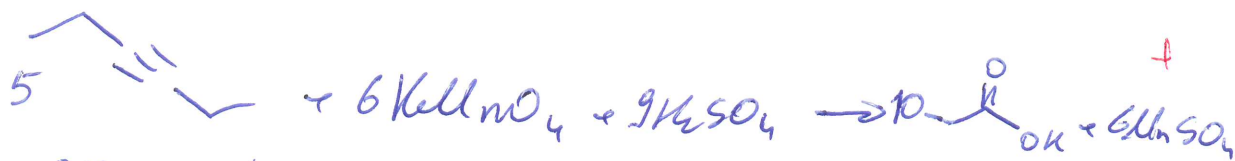
Эддиановое криво $\text{Br}_2 \Rightarrow$ кет циклов

Степень окисленности: $\frac{6 \cdot 2 + 2 - 10}{2} = 2$ только RCOOH \Rightarrow кет циклов

\Rightarrow 2 кратные связи.

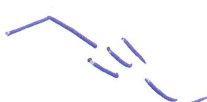

А - 720 мл Соотношение KMnO_4 :
 В - 320 мл 3
 С - 240 мл $1\frac{1}{3} \Rightarrow 4$
1 3

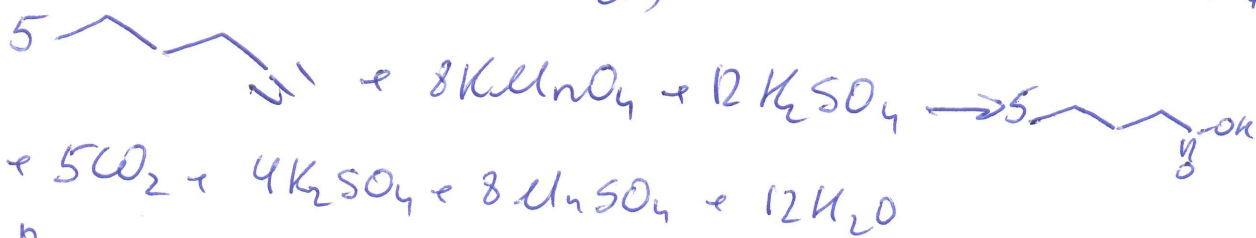
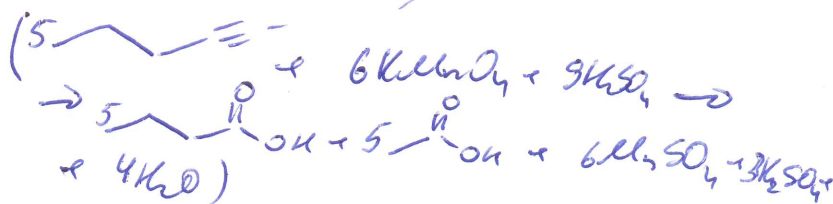
Пусть это , тогда:




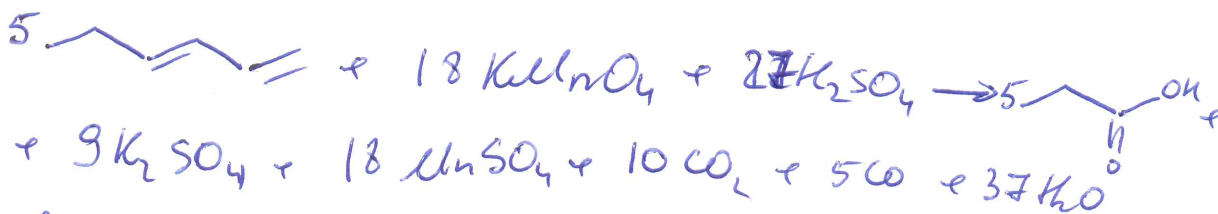
+ 3 K_2SO_4 + 4 H_2O

6 кратки 3, тогда соотношение: $18:8:6$ KMnO_4 А: В: С

С =  (либо )

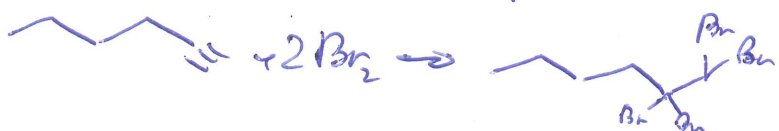


В = 

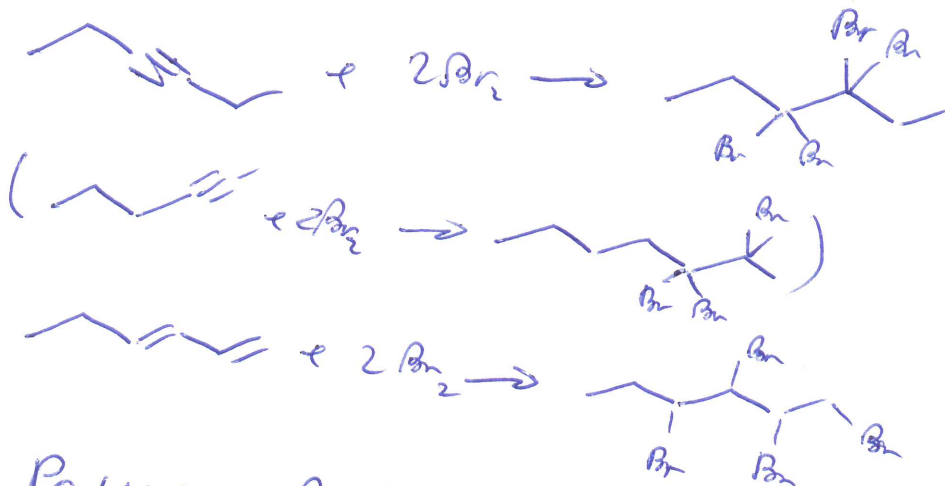


А = 

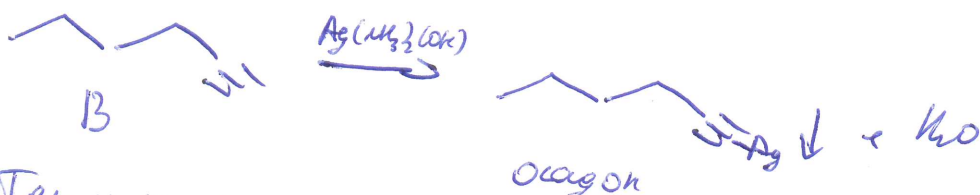
Реакции с Br_2 в CCl_4 :



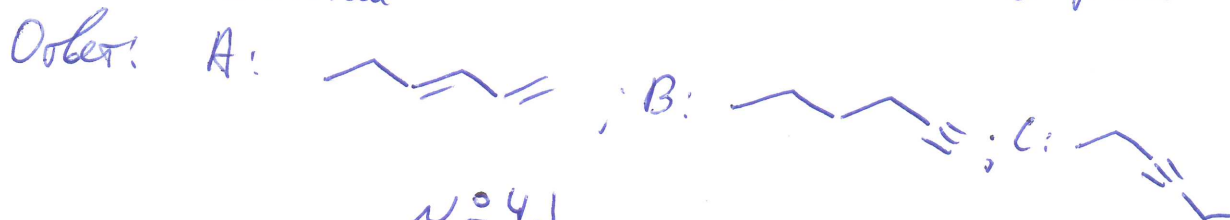
35-02-95-15
(40.2)



Различие Вис:



Терминальные алкины вступают в реакцию с реактивом Толленса



№4.1

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

$$2 = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$$

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln(2) \cdot t}{T_{1/2}}}$$

$$14,50 = 15,00 \cdot e^{-\frac{\ln(2) \cdot t}{5730}}$$

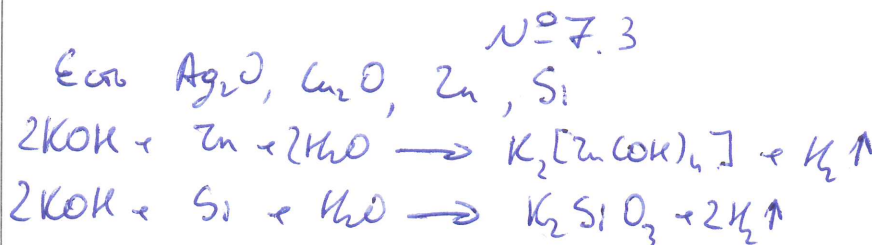
$\Rightarrow t = 280,25 \text{ лет} \approx 280 \text{ лет}$

$2026 - 280 = 1746 \text{ год}$

1632 - 1675 \Rightarrow 1746 года не входит

\rightarrow Не подходит

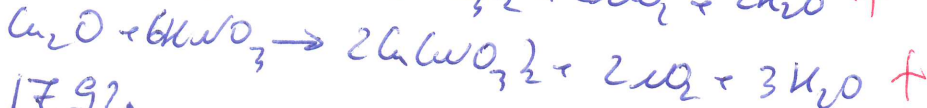
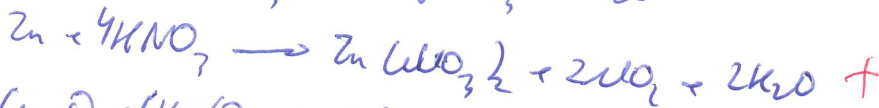
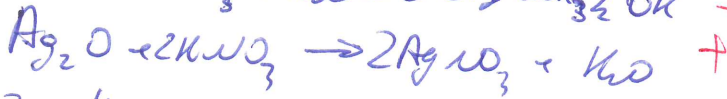
Ответ: Нет.





$$\frac{20,16\text{ г}}{224\text{ г/моль}} = 0,09\text{ моль} \quad 0,9 : 9 = 0,1\text{ моль} \quad \text{Cu}_2\text{O} + \text{Mn} - ?$$

$$\rightarrow n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,1\text{ моль} \quad n(\text{Si}) = \frac{0,9 - 0,1}{2} = 0,4\text{ моль}$$



$$\frac{17,92\text{ г}}{224\text{ г/моль}} = 0,8\text{ моль} = n(\text{NO}_2) +$$

$$0,8\text{ моль} : 2 = 0,4\text{ моль} = n(\text{Cu}_2\text{O}) + n(\text{Zn})$$

$$0,1\text{ моль} = n(\text{Zn}) + n(\text{Ag}_2\text{O})$$

$$M(\text{Cu}_2\text{O}) = 144$$

$$65n(\text{Zn}) + 144n(\text{Cu}_2\text{O}) + 232n(\text{Ag}_2\text{O}) = 84,1 - 0,4 \cdot 28 =$$

$$M(\text{Ag}_2\text{O}) = 232$$

$$x = n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,375\text{ моль}$$

$$= 72,9\text{ г}$$

$$M(\text{Zn}) = 65$$

$$y = n(\text{Zn}) = 0,025\text{ моль}$$

$$z = n(\text{Ag}_2\text{O}) = 0,075\text{ моль}$$

$$n(\text{Zn}) = 0,1\text{ моль}$$

$$n(\text{Cu}_2\text{O}) + n(\text{Zn}) = \frac{0,8}{2} = 0,4\text{ моль}$$

$$n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,4 - 0,1 = 0,3\text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) = 6,5\text{ г} \quad m(\text{Cu}_2\text{O}) = 144 \cdot 0,3 = 43,2\text{ г} \quad m(\text{Si}) = 11,2\text{ г}$$

$$m(\text{Ag}_2\text{O}) = 84,1 - 6,5 - 43,2 - 11,2 = 23,2\text{ г}$$

$$\text{Ответ: } m(\text{Zn}) = 6,5\text{ г}; \quad m(\text{Cu}_2\text{O}) = 43,2\text{ г}; \quad m(\text{Si}) = 11,2\text{ г};$$

$$m(\text{Ag}_2\text{O}) = 23,2\text{ г} +$$

N^o 8.2

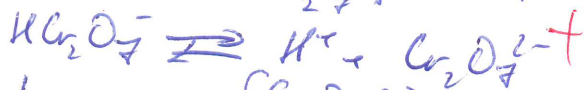
$$M = M(\text{CO}) \cdot D_{\text{CO}} = 28 \cdot 2 = 56\text{ г/моль} +$$

$$56 \cdot 0,8571 = 48\text{ г/моль} \quad n(\text{C}) = \frac{48}{12} = 4 \quad n(\text{H}) = \frac{56 - 48}{1} = 8$$



N° 6.2.

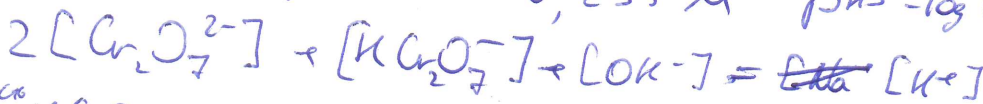
$$K_{a2} = \frac{[Cr_2O_7^{2-}][H^+]}{[KCr_2O_7]} = 2,3 \cdot 10^{-2}$$



$$L = 0,09 = \frac{[Cr_2O_7^{2-}]}{[KCr_2O_7] + [Cr_2O_7^{2-}]} \Rightarrow 0,91 [Cr_2O_7^{2-}] = 0,09 [KCr_2O_7]$$

$$K_{a2} = \frac{0,09 \cdot [H^+]}{0,91} \cdot [KCr_2O_7] = \frac{0,09}{0,91} [H^+]$$

$$\Rightarrow [H^+] = \frac{0,91 \cdot 2,3 \cdot 10^{-2}}{0,09} = 0,233 \text{ M} \quad pH = -\log [H^+] = 0,63$$



Пусть $KCrO_4^-$ - одноосновная кислота, тогда $[K_2Cr_2O_7] = [KCr_2O_7] + [KCrO_4^-] + [Cr_2O_7^{2-}] = [KCr_2O_7] + [Cr_2O_7^{2-}]$

$$L_{Cr_2O_7^{2-}} = \frac{K_{a2}}{[H^+] + K_{a2}} \quad L_{KCrO_4^-} = \frac{[H^+]}{[H^+] + K_{a2}}$$

$$[Cr_2O_7^{2-}] = c \cdot L_{Cr_2O_7^{2-}}$$

$$[KCrO_4^-] = c \cdot L_{KCrO_4^-}$$

$$\frac{2 K_{a2} \cdot c + [H^+] \cdot c}{[H^+] + \frac{K_{a2}}{K_a}} + \frac{K_a}{[H^+]} = [H^+]$$

$$\Rightarrow c = 0,214 \text{ M}$$

Вывод $L_{Cr_2O_7^{2-}} : [KCr_2O_7] = K_a [H^+] [Cr_2O_7^{2-}] \frac{[H^+] [Cr_2O_7^{2-}]}{K_a}$

$$L_{Cr_2O_7^{2-}} = \frac{[Cr_2O_7^{2-}]}{[Cr_2O_7^{2-}] + [KCr_2O_7]} = \frac{[Cr_2O_7^{2-}]}{[Cr_2O_7^{2-}] + \frac{[H^+]}{K_a} [Cr_2O_7^{2-}]}$$

$$= \frac{1}{1 + \frac{[H^+]}{K_a}} = \frac{1}{\frac{K_a + [H^+]}{K_a}} = \frac{K_a}{K_a + [H^+]}$$

Аналогично с $L_{KCrO_4^-}$

Ответ: $c = 0,214 \text{ M}$; $pH = 0,63$.

N° 5.4

Аррениус: $K = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$

$r = k \cdot p(A)^2$ т.к. $2A \rightarrow B + C$ и A - газ

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT_2}}}{A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT_1}}} = e^{\frac{E_a}{RT_1} - \frac{E_a}{RT_2}} = e^{\frac{96000}{8,314 \cdot 320} - \frac{96000}{8,314 \cdot 310}} = 0,312$$

$$\frac{v_2}{v_1} = n = \frac{k_2 p_2(A)^2}{k_1 p_1(A)^2} = \frac{k_2}{k_1} \cdot \left(\frac{p_2(A)}{p_1(A)}\right)^2$$

$pV = nRT$
 $p = \frac{nRT}{V}$

$p(A) = p_{\text{общ}} \cdot \varphi(A)$ т.к. это канал по реак-
ции, то $\varphi(A) = 1 = 100\% \Rightarrow p(A) = p_{\text{общ}}$ (Ву (нес))

$p_2(A) = \frac{nRT_2}{V_2}$ $p_1(A) = \frac{nRT_1}{V_1}$ $n = \text{const}$ $V_1 = 4V_2$
 $R = \text{const}$

$$\frac{p_2(A)}{p_1(A)} = \frac{T_2 n R}{V_2} \cdot \frac{V_1}{n R T_1} = \frac{V_1 T_2}{T_1 V_2} = \frac{4T_2}{T_1}$$

$$n \frac{v_2}{v_1} = \frac{k_2}{k_1} \cdot \left(\frac{4T_2}{T_1}\right)^2 = 0,312 \cdot \left(\frac{4 \cdot 310}{320}\right)^2 = 4,68$$

Ответ: в 4,68 раза.

Черковин

5.4 $\frac{k_2}{k_1} = \frac{A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT_2}}}{A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT_1}}} = 0,3122$

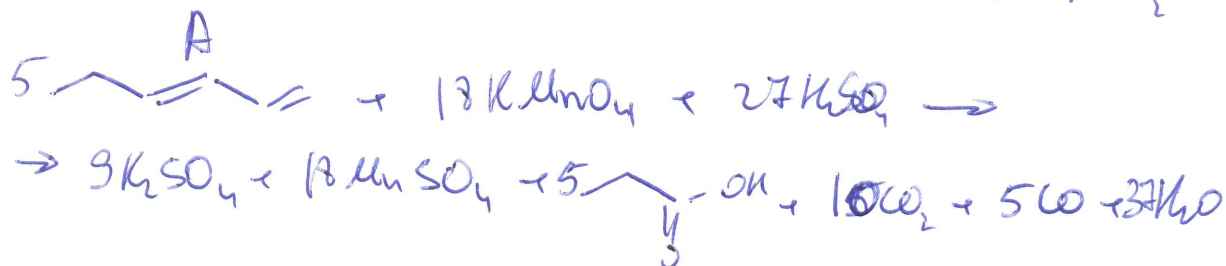
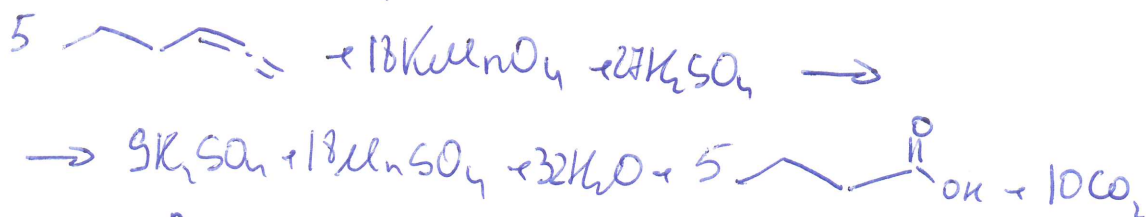
$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{k_2 [CA]_2^4}{k_1 [CA]_1^4} = \frac{k_2}{k_1} \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^4$$

$pV_1 = rRT$

$$r_1 = \frac{pV_1}{RT_1} \quad r_2 = \frac{pV_2}{RT_2} \quad \frac{r_2}{r_1} = \frac{pV_2 RT_1}{pV_1 RT_2}$$

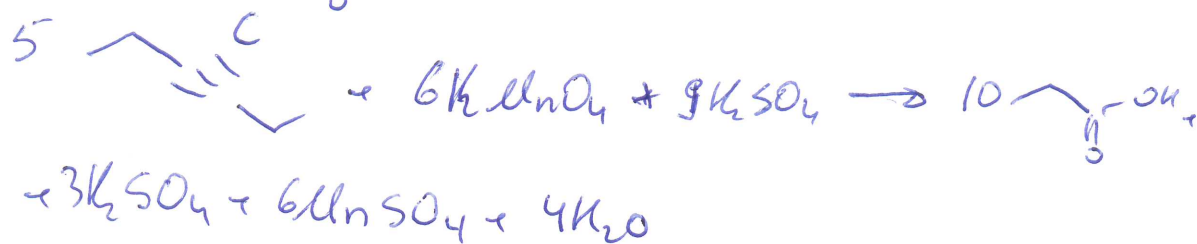
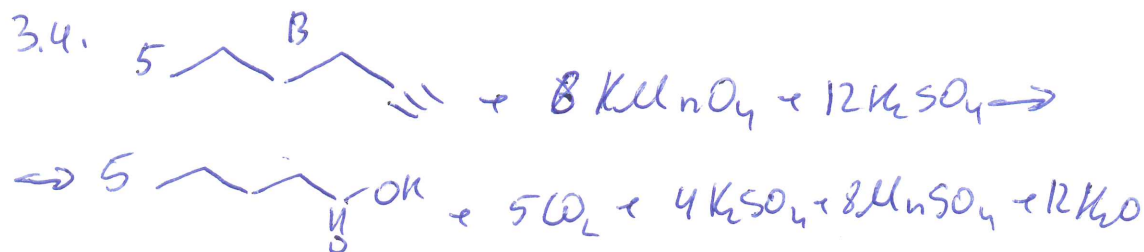
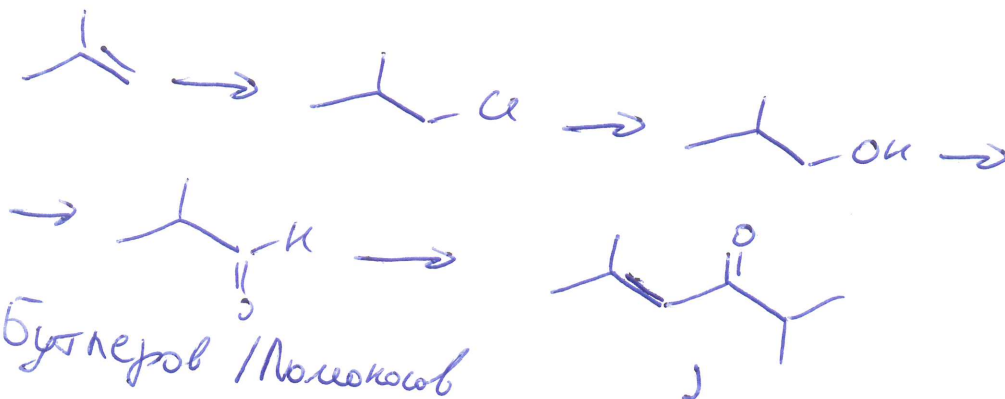
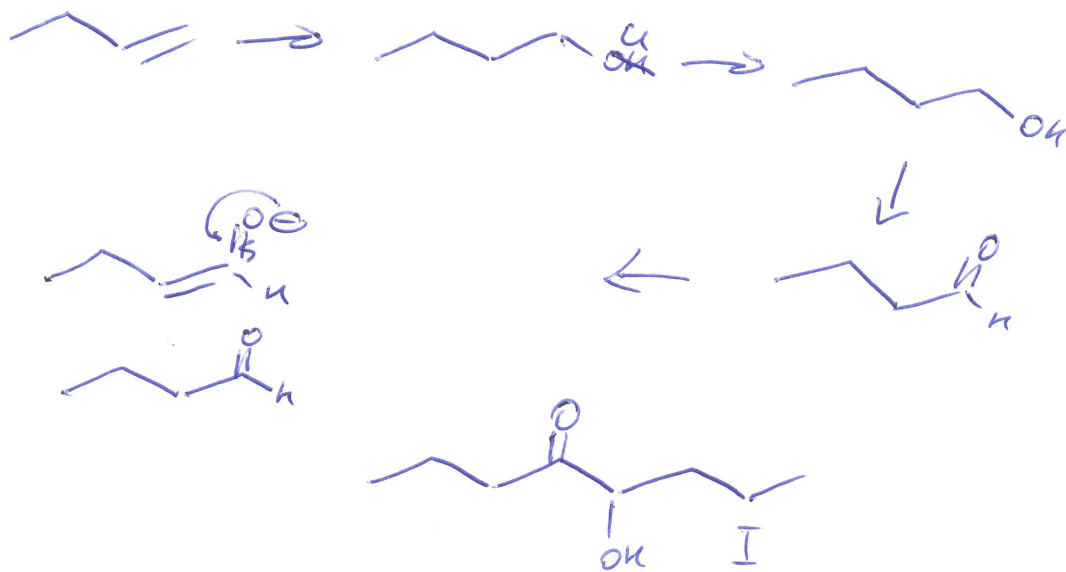
$$= \frac{1 \cdot 320}{4 \cdot 310} = 0,258$$

$$0,02 \left(\frac{pV_1}{RT_1} + \frac{pV_2}{RT_2} \right) \cdot \frac{pV_1}{RT_1} = 1 - 0,258$$

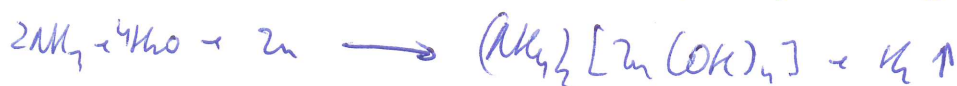
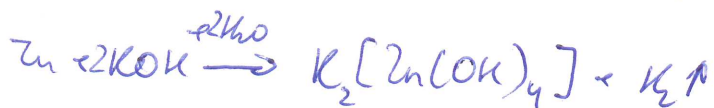
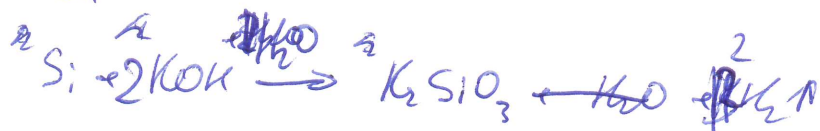


Черковски

8.2 2. 285 58
56.0,8571 - 48
C₄H₈



7.3. Ag_2O
 Cu_2O
 Si
 Zn

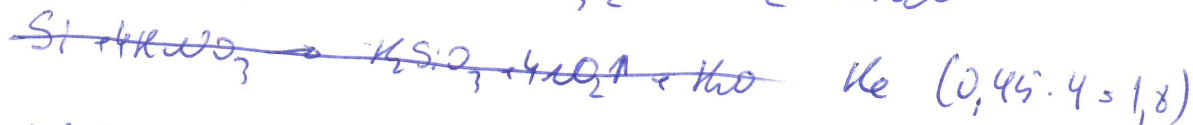
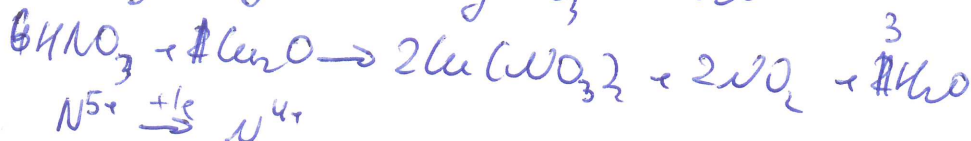


20,16 г H_2 в KOH 0,9 моль

2,24 г H_2 в $\text{AlH}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0,1 моль

\Rightarrow 0,1 моль Zn 6,5 г

$\frac{0,9 - 0,1}{4} \cdot 2 = 0,4$ моль Si ~~12,6 г~~ 11,2 г



17,52 г = 0,8 моль

0,8 - 0,2 = 0,6 \Rightarrow 0,3 моль Cu_2O = 43,2 г

84,1 - 43,2 - 6,5 - ~~12,6 г~~ ~~23,2 г~~ 21,8 г Ag_2O

4.1. $14,5 \frac{\text{распад}}{\text{мин.г}}$

$T_{1/2} = 5730 \text{ лет}$

$15.00 \frac{\text{распад}}{\text{мин.г}} = A$

$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$

$t = 280 \text{ лет}$

$2026 - 280 = 1746 \Rightarrow \text{лет.}$



$T: 320 \rightarrow 310 \text{ К}$

$\frac{k_2}{k_1} = e^{-\frac{\sigma_0}{RT}}$
 $\frac{k_2}{k_1} = \frac{e^{-\frac{\sigma_0}{R \cdot 310}}}{e^{-\frac{\sigma_0}{R \cdot 320}}} = 0,31$

$V: V_1 \xrightarrow{+4} V_2$

$k_A ? \quad r = k[A]^2$

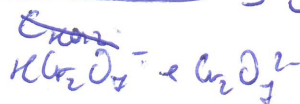
$pV = nRT$

6.2. $\alpha_2 = 0,09$



$K = \frac{[\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}][\text{K}^+]}{[\text{KCr}_2\text{O}_7]} = 0,09 [\text{K}^+]$

$\alpha_2 = \frac{[\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{KCr}_2\text{O}_7]} = 0,09$

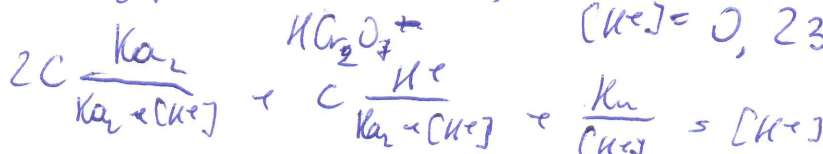


$[\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = 0,09 [\text{KCr}_2\text{O}_7] + 0,09 [\text{KCr}_2\text{O}_7]$

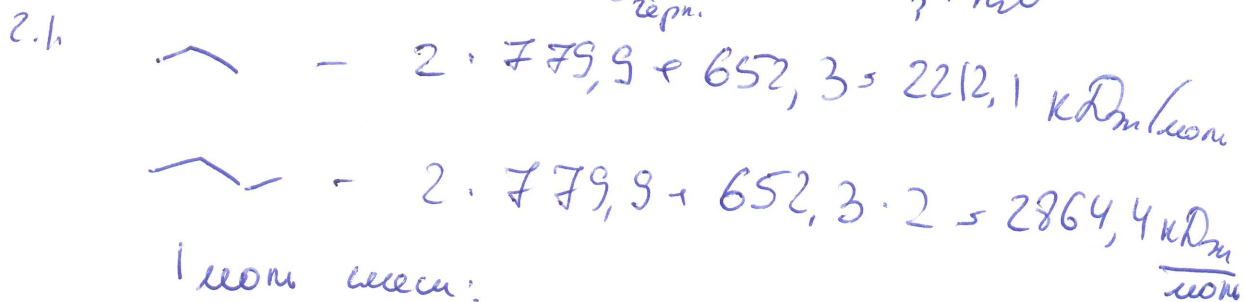
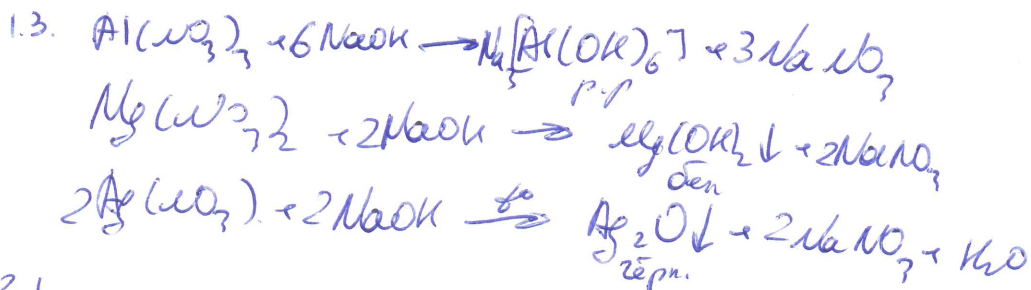
$0,91 [\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = 0,09 [\text{KCr}_2\text{O}_7]$

$\frac{0,09}{0,91} [\text{K}^+] = K$

$[\text{K}^+] = 0,233 \text{ моль/л рк}$



$C = 0,214 \text{ м ?}$

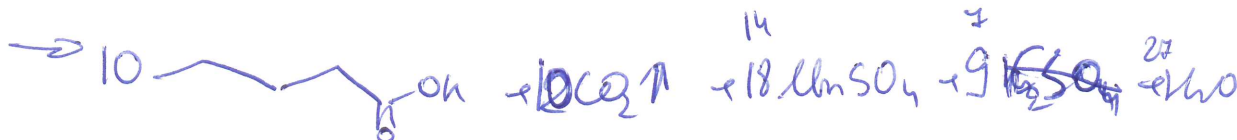
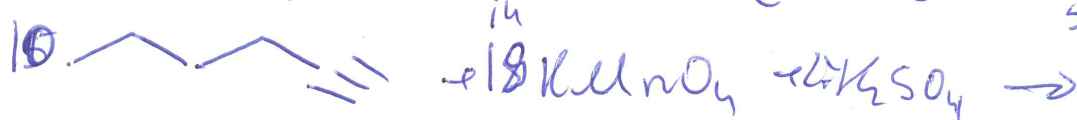
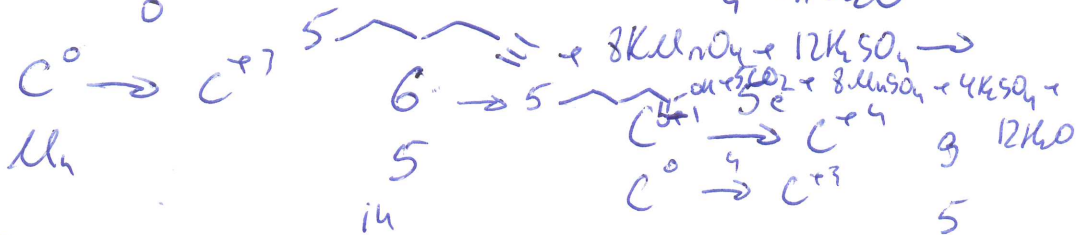
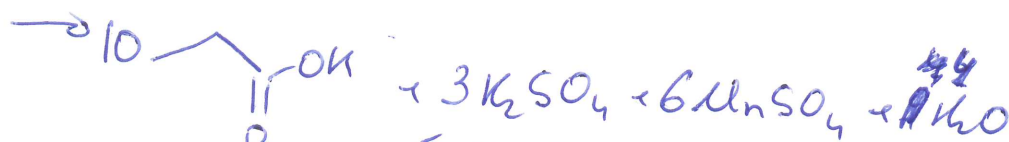
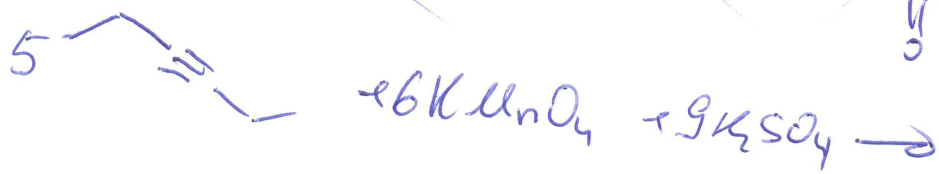
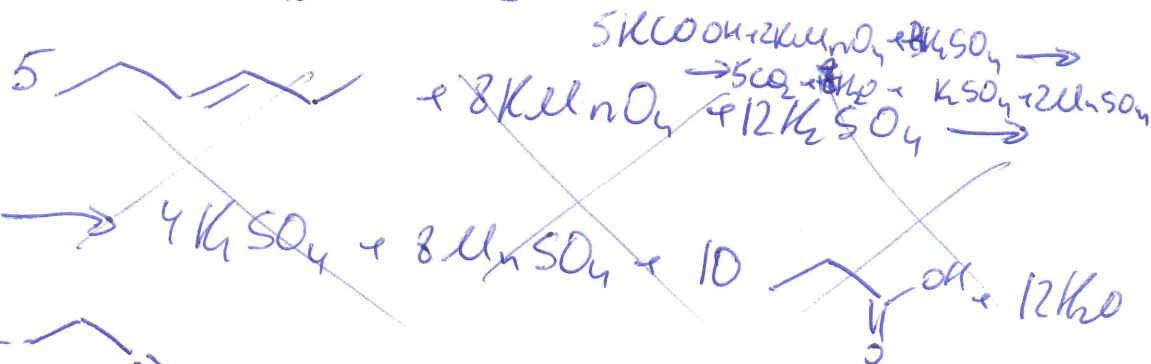


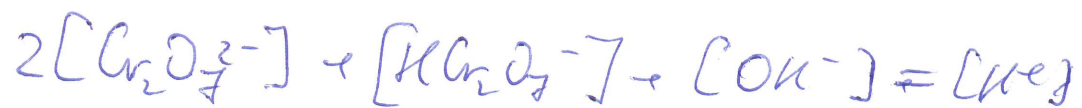
1 моль смеси:

Зиня $0,7 \cdot 2212,1 + 0,3 \cdot 2864,4 = 2407,86 \text{ кДж/моль}$

Лето $0,4 \cdot 2212,1 + 0,6 \cdot 2864,4 = 2603,52 \text{ кДж/моль}$

Обусловлено: ΔT , сум T вешек и вешек на
 состоящие смеси

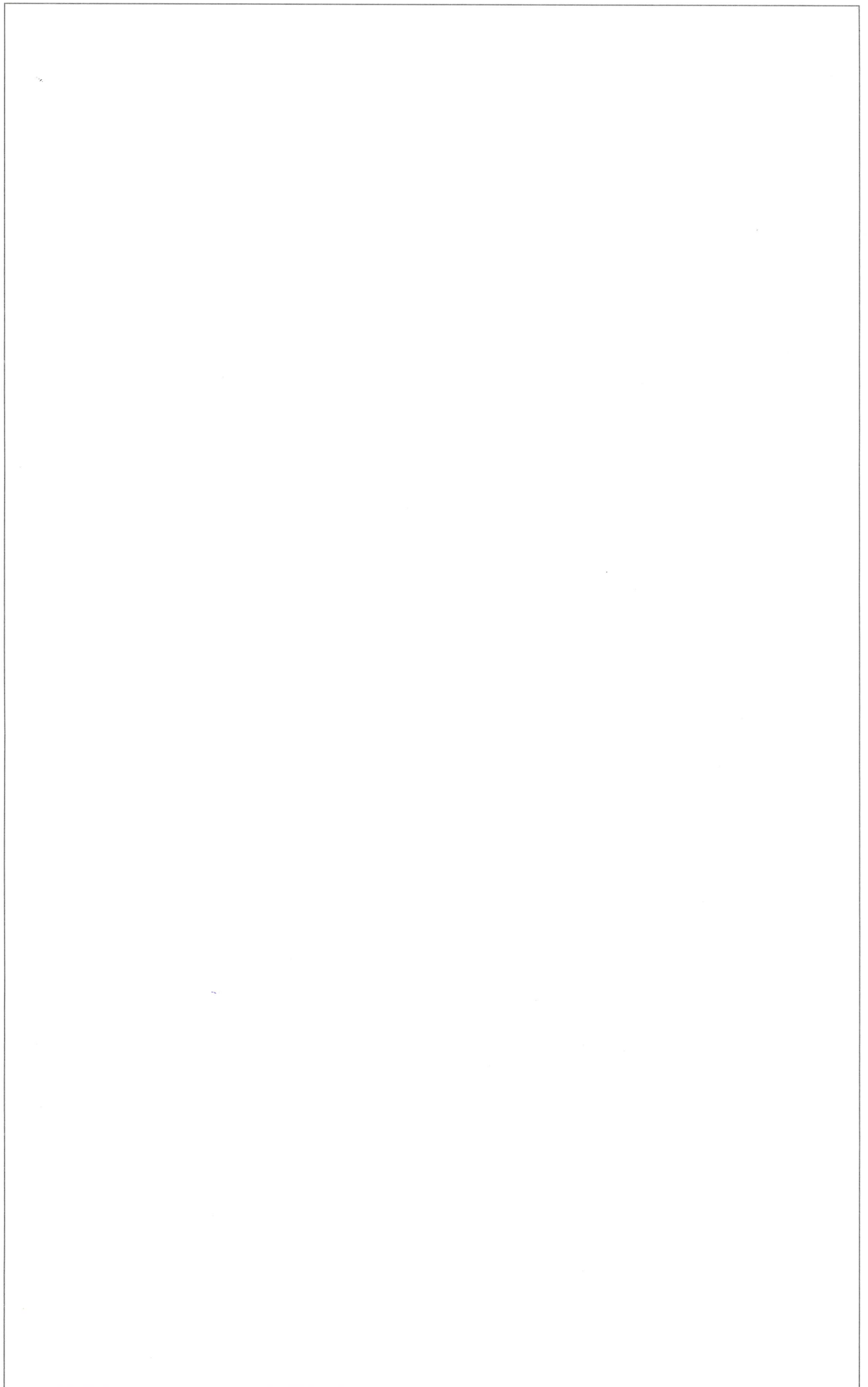




$$c = \frac{2K_{\text{a}} + [\text{HCr}]}{K_{\text{a}} + K_{\text{c}}} \approx \frac{K_{\text{a}}}{K_{\text{c}}} = [\text{HCr}]$$

$\Rightarrow c \approx 0,214 \text{ м.}$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

35-02-95-15
(40.2)

Черковик

$$r = k p(A)^2$$

$$p(A) = p_0 \cdot \psi(A)$$

$$\psi(A)_1 = \psi(A)_2 = 100\% = 1 \quad V_1 = 4V_2$$

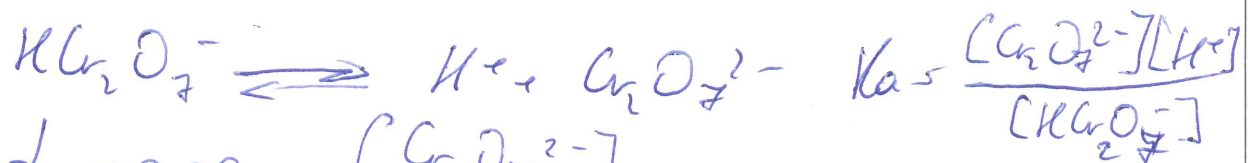
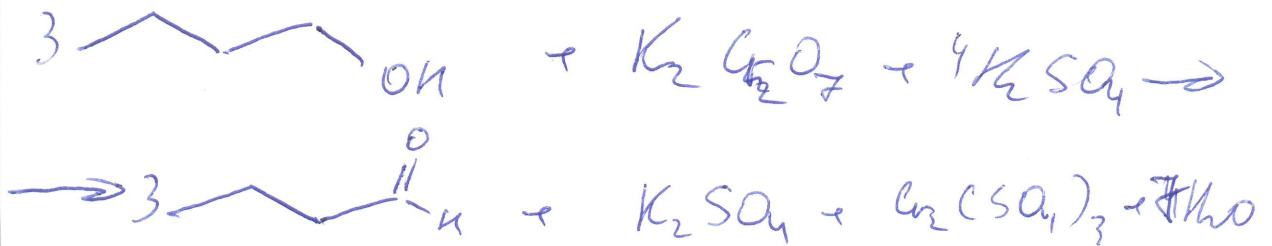
$$p_1 = \frac{nRT_1}{V_1} = p_2 = \frac{nRT_2}{V_2}$$

$$\frac{T_2}{V_2} = \frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2 V_1}{T_1 V_2} = \frac{320 \cdot 4}{310}$$

$$p_2 \uparrow > p_1$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{nRT_2} \cdot \frac{nRT_1}{V_1} =$$

$$\frac{nRT_2}{V_2} \cdot \frac{V_1}{nRT_1} = \frac{V_1 T_2}{V_2 T_1} = \frac{4T_2}{T_1}$$

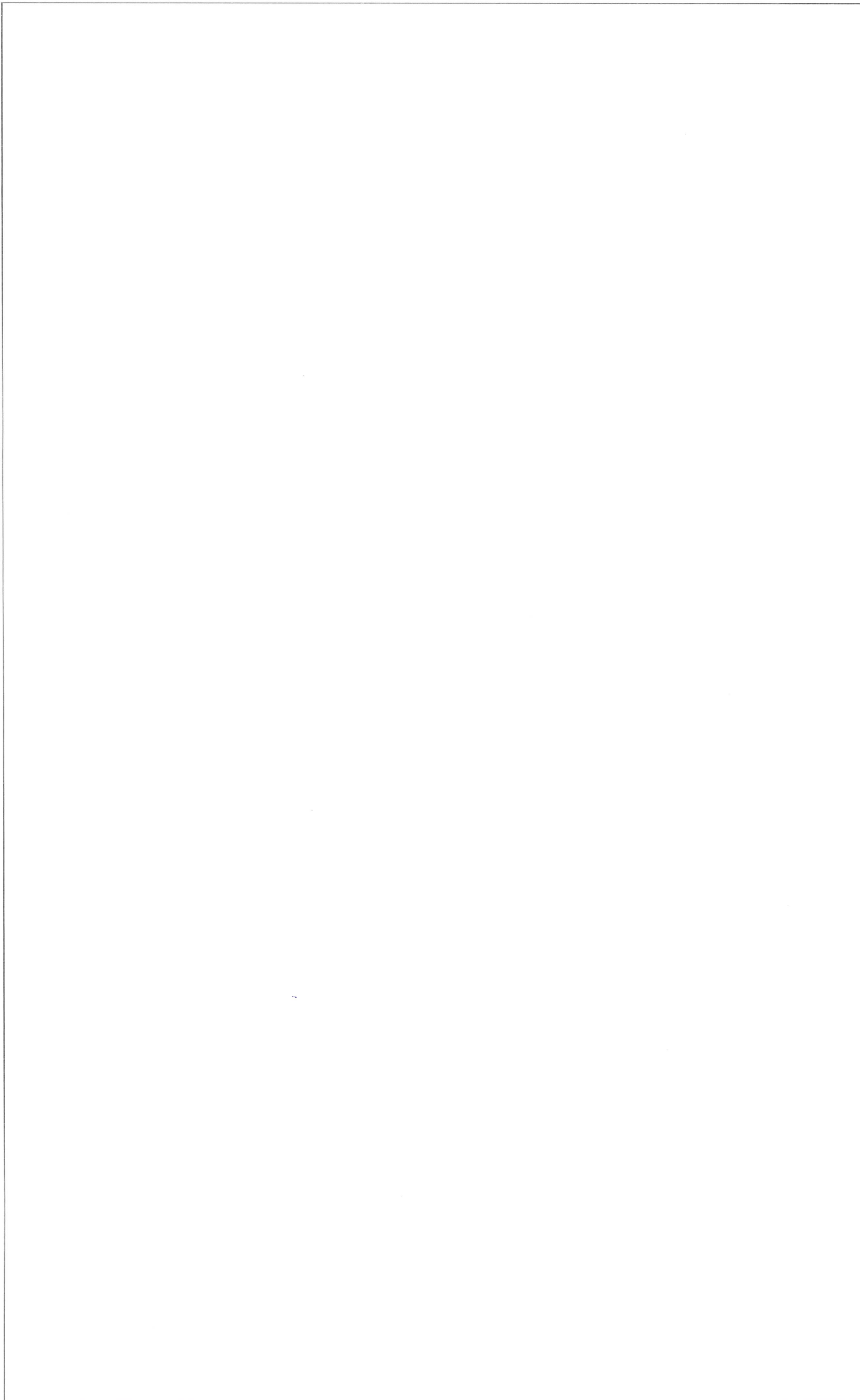


$$\alpha = 0,08 = \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{KCr}_2\text{O}_7] + [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}$$

$$[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = \frac{0,08 [\text{KCr}_2\text{O}_7]}{0,91}$$

$$\text{pH} = 0,63 \leftarrow K_a = \frac{0,08}{0,91} = [\text{K}^+] = 0,233 \text{ M}$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!