



28-31-78-94  
(40.3)



# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Москва: 13<sup>30</sup> - 13<sup>33</sup>

Вариант 1

Место проведения Москва  
город

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Промислов» по химии  
наименование олимпиады

по химии  
профиль олимпиады

Прохоренский Левань Александрович  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«01» марта 2022 года

Подпись участника  
[Signature]

28-31-78-94

(40.3)

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9  
 3 | 8 | 9 | 12 | 14 | 3 | 18 | 4 | 28

ИСТОРИЯ.

№ 3.

$Al(OH)_3 + KOH \rightarrow KAl(OH)_4 + H_2O$   
 пропущено стехиометрическое соотношение  $Al(OH)_3$

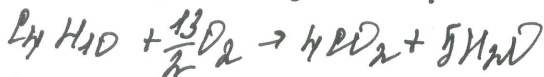
$Al(OH)_3 + KOH \rightarrow KAl(OH)_4 + H_2O$   
 поперечные взаимодействия  $Al(OH)_3$  не проис-  
 гуд.

$2Al(OH)_3 + 2KOH \rightarrow 2KAl(OH)_4 + H_2O$   
 стехиометрическое соотношение  $Al(OH)_3$  большой  
 недостаток.

№ 1.

Зимняя смесь:  $0,7 \text{ мкг} - \text{в} \text{в} \text{в} - \text{в} \text{в} \text{в} \left\{ \begin{array}{l} 0,7(2L_1 + 1L_2) \\ 0,3 \text{ мкг} - (\text{в} \text{в} \text{в})_2 - \text{в} \text{в} \text{в} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} 0,7(2L_1 + 1L_2) \\ 0,3(2L_1 + 2L_2) \end{array} \right.$

Летняя смесь:  $0,4 \text{ мкг} - \text{в} \text{в} \text{в} - \text{в} \text{в} \text{в} \left\{ \begin{array}{l} 0,4(2L_1 + 1L_2) \\ 0,6 \text{ мкг} - (\text{в} \text{в} \text{в})_2 - \text{в} \text{в} \text{в} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} 0,4(2L_1 + 1L_2) \\ 0,6(2L_1 + 2L_2) \end{array} \right.$



$R(L_4 H_{10}) = 2 \cdot 779,9 + 2 \cdot 552,3 = 2864,4 \text{ м} \left( \frac{\text{кмол}}{\text{мол}} \right) +$

$R(L_3 H_8) = 2 \cdot 779,9 + 552,3 = 2102,1 \text{ м} \left( \frac{\text{кмол}}{\text{мол}} \right) +$

$R(\text{зимн.}) = 0,7 \cdot R(L_3 H_8) + 0,3 \cdot R(L_4 H_{10}) = 2102,1 \text{ м} \left( \frac{\text{кмол}}{\text{мол}} \right) +$

$R(\text{летн.}) = 0,4 \cdot R(L_3 H_8) + 0,6 \cdot R(L_4 H_{10}) = 2864,4 \text{ м} \left( \frac{\text{кмол}}{\text{мол}} \right) +$

$R(\text{летн.}) > R(\text{зимн.})$  при низких  $L_0$  дифференциальное, по  $L_0$  при  $L_0$  важно, чтобы дифференциальное было больше.

№ 2. (1)  $H_2Cr_2O_7 \rightleftharpoons H^+ + HCr_2O_7^-$ ;  $\alpha_1 = 100\%$

(2)  $HCr_2O_7^- \rightleftharpoons H^+ + Cr_2O_7^{2-}$ ;  $\alpha_2 = 9\%$ ;  $K_2 = 2,3 \cdot 10^{-2}$

$K_2 = \frac{[H^+][Cr_2O_7^{2-}]}{[HCr_2O_7^-]}$ ;  $[H_2Cr_2O_7]_0 = [HCr_2O_7^-]$

Пусть  $[HCr_2O_7^-] = L_0$ ;  $[H^+] = [Cr_2O_7^{2-}] = x \frac{L_0}{L_0}$

$K_2 = \frac{x^2}{L_0 - x} = 2,3 \cdot 10^{-2} \Rightarrow x^2 = 2,3 \cdot 10^{-2} \cdot (L_0 - x)$

$\alpha_2 = \frac{L_0 - x}{L_0} = 0,09 \Rightarrow L_0 - x = 0,09 \cdot L_0$

$x^2 = 2,3 \cdot 10^{-2} \cdot 0,09 \cdot L_0 \Rightarrow x = 0,0455 \cdot \sqrt{L_0}$

$L_0 - 0,0455 \cdot \sqrt{L_0} = 0,09 \cdot L_0 \Rightarrow L_0 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$   
 $x = 2,275 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

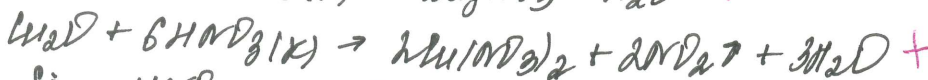
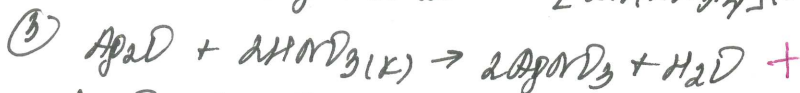
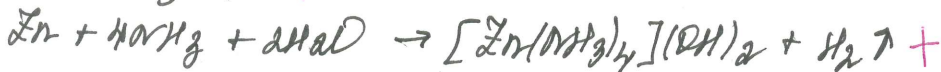
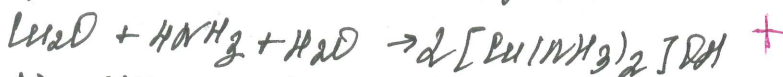
Мусорный В.М. Вульф  
 Давид

$$[H_2CrO_4] = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$[H_2CrO_4] = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$pH = -\lg [H_2CrO_4] = 2,6 \ominus$$

$$\text{ответ: } 2,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{л}} ; 2,6 \ominus$$



$V_1(H_2) = 20,9 \text{ л} ; n_1(H_2) = 0,9 \text{ моль}$

$V_2(H_2) = \frac{V_2}{9} = 2,24 \text{ л} ; n_2(H_2) = 0,1 \text{ моль}$

$V_3(NO_2) = 17,92 \text{ л} ; n_3(NO_2) = 0,8 \text{ моль}$

Пусть  $n(Zn) = x \text{ моль} ; n(Li_2O) = y \text{ моль} ; n(Si) = z \text{ моль}$

$$\begin{cases} x = 0,9 \\ 2z + x = 0,9 \\ 2y + 2x = 0,8 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 0,9 \\ y = 0,3 \\ z = 0,4 \end{cases}$$

масса:  $m(Zn) = 65 \cdot 0,1 = 6,52$

$m(Si) = 28 \cdot 0,4 = 11,22$

$m(Li_2O) = 144 \cdot 0,3 = 43,22$

$m(Ag_2O) = 84,1 - m(Si) - m(Li_2O) - m(Zn) = 23,22$

ответ:  $6,52 ; 11,22 ; 43,22 ; 23,22$   
 $m(Zn) + m(Si) + m(Li_2O) + m(Ag_2O) +$

28-31-78-94  
(40.3)

н 5.4  $2A \rightarrow A + L$

~~$C_1 = \dots$~~

~~$C_2 = \dots$~~

$T_1 = 320K$

$T_2 = 310K$

$\frac{v_1}{v_2} = 4$

$\frac{n_2 - 1}{n_1}$

Если ротор увеличился в 4 раза  
то концентрация ионов увеличится  
в 4 раза:  $k_1 = \frac{n_1}{v_1}$ ;  $k_2 = \frac{n_2}{v_2} = \frac{4n_2}{v_2}$ .

$r_1 = k_1 \cdot [A]^2 +$

$r_2 = k_2 \cdot (4[A])^2 = 16k_2 \cdot [A]^2 +$

$\frac{r_2}{r_1} = \frac{16k_2}{k_1}$ ;  $\frac{16k_2}{k_1} = \frac{16A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT_2}}}{A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT_1}}} = 16 \cdot e^{-\frac{E_a}{RT_2} + \frac{E_a}{RT_1}}$

~~$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = \frac{96000}{8,314} \left( \frac{1}{310} - \frac{1}{320} \right) = 1,21 \cdot 10^4$~~

$\frac{16k_2}{k_1} = 16 \cdot e^{-\frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)} = \dots$

$= 16 \cdot e^{-\frac{96000}{8,314} \left( \frac{1}{310} - \frac{1}{320} \right)} = 4,99 \approx 5. +$

Ответ: увеличилась в 5 раз. +

н 4.1.

$\tau_{1/2} = 573 \text{ лет}$

$N_1 = 14,50 \frac{\text{радиоакт}}{\text{мин.л}} +$

$N_0 = 15,00 \frac{\text{радиоакт}}{\text{мин.л}}$

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

$k = \frac{\ln 2}{\tau_{1/2}} = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ лет}^{-1} +$

~~$e^{-kt} = \frac{N(t)}{N_0}$~~

$\ln \left( \frac{N(t)}{N_0} \right) = -kt$

$\ln \left( \frac{14,50}{15,00} \right) = -1,21 \cdot 10^{-4} \cdot t$

$t = 280,18 \text{ лет} \approx 280 \text{ лет.} +$

$2025 - 280 = 1745 (2025)$

$1745 \gg 1645$ , картина не может быть  
портретом, нарисован в поле смерти  
нефоллиа.

Ответ: нет. +



№ 2.

$w_C = 85,77\% \Rightarrow n(C) : n(H) = 1 : 2$

$w_H = 14,23\%$

$(CH_2)_m$  - простейшая формула

$n(C) = n(H) = 28 \cdot 2 = 56 \text{ 2/моль} +$

$(CH_2)_m ; m = \frac{56}{14} = 4$

$C_4H_8$  - молекулярная формула; +

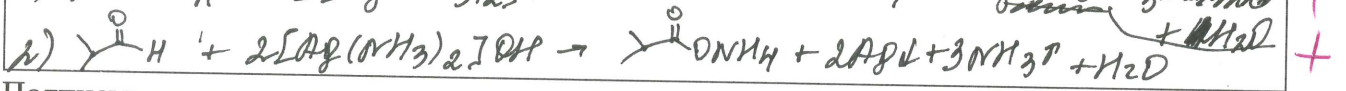
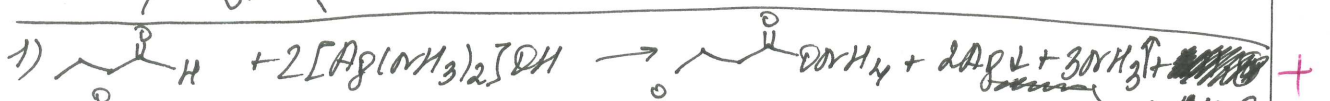
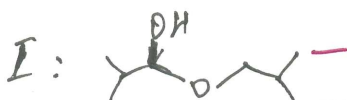
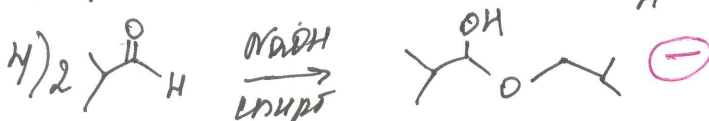
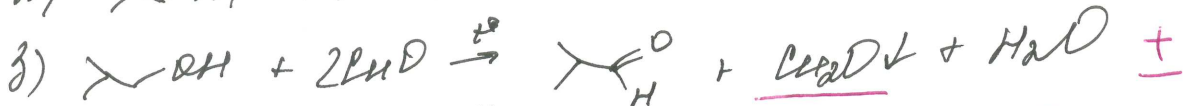
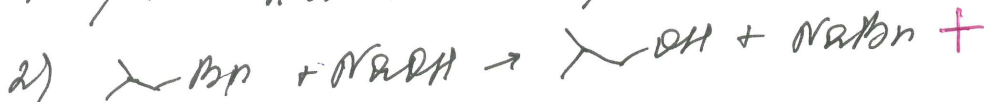
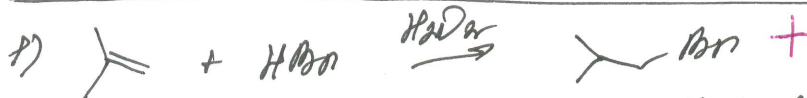
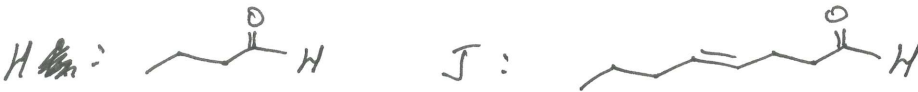
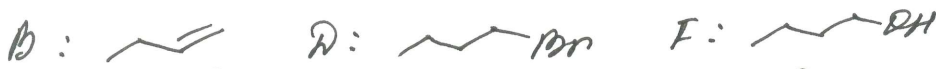
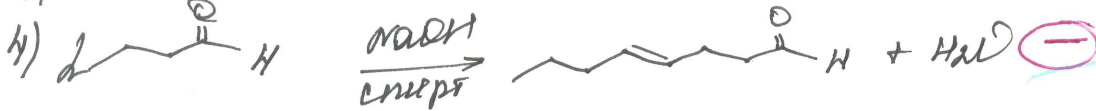
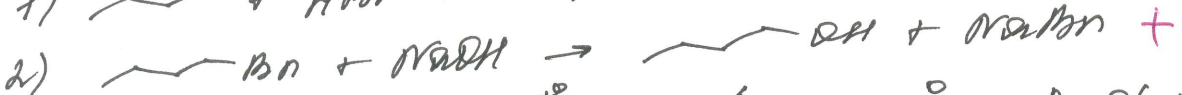
$n(I) = \frac{76}{0,222} = 342 \text{ 2/моль} \Rightarrow I - C_4H_8O +$

~~№ 3:~~  $w_D = \frac{12,22}{1,75} = 6,98\%$

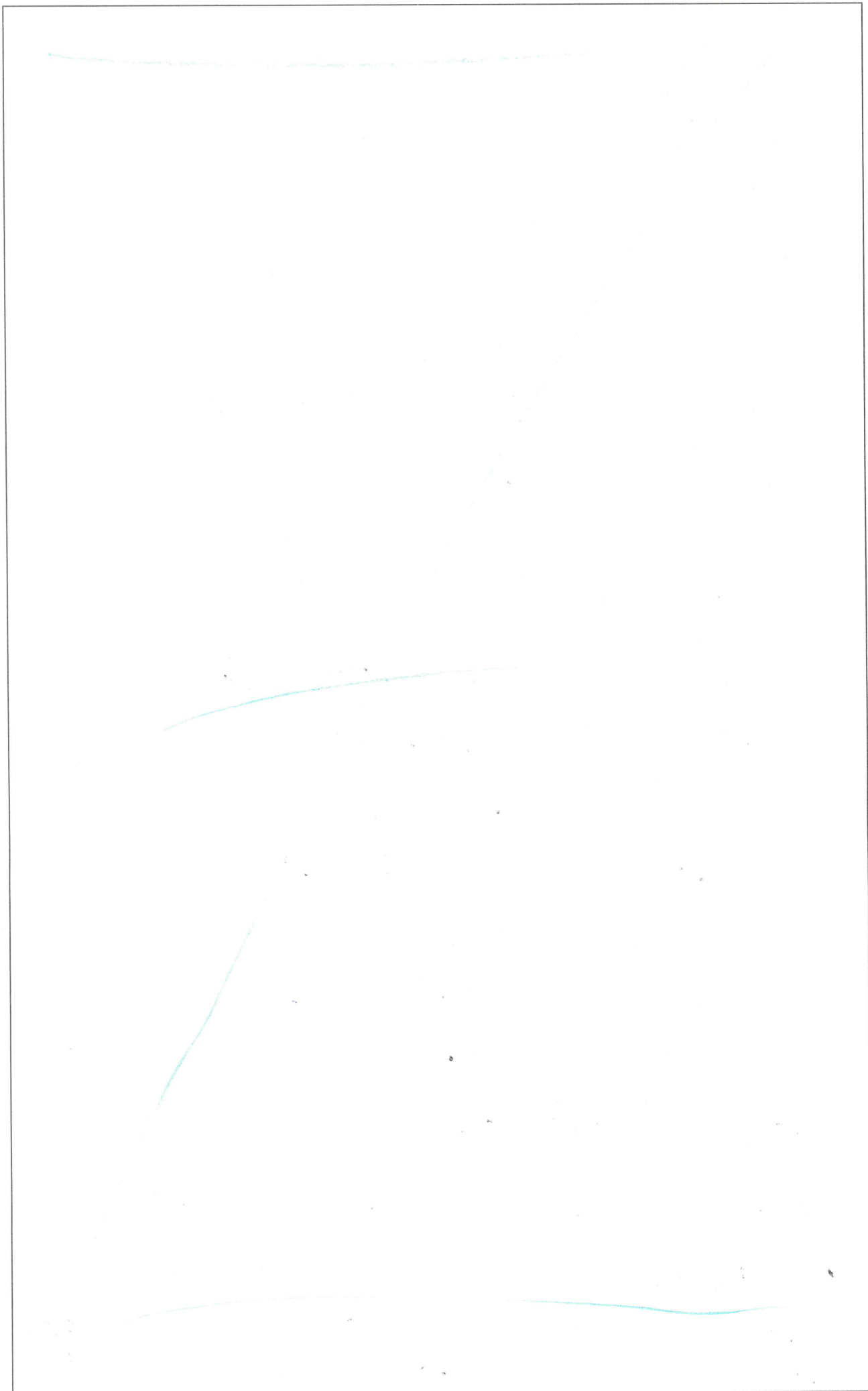
$n(J) = \frac{16}{0,127} = 126 \text{ 2/моль} \Rightarrow J - C_8H_{14}O +$

~~Варианты~~

~~№ 4~~

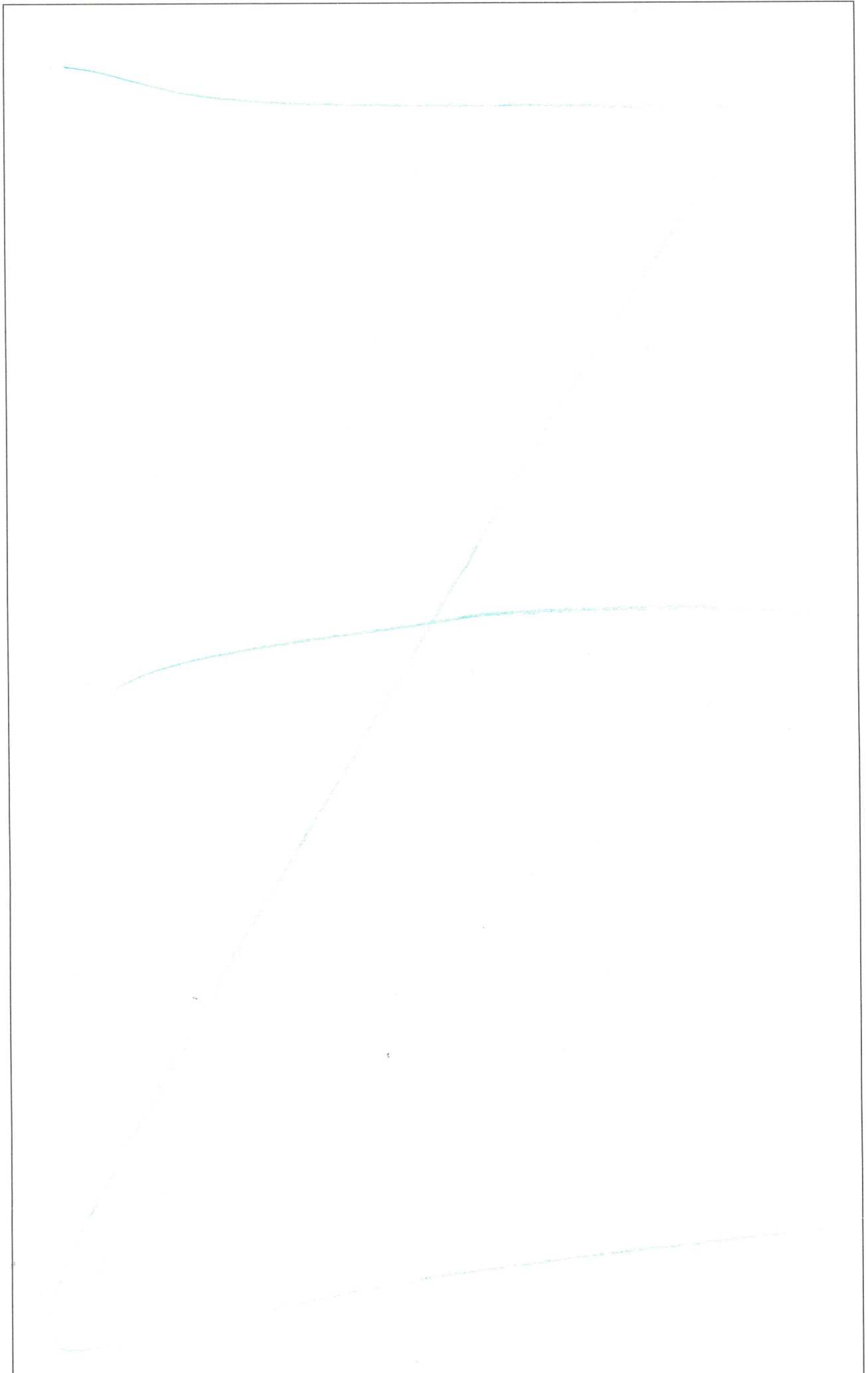


ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



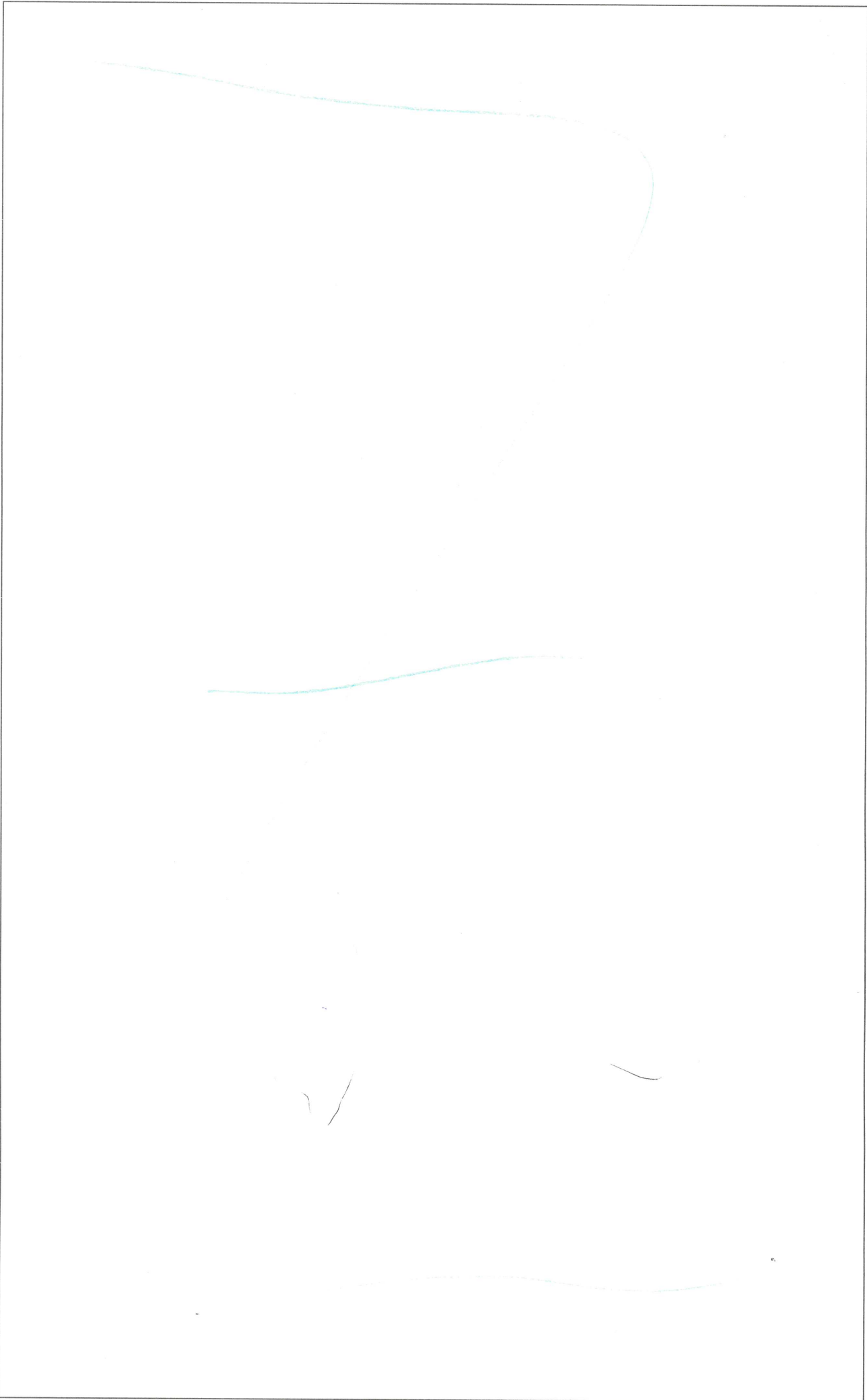
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



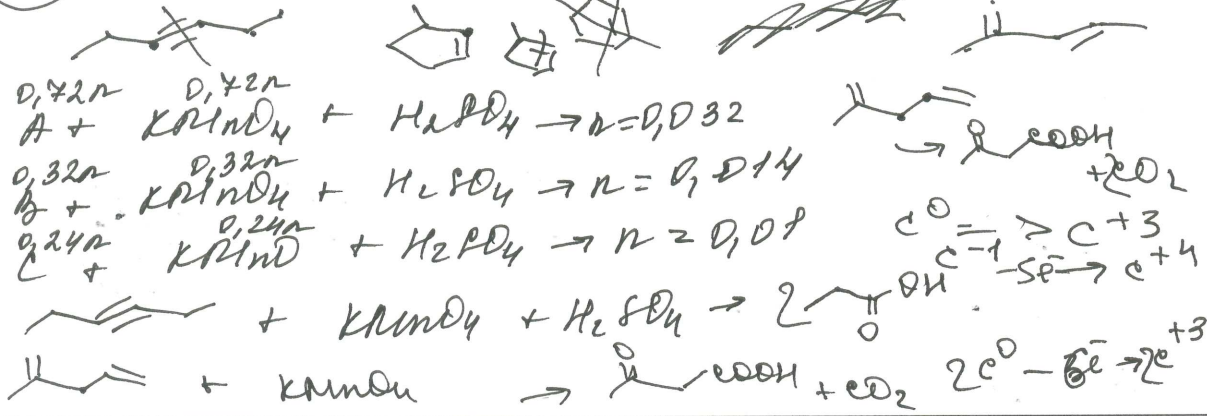
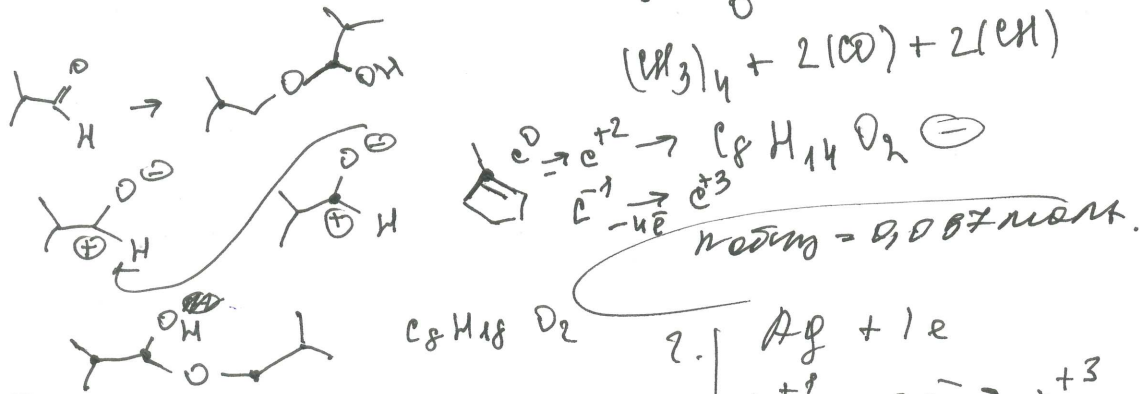
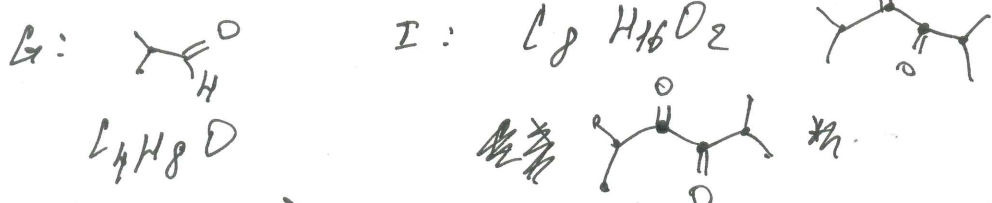
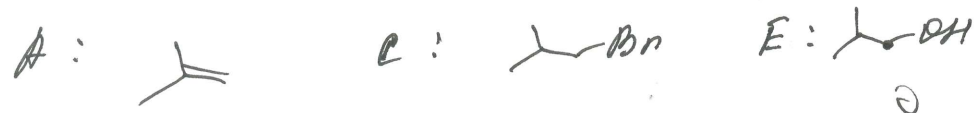
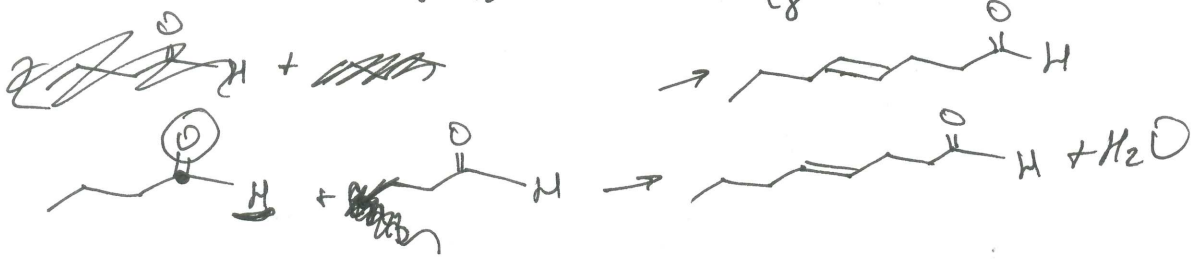
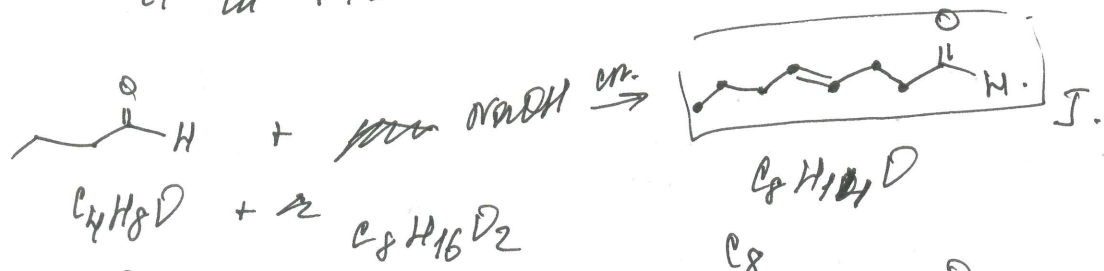
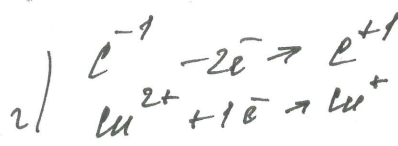
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

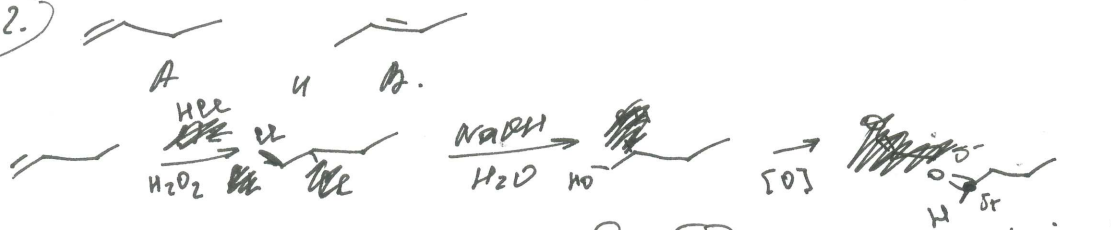


Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Черновик.



8.2.



$126 \text{ г} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}\text{O} + 2 \text{ D} \rightarrow \ominus$   
 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O} \rightarrow 14n + 16 = 126 \rightarrow \ominus$   
 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2 \rightarrow 24n + 32 = \ominus$

4.1

$A_1 = 14,50 \frac{\text{расч}}{\text{мин} \cdot 2}$   
 $\tau_{1/2} = 5730 \text{ лет} \rightarrow M(t) = N_0 \cdot 2^{-t/\tau_{1/2}}$   
 $A_2 = 1,5 \frac{\text{расч}}{\text{мин} \cdot 2}$

5.4.

$k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$   
 $\frac{k_1}{k_2} = \frac{A_1 \cdot e^{-\frac{E_a}{RT_1}} + \frac{E_a}{RT_2}}{A_2 \cdot e^{-\frac{E_a}{RT_2}}}$      $T_1 = 320$   
 $T_2 = 310$

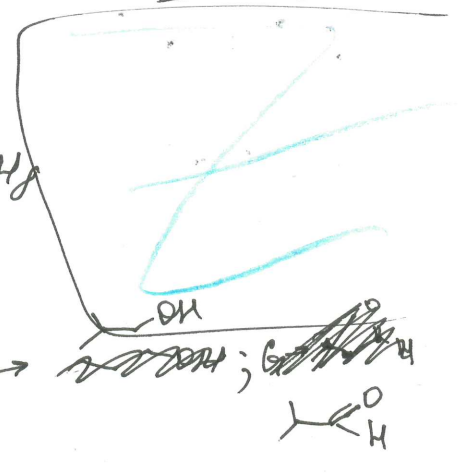
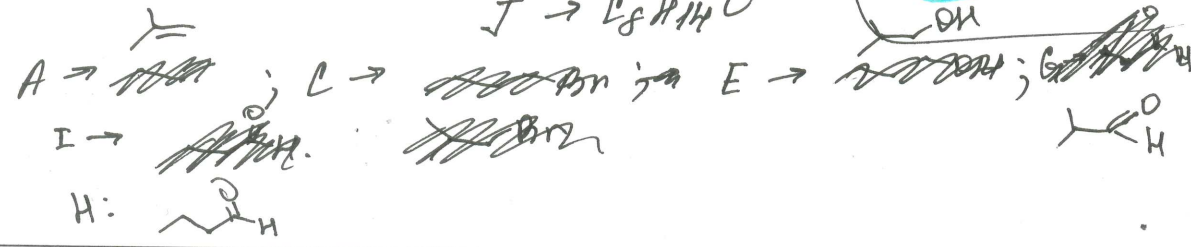
$\ln \frac{k_1}{k_2} = \ln \left( \frac{8,314 \left( \frac{1}{310} - \frac{1}{320} \right)}{\dots} \right) \rightarrow \ln \frac{k_1}{k_2} = -1,16 \cdot 10^{-3}$

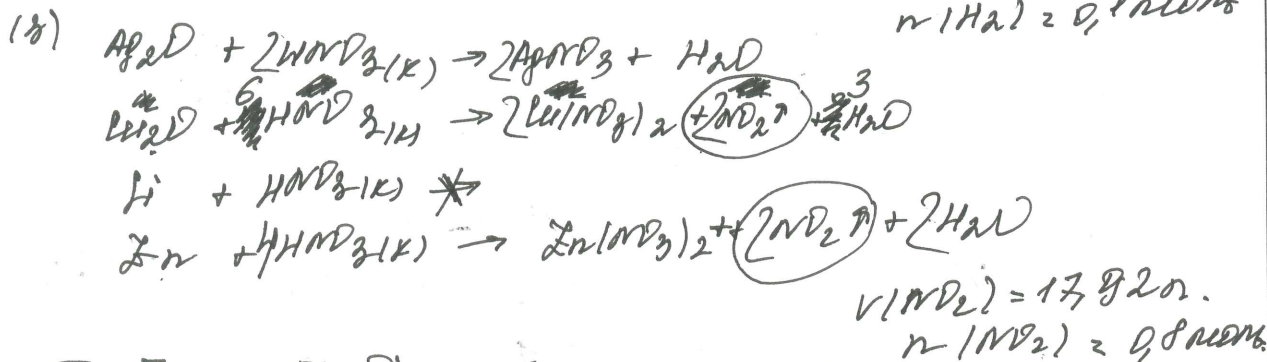
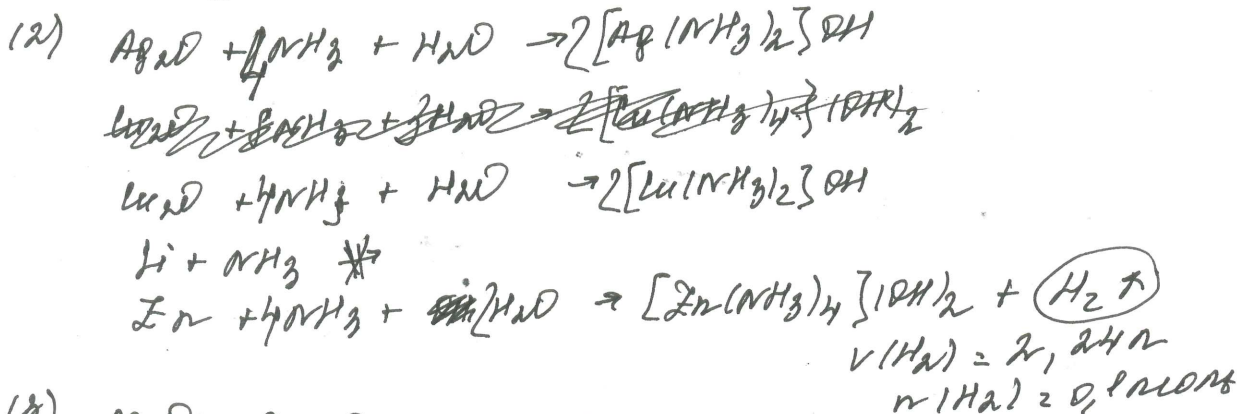
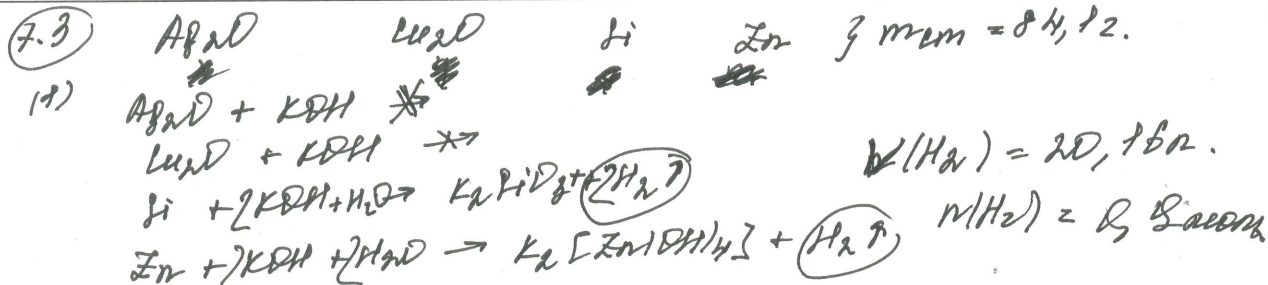
$\frac{r_2}{r_1} = \frac{k_1 \cdot [A]^2}{k_2 \cdot [A]^2} = \frac{16k_1 [A]^2}{k_2 \cdot [A]^2} = \frac{16k_1}{k_2}$   
 $\frac{k_1}{k_2} = \frac{0,9998}{9,998} = 0,1$

$\ln \frac{k_1}{k_2} = \frac{E_a}{RT_2} - \frac{E_a}{RT_1} = \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$   
 $= 1,16 \cdot 10^{-3}$

$\frac{k_1}{k_2} = 1,0012$

8.2. A, B: C4H8  
 I → C4H8O  
 J → C8H14O



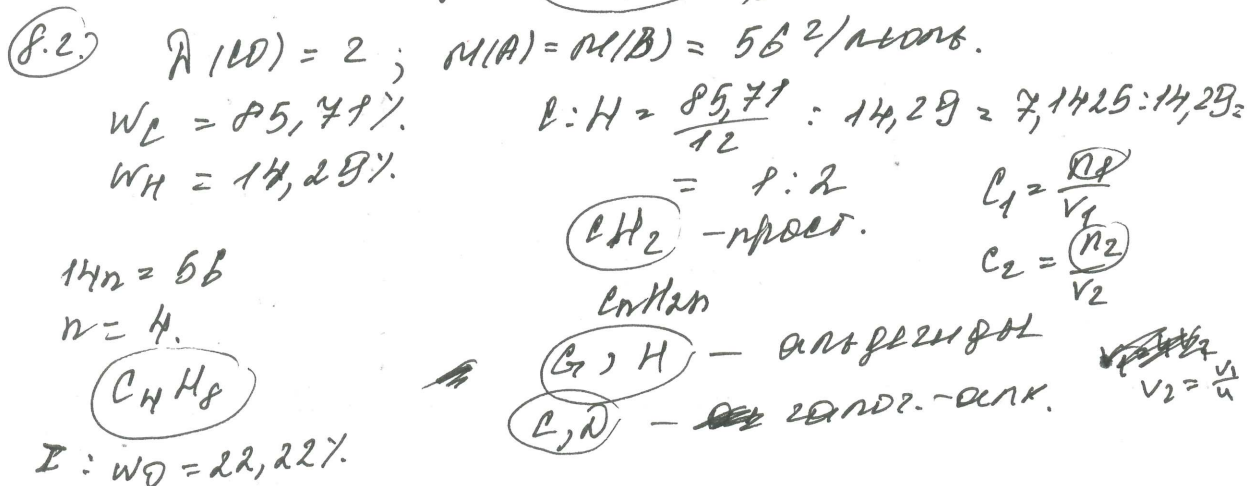


Итого  $n(Ag_2O) = 2$  атомов  
 $n(Li_2O) = 4$  атомов  
 $n(Li) = 2$  атомов  
 $n(Zn) = 1$  атомов

~~$2z + x = 0, 9$~~   
 $2z + x = 0, 9$   
 $x = 0, 1$   
 $2y + 2x = 0, 8$

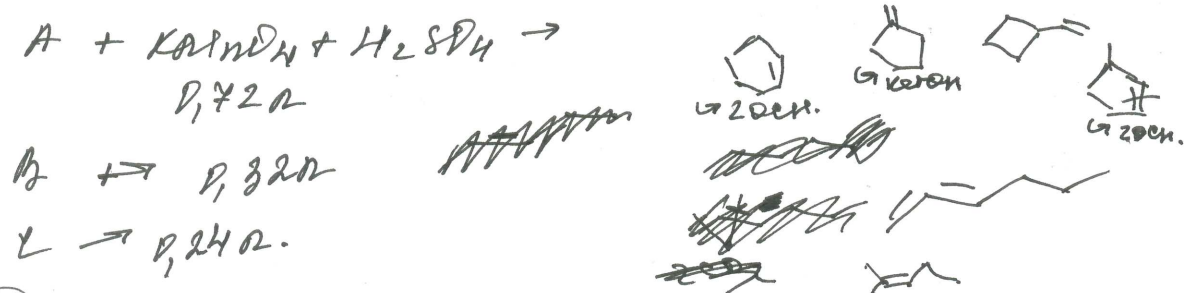
$L \geq 7$   
 $x = 0, 1$   
 $y = 0, 3$   
 $z = 0, 4$

В итоге:  $m(Zn) = 65 \cdot 0, 1 = 6, 5$   
 $m(Li) = 28 \cdot 0, 4 = 11, 22$   
 $m(Ag_2O) = 232 \cdot 2 = 464$   
 $m(Li_2O) = 144 \cdot 0, 3 = 43, 22$   
 $m_{cm} = 84, 12$



ЧЕРНОУЧК.

3.4) A, B, C  $W_L = 87,8$   $L:H = \frac{87,8}{12} : \frac{12,2}{1} = 7,32 : 12,2 = 1 : 1,67 = 3:5$   
 $W_H = 12,2$   
 $C_3H_5$  - пред.  
 $C_6H_{10} \rightarrow$  в н. н. н. - 2  
 алкин, диен, цикл-ен.



5.4)  $E_a = 96$   $\frac{K_{пр}}{моль}$   
 $r_1 = 320K$  ;  $r_2 = 310K$   $2A \rightarrow B + C$   
 $v_2 = \frac{v_1}{4} \rightarrow r_2 = 4r_1$   $k = A \cdot E$   
 $[A]_2 = 4[A]$   $n_2 = k \cdot [A]^2 [B] [C]$   
 $[B]_2 = 4[B]$   $r_2 = k \cdot (4[A])^2 \cdot 4[B] \cdot 4[C] = 256 \cdot r_1$   
 $[C]_2 = 4[C]$   $r_2 = 256 r_1$   
 $\frac{r_2}{r_1} = 256 \Rightarrow$

6.2) I)  $H_2Cr_2O_7 \rightleftharpoons H^+ + HCr_2O_7^-$   $\alpha = 100\%$   
 II)  $HCr_2O_7^- \rightleftharpoons H^+ + Cr_2O_7^{2-}$   $\alpha = 9\%$   
 $K_2 = \frac{[H^+][Cr_2O_7^{2-}]}{[HCr_2O_7^-]} = \frac{x^2}{c_0 - x} = 2,3 \cdot 10^{-2}$   
 $d_2 = \frac{c_0 - x}{c_0} = \frac{9}{100}$   
 $c_0 - x = \frac{9 \cdot c_0}{100}$   $x^2 = 2,3 \cdot 10^{-2} (c_0 - x)$   
 $d_1 = \frac{c_0 - x}{c_0} = 1 \rightarrow$   $c_0 - x = c_0$   $c_0 - x = \frac{9 \cdot c_0}{100}$   
 $\frac{c_0 - x}{c_0} = 0,09 \rightarrow$   $x = 0,09 c_0$   $x^2 = 2,3 \cdot 10^{-2} \cdot 0,09 \cdot c_0$   
 $c_0 - 0,09 c_0 = 0,09$   $x = 0,0455 c_0$   $c_0 = 25 \cdot 10^{-3}$   
 $0,09 c_0 = c_0 - 0,0455 c_0 \rightarrow$   $0,0455 c_0 = c_0 - 0,0455 c_0$   $2x = 2,275 \cdot 10^{-3}$