

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Ломоносов»
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Кушиль Дмитрий Павловича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«01» марта 2026 года

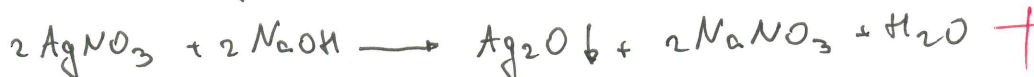
Подпись участника

ЧИСТО ВИК

N1.3 медленно, по каплям добавлять р-р NaOH



Белый осадок, к-рый растворяется в избытке NaOH.



чёрный осадок, не раств. в избытке.



Белый осадок, не раств. в избытке.

N2.1



$$Q_n = 2 Q_{перв.} + Q_{втор} = 2212,1 \frac{kJ}{\text{моль}}$$

$$Q_{mn} = \frac{Q_n}{M_n} = 50,28 \frac{kJ}{\text{кг}}$$

$$Q_{с5} = 2 Q_{перв.} + 2 Q_{втор} = 2864,4 \frac{kJ}{\text{моль}}$$

$$Q_{с5} = \frac{Q_{с5}}{M_{с5}} = 49,37 \frac{kJ}{\text{кг}}$$

1 моль зчмтей c-ки: 0,7 моль C₃H₈ + 0,3 моль C₄H₁₀

$$Q_{зчмт} = 0,7 Q_n + 0,3 Q_{с5} = 2407,8 \frac{kJ}{\text{моль}}$$

$$Q_{летн} = 0,4 Q_n + 0,6 Q_{с5} = 2603,5 \frac{kJ}{\text{моль}}$$

хоть в $\frac{kJ}{\text{моль}}$ $Q_{зчмт} < Q_{летн}$, в $\frac{kJ}{\text{кг}}$ $Q_{зчмт} > Q_{летн}$ (т.к. $Q_{mn} > Q_{с5}$)
дополнительная энергия требуется для разрыва при горении

N3.4

$$C_nH_m, M = \frac{12n}{87,8\%} = 13,667n$$

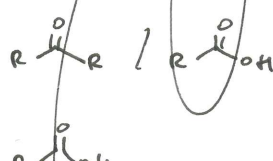
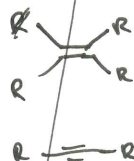
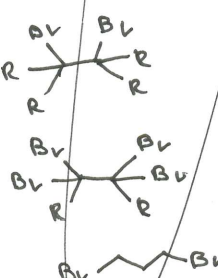
при n=3: C₃H₅ ← нечёт

при n=6: C₆H₁₀

в-во:



$$C:H = 2n$$



$$V_{\text{кмолн А}} : V_{\text{кмолн В}} : V_{\text{кмолн С}} = 720 : 320 : 240 = 9 : 4 : 3$$

1 2 3 4 5 6 7 8 / 4 7 12 14 18 21 23

(узнавание с-ки)

Давид

№4.1

Чистовик

$N(t) = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$ - зависимость кол-ва радиоактивных частиц от времени

кол-во распадов λ - первая производная

$$\lambda(t) = N'(t) = \left(N_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{T_{1/2}}} \right)' = N_0 \cdot \ln 0,5 \cdot \frac{1}{T_{1/2}} \cdot 0,5^{\frac{t}{T_{1/2}}} = \lambda_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

$$\frac{\lambda}{\lambda_0} = 0,5^{\left(\frac{t}{T_{1/2}}\right)} \Rightarrow \log_{0,5} \left(\frac{\lambda}{\lambda_0} \right) = \frac{t}{T_{1/2}} \Rightarrow t = T_{1/2} \cdot \log_{0,5} \left(\frac{\lambda}{\lambda_0} \right) = 280,3 \text{ года}$$

2026 - 280,3 = 1745,7, что не попадает в промежуток годов жизни художника \Rightarrow это не подлинник.

№5.4

$$k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

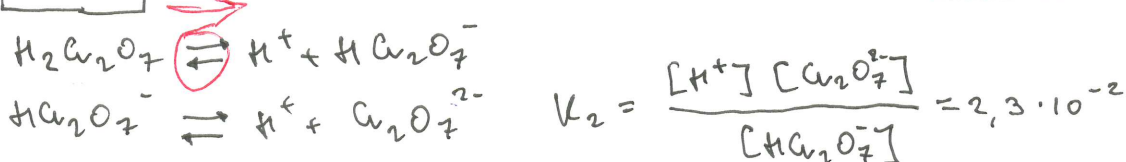
$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT_2}}}{A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT_1}}} = e^{\left(\frac{E_a}{RT_1} - \frac{E_a}{RT_2} \right)} = e^{\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)} = 0,3123$$

$v = k \cdot [A]^2$, т.к. $v \downarrow$ в 4 раза, $[A] \uparrow$ в 4 раза

$$\frac{[A]_2}{[A]_1} = 4$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k_2 \cdot [A]_2^2}{k_1 \cdot [A]_1^2} = 0,3123 \cdot 4^2 = 5$$

№6.2



пусть концентрация n -той = c_0 и $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = x$

т.к. $\alpha_1 = 100\%$, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ в р-ре нет. $\Rightarrow [\text{HC}_2\text{O}_4^-] = c_0 - x$ (по мет. балансу)

$$\alpha_2 = \frac{[\text{продис.}]}{[\text{всего}]} = \frac{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}{[\text{HC}_2\text{O}_4^-] + [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]} = \frac{x}{c_0} \Rightarrow x = \alpha_2 c_0$$

$$K_2 = \frac{[\text{H}^+] \cdot x}{c_0 - x} = \frac{[\text{H}^+] \cdot \alpha_2 c_0}{c_0 - \alpha_2 c_0} = \frac{\alpha_2 [\text{H}^+]}{1 - \alpha_2} \Rightarrow [\text{H}^+] = \frac{(1 - \alpha_2) K_2}{\alpha_2} =$$

$$= 0,2326 \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 0,6335$$

т.к. среда сильно кислая, $[\text{OH}^-] \ll [\text{H}^+]$, можно прене-

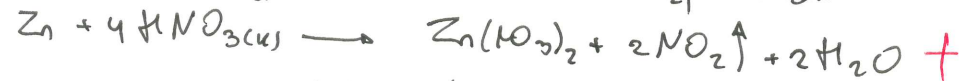
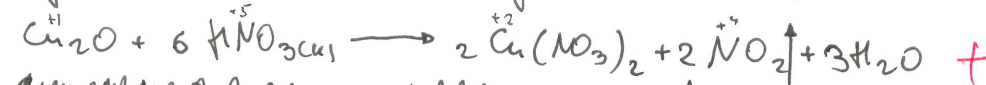
Бречь.

$$\text{Зарядный баланс: } [H^+] = [HCu_2O_7^-] + 2[Cu_2O_7^{2-}] = C_0 - x + 2x =$$

$$= C_0 + x = C_0 + \alpha_2 C_0 = (1 + \alpha_2) C_0$$

$$C_0 = \frac{[H^+]}{1 + \alpha_2} = \underline{0,2134 \text{ M}}$$

№ 7.3



пусть кол-во в-ва Ag_2O , Cu_2O , Si - Zn = x, y, z и w соответственно.

$$V_{ггз1} = \frac{P \cdot V_{ггз1}}{RT} = 0,9 \text{ моль} = 2z + w$$

$$V_{ггз2} = \frac{V_{ггз1}}{g} = 0,1 \text{ моль} = w$$

$$V_{ггз3} = \frac{P \cdot V_{ггз3}}{RT} = 0,8 \text{ моль} = 2y + 2w$$

$$z = \frac{V_{ггз1} - V_{ггз2}}{2} = 0,4 \quad y = \frac{V_{ггз3} - 2V_{ггз2}}{2} = 0,3$$

$$m = 84,1 \text{ г} = x \cdot M_{Ag_2O} + y \cdot M_{Cu_2O} + z \cdot M_{Si} + w \cdot M_{Zn}$$

$$x = \frac{m - yM_{Cu_2O} - zM_{Si} - wM_{Zn}}{M_{Ag_2O}} = 0,1013 \text{ моль}$$

$$m(Ag_2O) = M_{Ag_2O} \cdot x = 23,5 \text{ г}$$

$$m(Cu_2O) = M_{Cu_2O} \cdot y = 42,9 \text{ г}$$

$$m(Si) = M_{Si} \cdot z = 11,2 \text{ г}$$

$$m(Zn) = w \cdot M_{Zn} = 6,5 \text{ г}$$

23,2
43,2
+
29,2

N 3.2

$$M = 2 \cdot M(CO) = 56 \frac{5}{1010}$$

$$M(C) = \frac{M \cdot \omega(C)}{M(CS)} = 4 \Rightarrow C_4H_8$$

N 3.4

$$M = \frac{12n}{87,8\%} = 13,667n \rightarrow \begin{matrix} \text{при } n=3 & C_3H_5 \leftarrow \text{нечёт.} \\ n=6 & C_6H_{10} \checkmark \end{matrix}$$

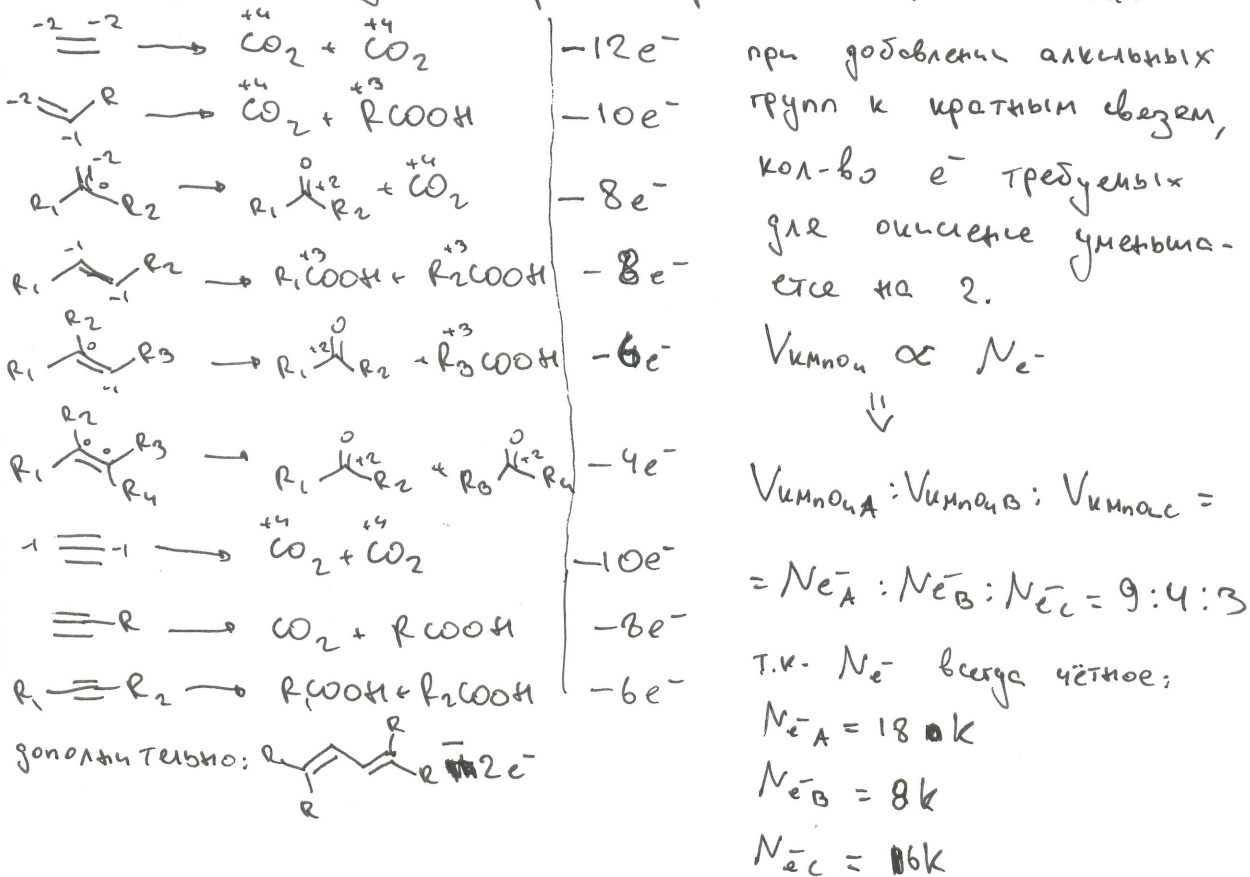
$$A, B, C - (C_6H_{10})_n$$

на все три вещества одинаковое кол-во брома \Rightarrow
 $\Rightarrow N(C=C) + 2N(C \equiv C)$ одинаковое

Из-за этого и того, что при окр. $KMnO_4$ не образуется двухосновных к-т можно сделать вывод, что скорее всего все в-ва C_6H_{10} .

$$C.H. = 2 \Rightarrow \text{либо } 1 C \equiv C \text{ либо } 2 C = C$$

Можно заметить закономерность при окислении $KMnO_4$:

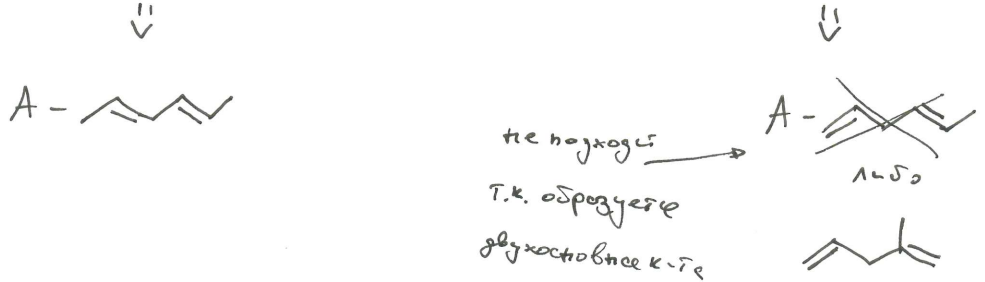


$$N_{e^-} = 12N(C=C) + 10N(C \equiv C) - 2N(R) + 2N(\text{алкены})$$

либо при $K=1$:

$$N_{e^-A} = 18 \Rightarrow \text{должны быть } 2 C=C, \text{ тогда если связи сопряжены:}$$

$N(R) = \frac{24 - 18 + 2}{2} = 4$, если нет: $N(R) = \frac{24 - 12}{2} = 3$



$N_{C \equiv C} = 8$ - очень маленькие числа, 1 $C \equiv C$
 $N_{C=C} = 6$

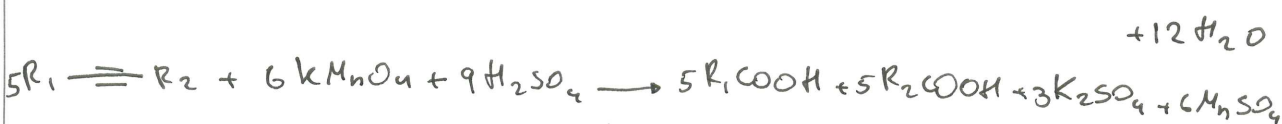
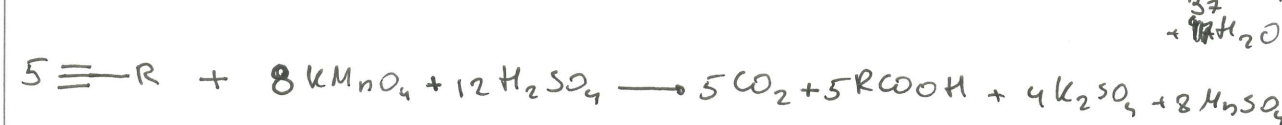
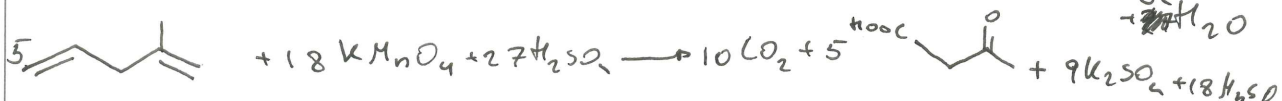
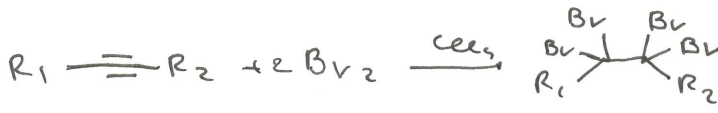
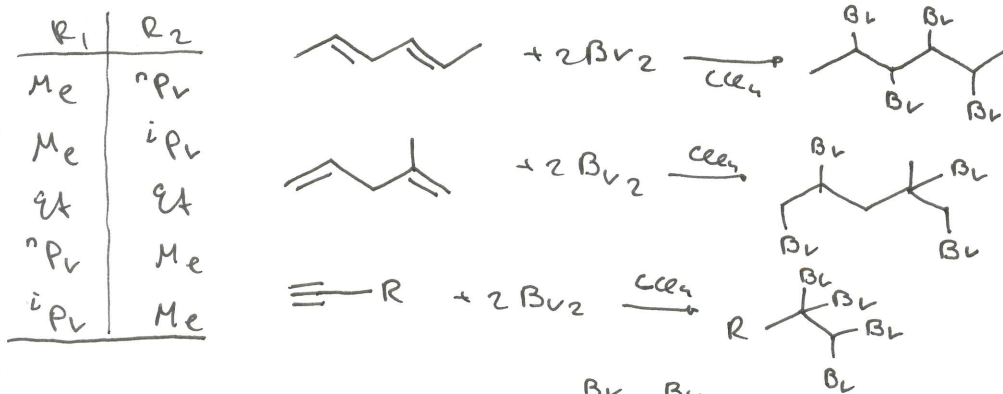
считаем аналогично А:

$N(R)_B = \frac{10 - 8}{2} = 1 \Rightarrow B - \equiv R$

$N(R)_C = \frac{10 - 4}{2} = 2 \Rightarrow C - R_1 \equiv R_2$

где R - какой-то изомер C_4H_8 : $^nB_4, ^iB_4, ^sB_4, ^zB_4$

и у R_1, R_2 кол-во C в сумме = 4, т.е.:

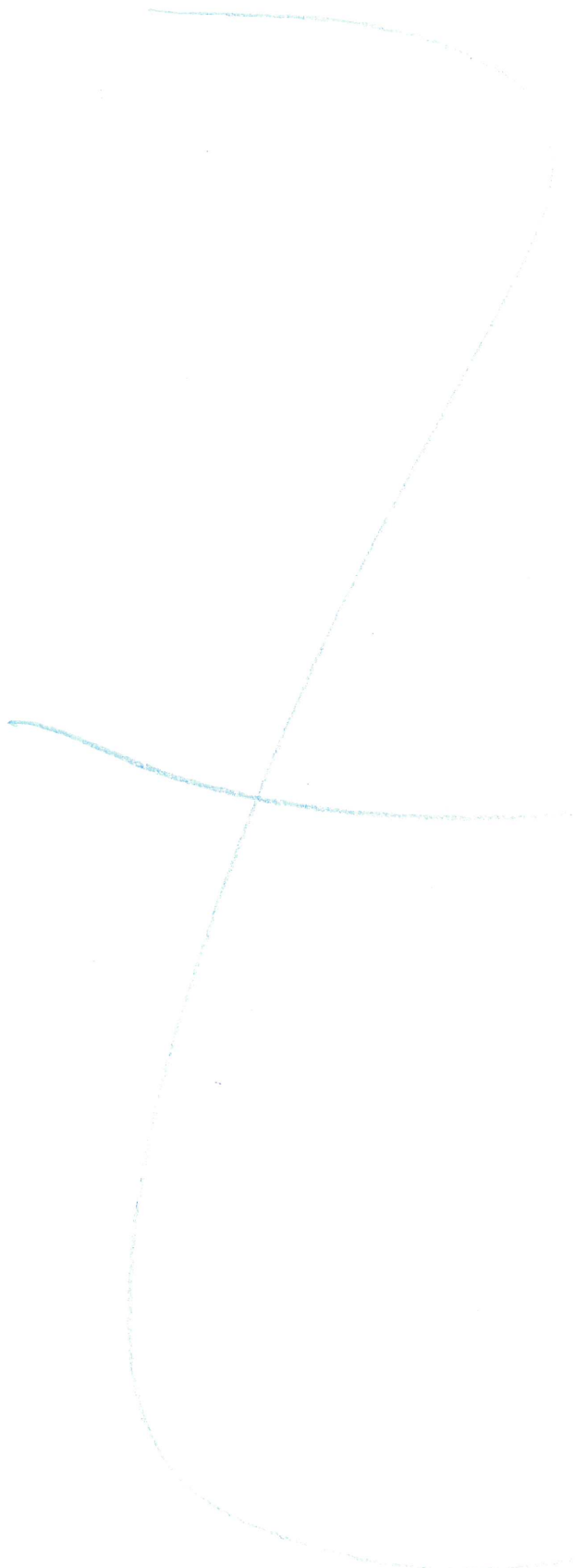
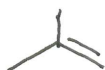


~~_____~~ f

№ 8.2

$$M = D_{CO} \cdot M_{CO} = 56 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$N(C) = \frac{M \cdot \omega(C)}{M(C)} = 4 \Rightarrow C_4H_8$$





ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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



ЧЕРЮВНИК

36:16:12

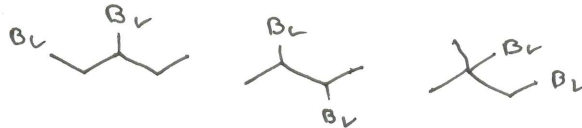
C_4H_8



A/B



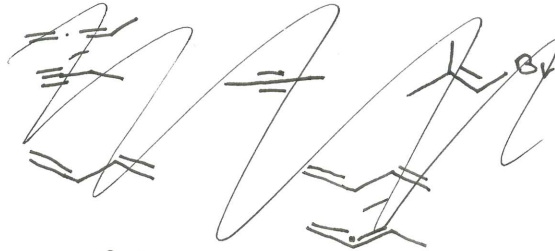
$\downarrow Br_2, CCl_4$



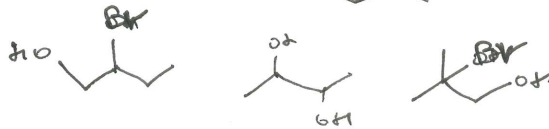
C/D



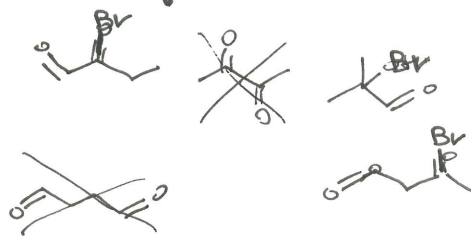
$\downarrow NaOH, H_2O$



E/F

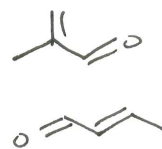


$\downarrow O_2$



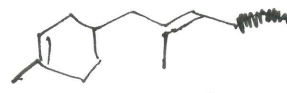
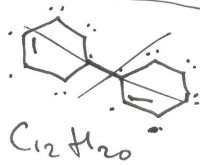
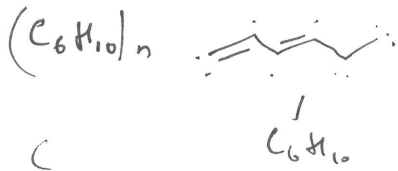
G/H

\downarrow

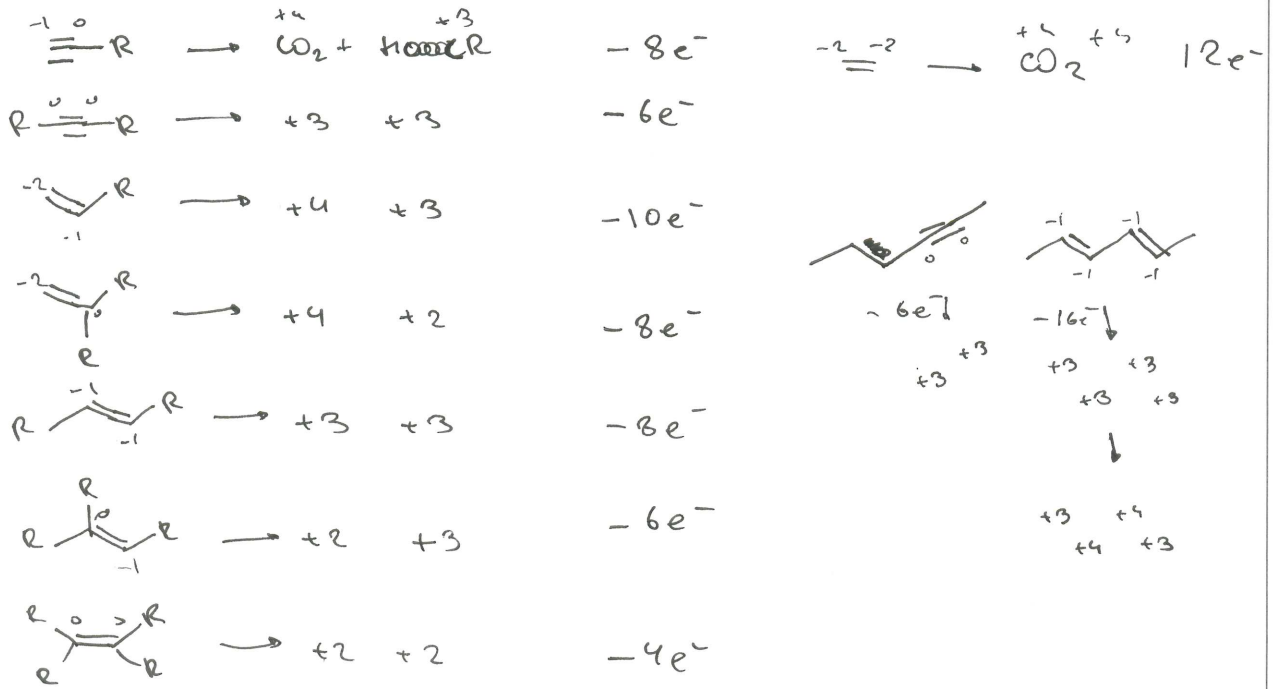


I/J

ЧЕРНОБИК



$V = 9:4:3$



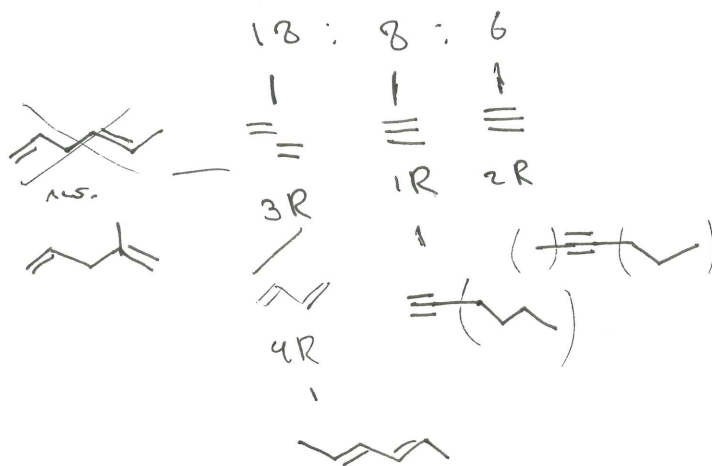
~~$N(e^-) = 24 - 2N(C \equiv C) - 2N(R)$~~ $9:4:3$

$(24 - 9) : (24 - 6) : (24 - 6) = 9:4:3$

18 8 6

$N(e^-) = 10N(\equiv) + 12N(=) - 2N(R) + 2N(\text{diene})$

$\begin{matrix} 0 \\ 2 \\ 0 \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} 24 - 2N(R) + 2N(=) \\ 10 - 2N(R) \end{matrix}$



ЧЕРНОВИК



$$N = N_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

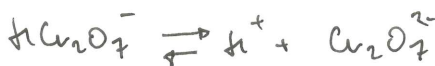


$$v = \dot{N} = N_0 \cdot \ln 0,5 \cdot \frac{1}{T_{1/2}} \cdot 0,5^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$



$$(a^x)^y = \ln a \cdot a^x$$

$$(f(g))' = f'(g) \cdot g' \quad a^{bx} = e^{bx \cdot \ln a}$$



$$K_2 = \frac{[CO_3^{2-}][H^+]}{[HCO_3^-]}$$

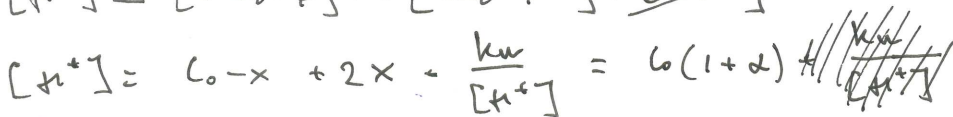
$$\alpha_2 = \frac{[CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-] + [CO_3^{2-}]} = 0,09$$

\uparrow
C-x

$$\alpha_2 = \frac{x}{C_0} \quad k_2 = \frac{x [H^+]}{C_0 - x} = \frac{\alpha_2 C_0 [H^+]}{C_0 (1 - \alpha_2)} \Rightarrow [H^+] = \frac{k_2 (1 - \alpha_2)}{\alpha_2}$$

$$x = \alpha_2 C_0$$

$$0,2326 M$$



$$C_0 = \frac{k_w}{[H^+]^2} (1 + \alpha) \quad \frac{[H^+]}{1 + \alpha} = 0,2134 M$$

