



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Псков
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников заключительный этап
наименование олимпиады

олимпиады "Ломоносов"

по химии
профиль олимпиады

Мисауска Сергей Эдуардович
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

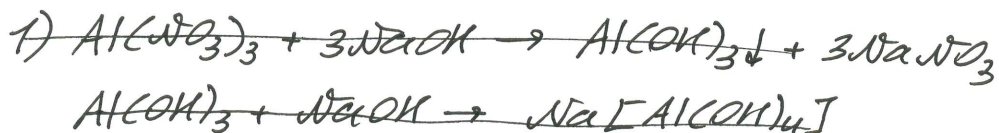
«01» мая 2026 года

Подпись участника

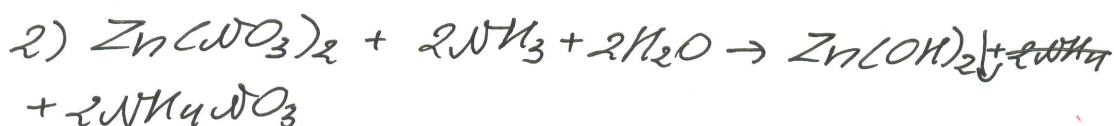
Мисау

Чистовик

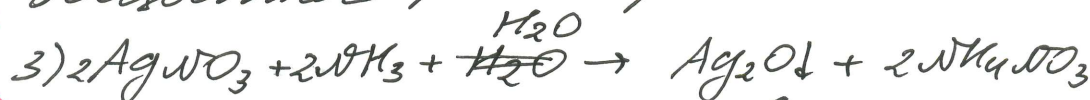
1.5. Взвесить $Al(NO_3)_3$, $Zn(NO_3)_2$ и $AgNO_3$ можно с помощью раствора $NaOH$ и NH_3



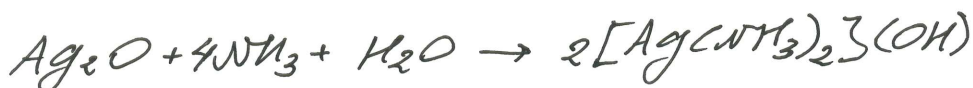
С нитратом алюминия выпадает белый осадок, не растворяющийся в избытке аммиака



С нитратом цинка выпадает белый осадок, который растворяется в избытке аммиака с образованием бесцветного раствора.



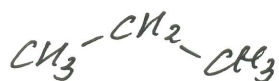
С нитратом серебра выпадает черный осадок оксида серебра, растворяющийся в избытке аммиака с образованием $[Ag(NH_3)_2]^+$ -иона:



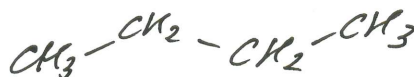
2.5. Пусть $n(\text{Зеленей смеси}) = 1 \text{ моль}$

$n(C_3H_8) = 0,75 \cdot 1 = 0,75 \text{ моль}$

$n(C_4H_{10}) = 0,25 \cdot 1 = 0,25 \text{ моль}$



пропан



н-бутан

В пропане 2 первичных C , и 1 вторичный
 В бутане 2 первичных C и 2 вторичных.

Мостовик

$$n(\text{CH}_3) = 0,75 \cdot 2 + 0,25 \cdot 2 = 2 \text{ моль}$$

$$n(\text{CH}_2) = 0,75 \cdot 1 + 0,25 \cdot 2 = 1,25 \text{ моль}$$

$$Q_{c1} = 2 \cdot 749,9 + 1,25 \cdot 652,3 = 2375,175 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

(при сгорании жидкой смеси)

$$\text{Пусть } n(\text{легкой смеси}) = 1 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,4 \cdot 1 = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 0,6 \cdot 1 = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(\text{CH}_3) = 0,4 \cdot 2 + 0,6 \cdot 2 = 2 \text{ моль}$$

$$n(\text{CH}_2) = 0,4 \cdot 1 + 0,6 \cdot 2 = 1,6 \text{ моль}$$

$$Q_{c2} = 2 \cdot 749,9 + 1,6 \cdot 652,3 = 2603,48 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

(при сгорании легкой смеси)



Было:	x	0	0
Δ:	-x	+x	+x
Стало:	0	x	x



Было:	x	0	x
Δ:	-0,06x	+0,06x	+0,06x
Стало:	0,94x	0,06x	1,06x

$$\text{где } x = c_0(\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$$

$$[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = 0,06x \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$[\text{H}^+] = 0,06x + 0,06x \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$[\text{HCr}_2\text{O}_7^-] = 0,94x \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$K(\text{HCr}_2\text{O}_7^-) = \frac{[\text{H}^+][\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{HCr}_2\text{O}_7^-]} = 2,3 \cdot 10^{-2}$$

Чистовик

$$\frac{1,06x \cdot 0,06x}{0,94x} = 2,3 \cdot 10^{-2}$$

$$x = 0,34$$

$$C_0(H_2Cr_2O_7) = 0,34 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$[H^+] = 1,06 \cdot 0,34 = 0,3604 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$pH = -\log_{10} [H^+] = -\lg(0,3604) = 0,443 \approx 0,44$$

4.5. С HNO_3 (кисл.) реагируют: Ag , Zn , SiO_2
с образованием растворов нитратов,
значит оставшаяся масса - масса
 SiO_2

$$m(SiO_2) = 103 - 85 = 182$$



С раствором KOH реагирует только
цинк



$$n(H_2) = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(H_2) = n(Zn) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(Zn) = 0,2 \cdot 65 = 132$$

С раствором аммиака реагирует
 SiO_2 : $4 Zn$!



$$m(SiO_2) = 41,82$$

$$m(Ag) = 103 - 18 - 132 - 41,82 = 30,22$$

Чистовое

$$8.4. \quad M(F) = \frac{80n}{0,7921} = \frac{101n}{1} \text{ г/моль}$$

$$\text{Если } n = 2, \quad M(F) = 202 \text{ г/моль}$$

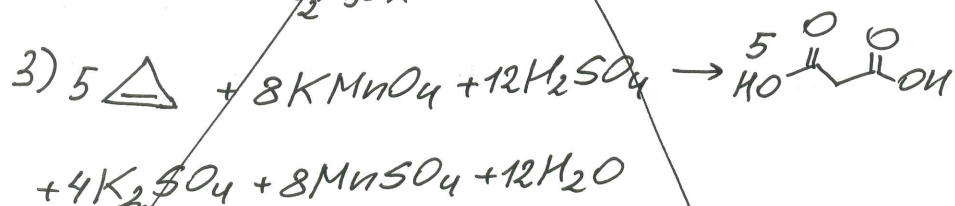
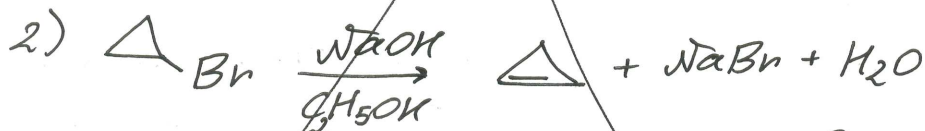
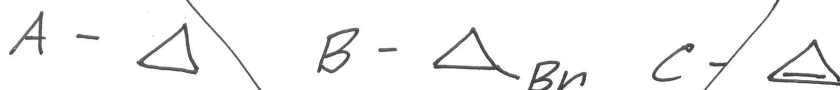
$$M(\text{углеродного скелета}) = 202 - 80 \cdot 2 = 42 \text{ г/моль}$$

$$\text{При } n = 1 \quad M(\text{углеродного ск.}) = 101 - 80 = 21 \text{ г/моль не подходит}$$

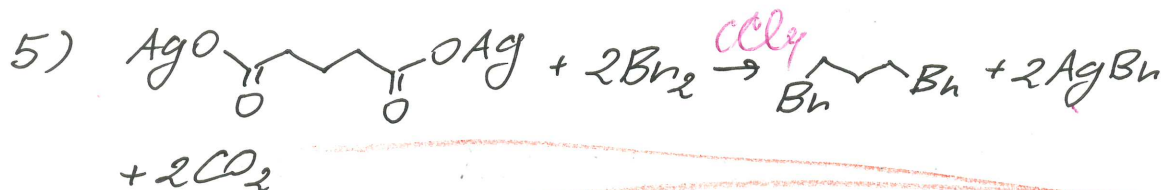
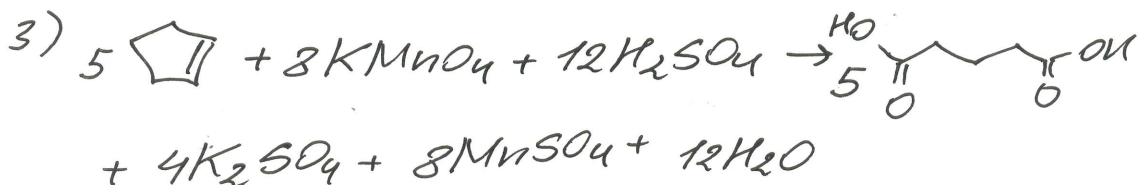
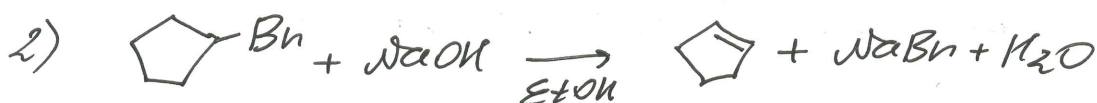
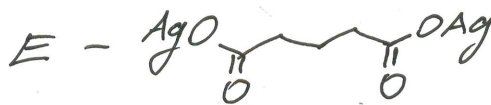
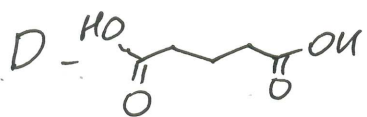


$$M(A) = \frac{12x}{0,8541} = 14x \text{ г/моль}$$

$$\text{При } x = 3 \quad M(A) = 42 \text{ г/моль}$$



Чистовик

A - C_nH_{2n} A - C_5H_{10} 

4.2. Соотношение количества атомов ^{14}C в юнине к количеству атомов ^{14}C в явивом организме равно отношению скоростей распада:

$$\frac{N(^{14}C)_t}{N(^{14}C)_0} = \frac{14,87}{15,00} = 0,99133$$

Кинетика радиоактивного распада подчиняется уравнению:

$$N = N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$$

Чистовик

$$\frac{N(^{14}\text{C})_t}{N(^{14}\text{C})_0} = 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$$

$$\log_2\left(\frac{N(^{14}\text{C})_t}{N(^{14}\text{C})_0}\right) = -\frac{t}{T_{1/2}}$$

$$t = -T_{1/2} \cdot \log_2\left(\frac{N(^{14}\text{C})_t}{N(^{14}\text{C})_0}\right) = -5730 \cdot \log_2\left(\frac{14,87}{15}\right) =$$

$$= 71,96 \text{ лет} \approx 72 \text{ года}$$

Значит возраст картины - 72 г.

Картина могла быть написана максимум в $2025 - 72 = 1954$ году, что не соответствует периоду жизни художника (1840 - 1926) $\Rightarrow$ картина не является подлинником.



Реакция имеет 2 порядка (т.к. является элементарной)

$$r = k[A]^2$$

Пусть при $T = 323\text{ K}$, скорость реакции равна v_0 , константа равна k , а концентрация A равна $[A]_0\text{ M}$.

При уменьшении V в 3 раза

$$[A]_1 = \frac{n}{[A]_0 \cdot \frac{1}{3}} = 3 \frac{n}{[A]_0} = 3[A]_0$$

$$\text{Значит } v_1 = k \cdot (3[A]_0)^2 = 9k[A]_0^2$$

$$= 9v_0 \Rightarrow k_1 = 9k_0$$

$$V_2 = 2V_0 \Rightarrow k = 2k_0$$
$$[A] = 3[A] \Rightarrow k_2 = \frac{2}{9}k_0$$

$$K = A \cdot e^{-\frac{E_A}{RT}}$$

$$\begin{cases} K_1 = A \cdot e^{-\frac{E_A}{RT_1}} \\ K_2 = A \cdot e^{-\frac{E_A}{RT_2}} \end{cases} \Rightarrow \ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{E_A}{RT_1} - \frac{E_A}{RT_2}$$

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{E_A}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

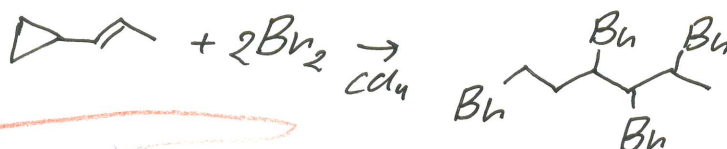
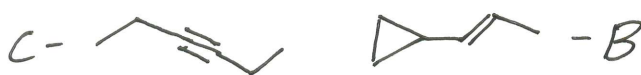
$$E_A = \frac{R \cdot \ln\left(\frac{k_2}{k_1}\right)}{\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)} = \frac{8,314 \cdot \ln\left(\frac{2k_0}{9k_0}\right)}{\frac{1}{323} - \frac{1}{290}} = 35495 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \approx 35,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

3.5. $M(\text{углеводородов}) = \frac{12x}{0,878} = \cancel{13,67} \cdot 13,667x$
г/моль

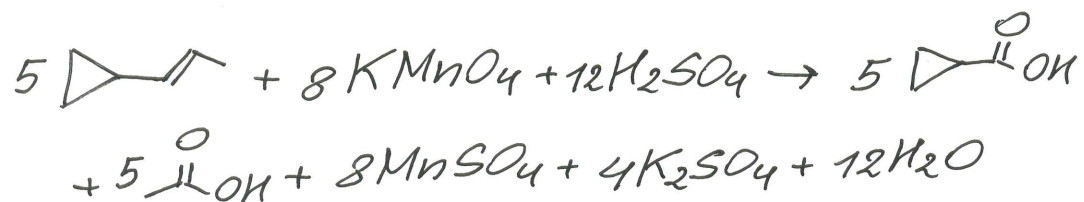
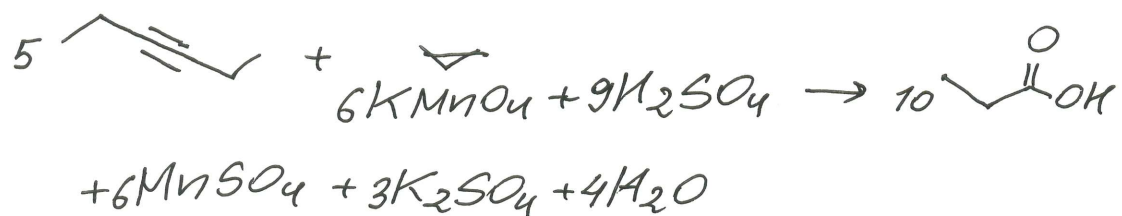
При $x=6$ $M(\text{углеводородов}) = 827 \text{ г/моль}$

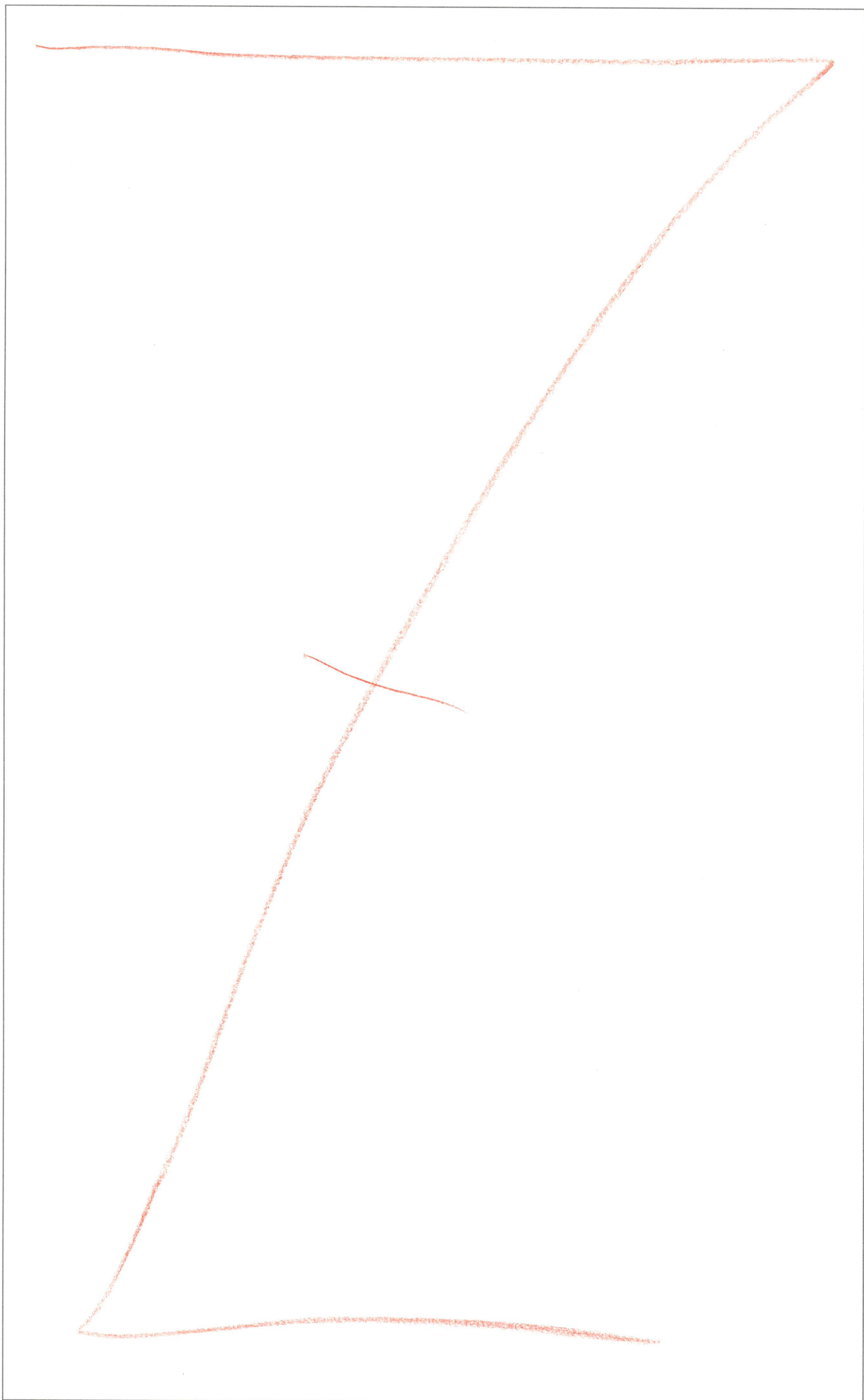


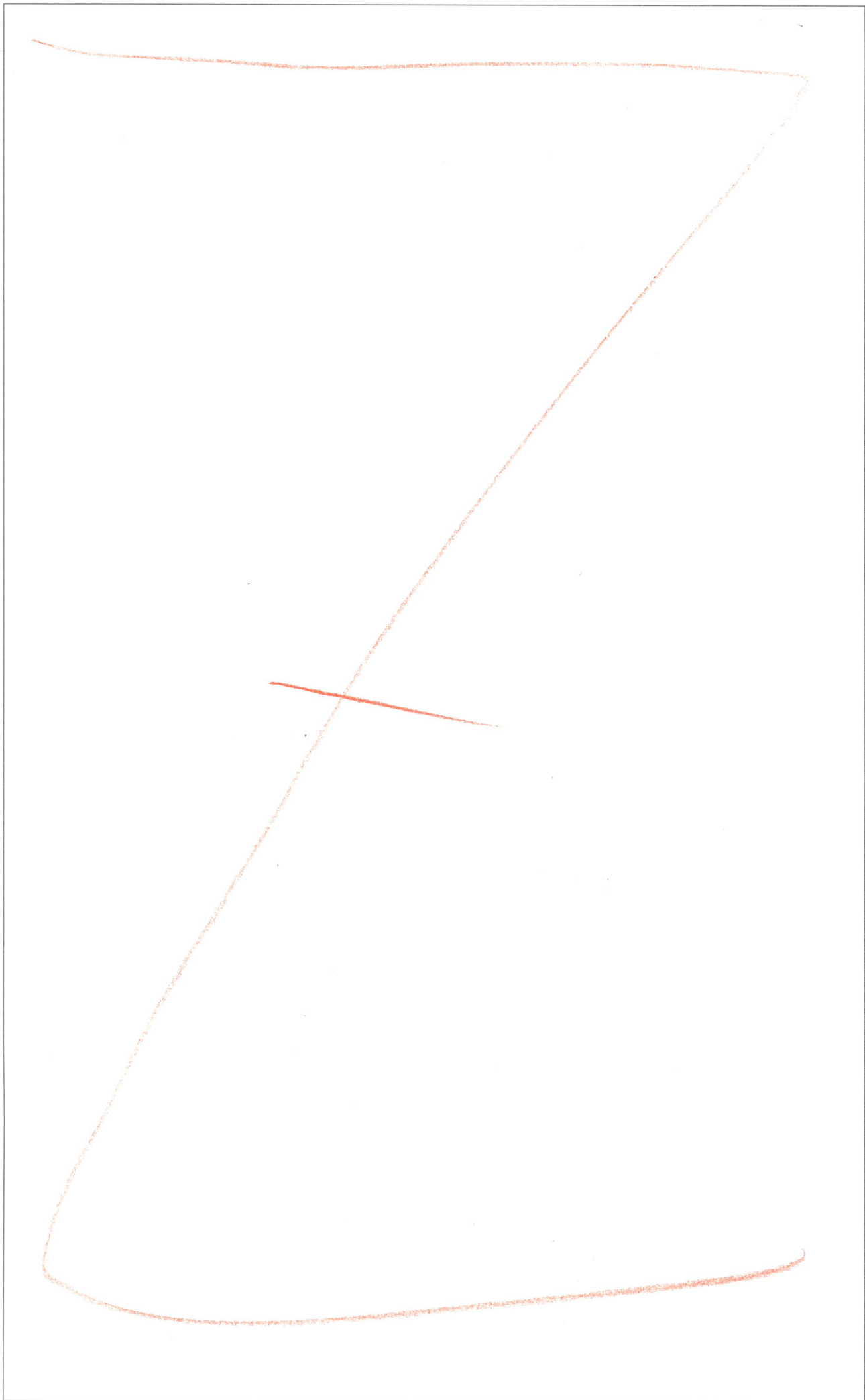
Условию подходят вещества:



чистовик

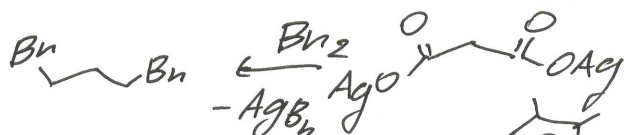
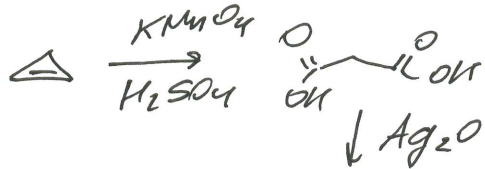
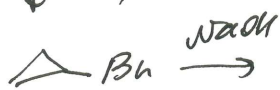
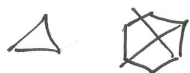






Черновик

Cu_2O	SiO_2	Ag	Zn
41,82	182	30,4	0,2 мал
			12,82



323 K

290 K



1) 323 K n $[A]$ k

$n = k[A]^2$

2) 323 K $9n$ $3[A]$ k

3) 290 K $2n$ $3[A]$ $k_2 = \frac{2}{9} k_0$

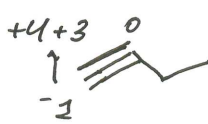
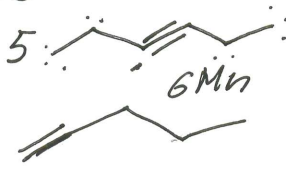
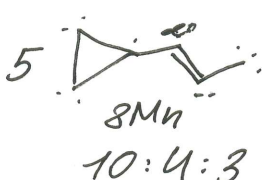
$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_A}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad \frac{\frac{2}{9} k_0}{k_0} =$

$\ln \left(\frac{2}{9} \right) = \frac{E_A}{R} \left(\frac{1}{323} - \frac{1}{290} \right) \quad E_A = 35495 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$

$2n = \frac{2}{9} k_0 \cdot (3A_2)^2 = 2k_0 A_0^2$

$9n = k_0$

$-2 \rightarrow +6$



8

З: 75% 25%
 и: 40% 60%

1 моль:

0,75 моль ~

0,25 моль ~

$$CH_3: 0,4 \cdot 2 + 0,6 \cdot 2 = 2$$

$$CH_2: 0,4 \cdot 1 + 0,6 \cdot 2 = 1,6$$

$$2 \cdot 479,9 + 1,6 \cdot 652,3 = 2603,48 \frac{kJ}{моль}$$

$$n(CH_3) = 0,75 \cdot 2 + 0,25 \cdot 2 = 2 \text{ моль}$$

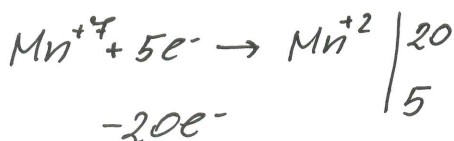
$$n(CH_2) = 0,75 \cdot 1 + 0,25 \cdot 2 = 1,25 \text{ моль}$$

$$2 \cdot 479,9 + 1,25 \cdot 652,3 = 2375,175 \frac{kJ}{моль}$$

3) C_6H_{10}

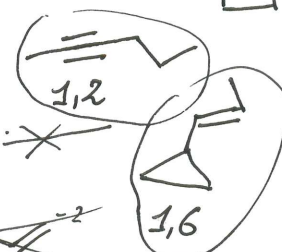
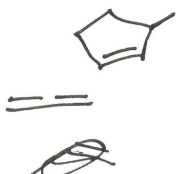


+6



14,87 $\frac{kJ}{моль}$

15,00 $\frac{kJ}{моль}$



$$[A] = 1 \cdot 2^{-5730 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60}$$

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

$$C = \frac{V}{V \cdot \frac{1}{3}} = 3 \frac{V}{V}$$

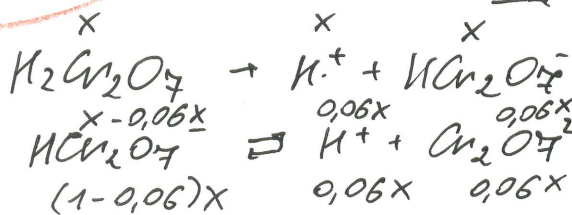
$$\frac{323}{290} \frac{[A]_0}{3[A]_0} \frac{V_0}{2V_0}$$

+6
-14

$$V = k[A]^2$$

$$\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} = k t$$

$\frac{1}{V}$



$$x = 0,34$$

$$0,3604 = pH = 0,44$$

$$\frac{(0,06x)^2}{(1 - 0,06)x} = 2,3 \cdot 10^{-2}$$