



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 1

Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по Химии  
профиль олимпиады

Яковлеву Алексея Николаевича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

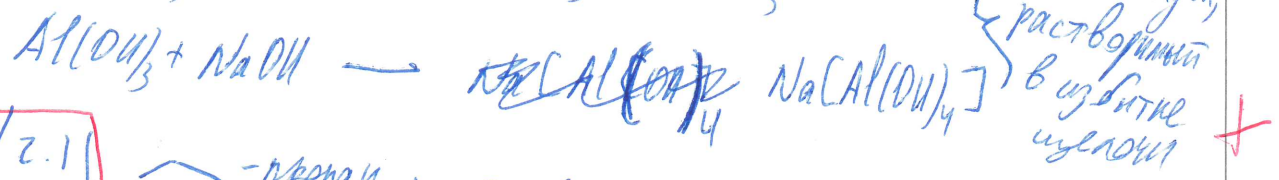
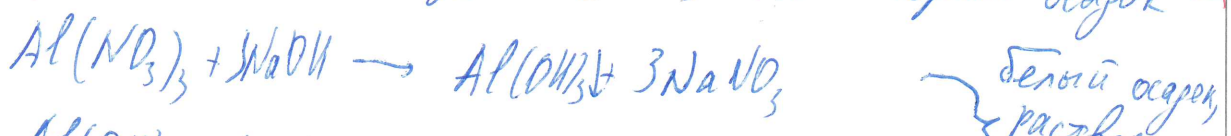
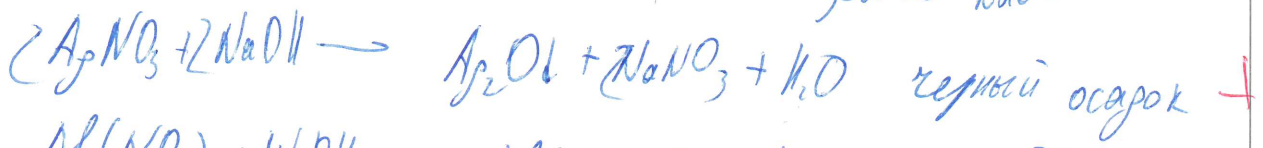
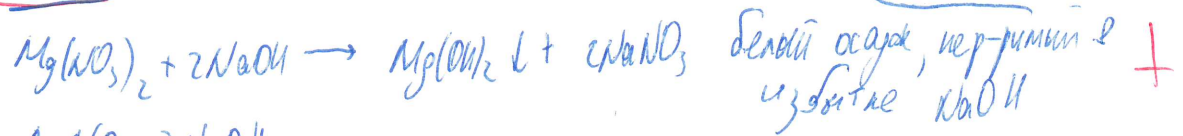
Дата  
« 1 » марта 2026 года

Подпись участника  
Участник

58-37-57-85  
(40.11)

№ 1.3

Листовик



№ 2.1

— пропан; — и-бутан  
2 первичных 2 первичных  
1 вторичный 2 вторичных

Вычислим теплоту сгорания ~~этой смеси~~ пропана и бутана

$Q_{прп} = 2Q_{перв} + Q_{втор} = 2 \cdot 779,9 \frac{кДж}{моль} + 652,3 \frac{кДж}{моль} = 2212,1 \frac{кДж}{моль}$  +

$Q_{и-бут} = 2Q_{перв} + 2Q_{втор} = 2 \cdot 779,9 \frac{кДж}{моль} + 2 \cdot 652,3 \frac{кДж}{моль} = 2864,4 \frac{кДж}{моль}$  +

Для расчета теплоты сгорания смесей данными теплоты сгорания отдельных веществ на их мольные проценты и вычислим сумму полученных величин.

$Q_{зим} = 0,7Q_{прп} + 0,3Q_{и-бут} = 0,7 \cdot 2212,1 \frac{кДж}{моль} + 0,3 \cdot 2864,4 \frac{кДж}{моль} = 2407,79 \frac{кДж}{моль}$  +

$Q_{лет} = 0,4 \cdot 2212,1 \frac{кДж}{моль} + 0,6 \cdot 2864,4 \frac{кДж}{моль} = 2603,48 \frac{кДж}{моль}$  +  $Q_{лет} > Q_{зим}$

Сезонная смесь смесей обусловлена тем, что при высоких температурах (летом) зимняя смесь, содержащая малое количество бутана, начинала бы испаряться в больших количествах, что следует из закономерности: тем ниже цель углеводорода, тем выше его температура кипения. Смесь имела бы зимней ~~характер~~ в целях экономии, так как температура не держится достаточно низкими, чтобы

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Σ  
4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40

1.4.1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11.12.13.14.15.16.17.18.19.20.21.22.23.24.25.26.27.28.29.30.31.32.33.34.35.36.37.38.39.40.41.42.43.44.45.46.47.48.49.50.51.52.53.54.55.56.57.58.59.60.61.62.63.64.65.66.67.68.69.70.71.72.73.74.75.76.77.78.79.80.81.82.83.84.85.86.87.88.89.90.91.92.93.94.95.96.97.98.99.100

Answer

смесь, в которой преобладает менее разветвленная, лигнанин не испарялась. Также при низких температурах остаточная смесь может начать кристаллизоваться (чем длиннее углеводородная цепь, тем выше температура плавления углеводорода)

№3.4 Углеводороды состоят только из C и H. А значит

$$\omega_H = 100\% - \omega_C = 100\% - 87,8\% = 12,2\%$$

Примем количество атомов H за некоторое число  $n$  молей. Тогда молярная масса углеводорода  $M$  будет равна:

$$M = \frac{M_{\text{углеводорода}}}{n_{\text{H}}} = \frac{M_H \cdot n_{\text{H}}}{0,122} = \frac{1^2 \text{ моль} \cdot n_{\text{H}}}{0,122} = 8,1967 n_{\text{H}}^2 \text{ моль}^{-1}$$

При  $n=10$   $M = 8,1967^2 \text{ моль}^{-1} \approx 82^2 \text{ моль}^{-1}$  ( $C_{10}H_{22}$ )

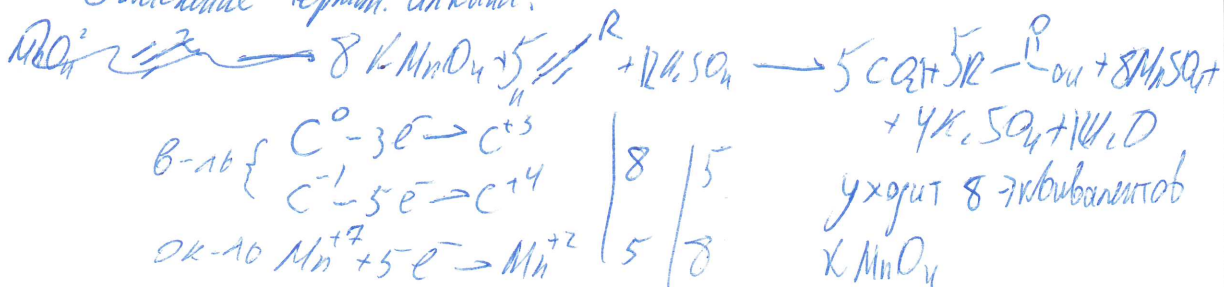
Вычислим соотношения объемов перманганата (они будут соотноситься как моли перманганата, поскольку пер-цил  $C_{6}H_{10}$  был динитрообензолом)

$$\frac{V_{KMnO_4}(B)}{V_{KMnO_4}(C)} = \frac{320 \text{ мл}}{240 \text{ мл}} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{V_{KMnO_4}(A)}{V_{KMnO_4}(C)} = \frac{720 \text{ мл}}{240 \text{ мл}} = 3$$

$C_{6}H_{10}$  может по формуле быть либо алкином, либо алкеном, либо циклоалкеном. Но условие, при котором образуются только орг. кислоты отменяет вариант с циклом.

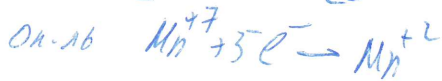
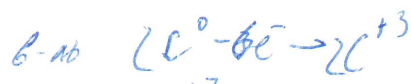
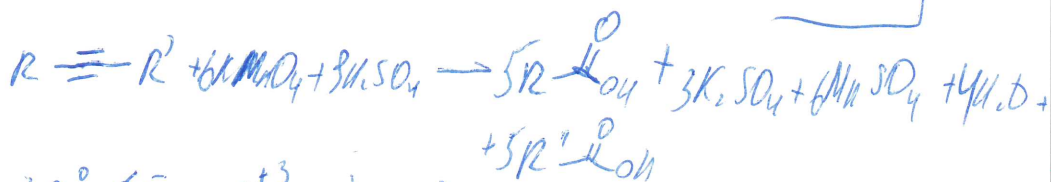
Описание термич. алкина:



58-37-57-85  
(40.11)

Опишите интерм. алкин:

Условие

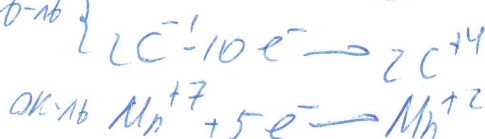
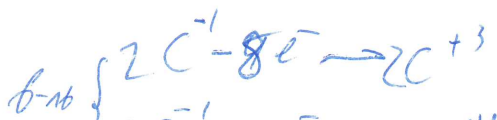
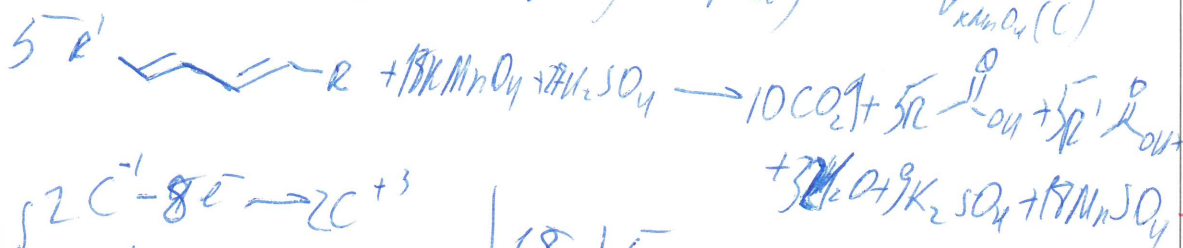


$$\left| \begin{array}{c|c} 6 & 5 \\ \hline 5 & 6 \end{array} \right|$$

6 эквивалентов  $KMnO_4$

Охислите сопряженного ялена (все углероды вторичные)

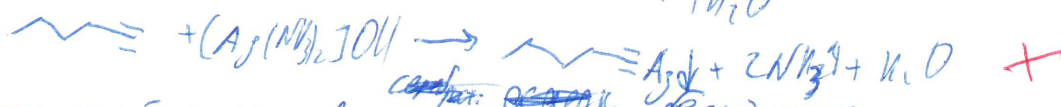
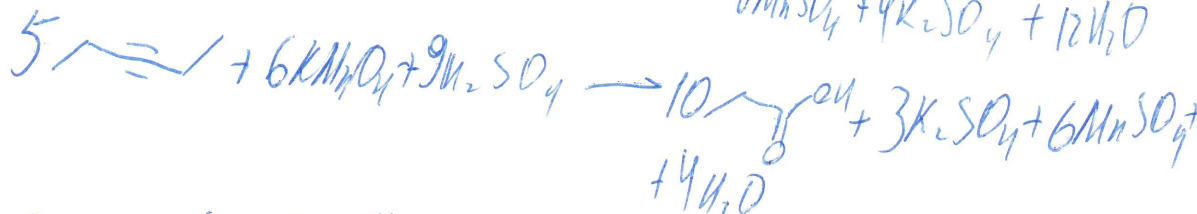
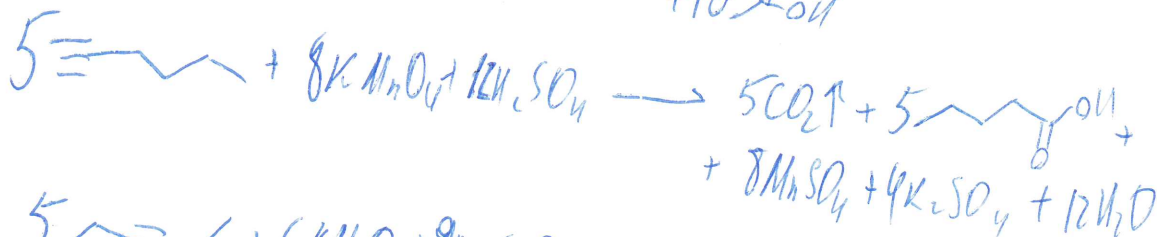
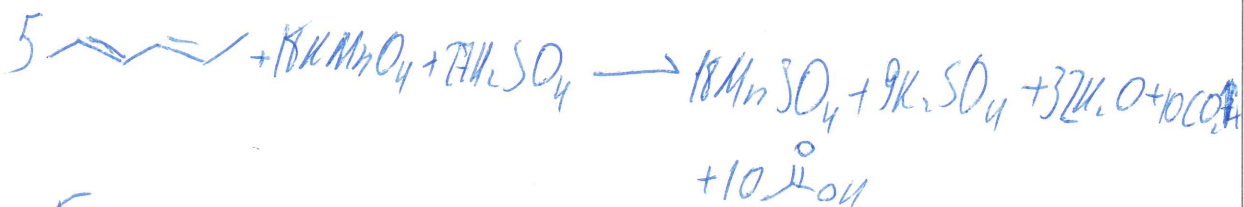
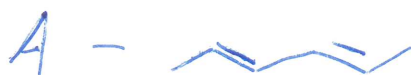
$$\frac{8}{6} = \frac{4}{3} = \frac{V_{KMnO_4}(B)}{V_{KMnO_4}(C)}$$



$$\left| \begin{array}{c|c} 18 & 5 \\ \hline 5 & 18 \end{array} \right|$$

$$\frac{18}{5} = 3 = \frac{V_{KMnO_4}(A)}{V_{KMnO_4}(C)}$$

Из этих вычислений следует, что А - сопряженный ялен  
В - терминальный алкин; С - интеральный алкин



интеральный алкин не вступит в эту реакцию

4.1) Возраст картини ~ 351 - 384 года (раньше  
была  
показатель  
в лет мангои) Числовик

$$a = a_0 e^{-\lambda t}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{5730 \text{ лет}} = 1,2087 \cdot 10^{-4} \text{ лет}^{-1}$$

$$t = \frac{\ln\left(\frac{a}{a_0}\right)}{-\lambda} = \frac{\ln\left(\frac{14,5 \frac{\text{мг}}{\text{мл}}}{15 \frac{\text{мг}}{\text{мл}}}\right)}{-1,2087 \cdot 10^{-4} \text{ лет}^{-1}} = 280,25 \text{ лет}$$

Возраст не показается в заголовке мангои, Картина не является логичной

5.4.

$$r = k P_A^2$$

$$r_1 = k_1 P_{A1}^2$$

$$r_2 = k_2 P_{A2}^2$$

и.

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{k_1}{k_2} \cdot \frac{P_{A1}^2}{P_{A2}^2} = \frac{k_1}{k_2} \cdot \left(\frac{P_{A1}}{P_{A2}}\right)^2$$

$$k(T) = A \cdot e^{-\frac{E_A}{RT}}$$

$$\frac{k_1}{k_2} = e^{\frac{E_A}{RT_1} - \frac{E_A}{RT_2}} = e^{\frac{E_A}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)} =$$

$$= e^{\frac{86000 \text{ Дж}}{8,314 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}} \cdot \left(\frac{1}{310 \text{ К}} - \frac{1}{320 \text{ К}}\right)} = 3,2025$$

$$P(V, T) = \frac{\mathcal{J}RT}{V}$$

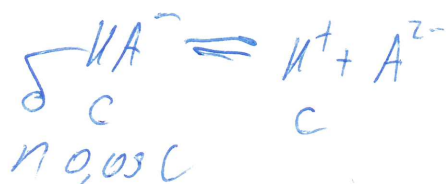
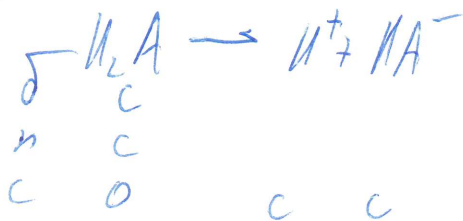
$$\frac{P_{A1}}{P_{A2}} = \frac{\mathcal{J}RT_1}{V_1} \cdot \frac{V_2}{\mathcal{J}RT_2} = \frac{T_1 V_2}{V_1 T_2} = \frac{1}{4} \cdot \frac{310 \text{ К}}{310 \text{ К}} = 0,2581$$

$$\frac{v_1}{v_2} = 3,2025 \cdot 0,2581^2 = 0,2133$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{0,2133} = 4,688 \text{ во столько раз увеличится скорость}$$

58-27-57-85  
(90.11)

**6.21** Н. Записать формулу кислоты  $H_2C_6O_7$  как  $H_2A$  <sup>чистый вид</sup> для упрощенного решения:



$$[H^+] = 0,03C + C = 1,03C$$

$$C \quad 0,91C \quad 0,09C \quad 0,09C$$

$$K_{H_2C_6O_7} = \frac{[H^+][A^{2-}]}{[HA^-]} = \frac{1,03C \cdot 0,09C}{0,91C} = \frac{0,09 - 0,03}{0,91C} = 2,3 \cdot 10^{-2}$$

$$C = \frac{1,03 \cdot 0,09}{2,3 \cdot 10^{-2} - 0,91} = 4,687 M$$

$$[H^+] = 1,03C = 1,03 \cdot 4,687 = 5,11 M$$

$$pH = -\log([H^+]) = -0,71$$

Программа  
решена на  
следующих  
страницах

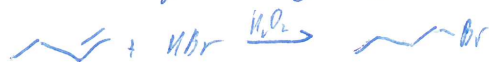
**8.2**  $M_{UV} = M_{CO^2} = 56^2 / \text{моль} \cdot 2 = 56^2 / \text{моль} (C_4H_8)$

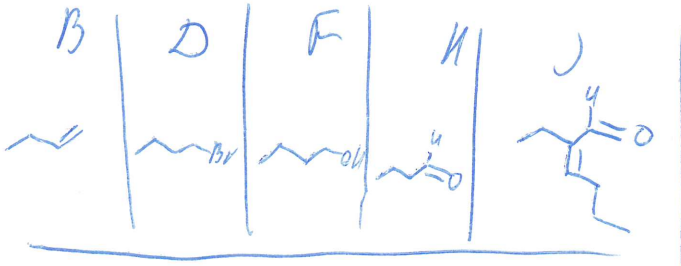
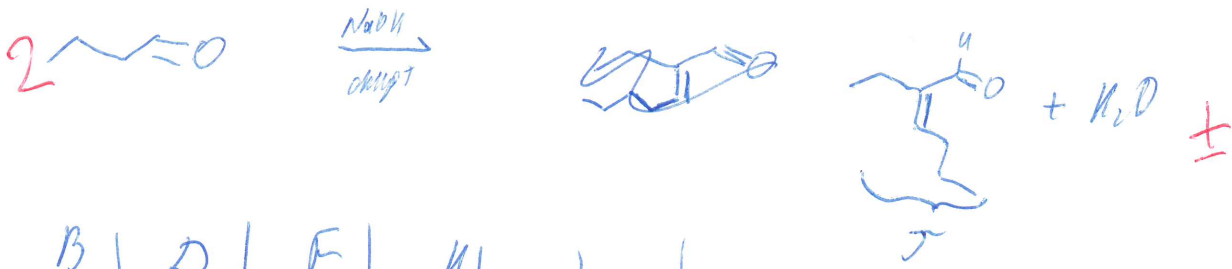
$$\frac{17,4}{56} = 0,31071 - C_4H_8 \text{ подходит}$$

$$M_I = \frac{M_0 \cdot 1,75}{0,222} = \frac{16^2 \cdot \text{моль} \cdot 1,75}{0,222} = 126^2 / \text{моль} (C_8H_{14}O)$$

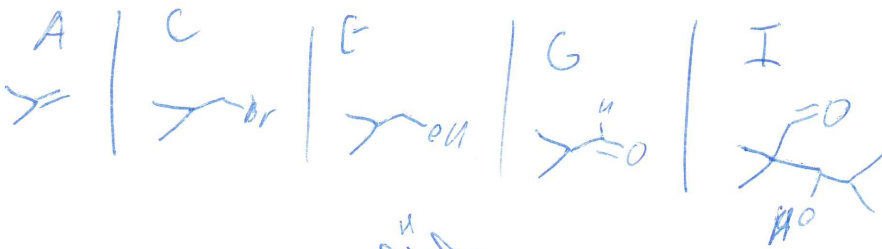
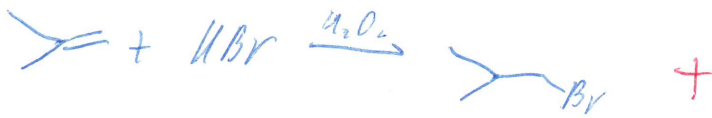
$$M_{II} = \frac{2 \cdot M_0}{0,222} = \frac{16^2 \cdot \text{моль} \cdot 2 \cdot 1,75}{0,222} = 144^2 / \text{моль} (C_8H_{16}O_2)$$

Похоже на продукты альдольной и альдольно-кетонной конденсации, что подтверждает то, что B и H реагируют с аммиачным раствором оксида серебра (альдоль)

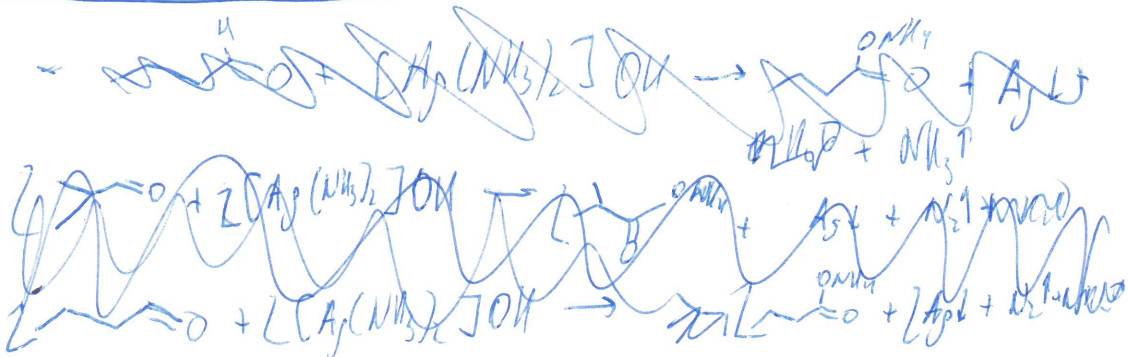
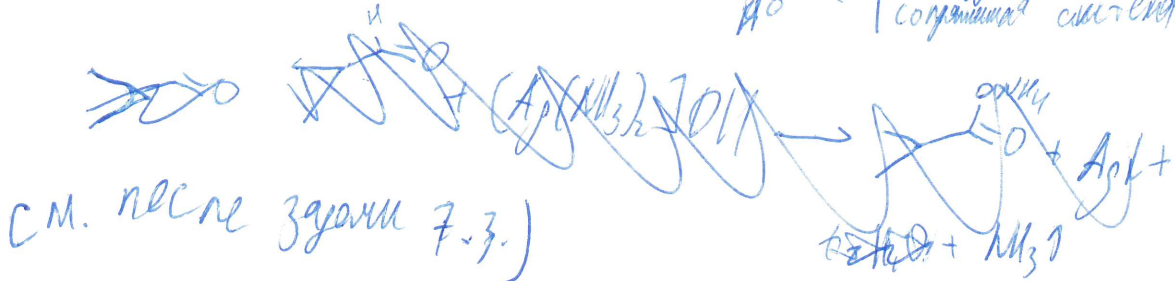




Уменьш - ~~Уменьш~~ Борджин  
(также коннектор)  
область их действия  
узкая



отдельные  
OH-группы не прокс-  
хдит, так как  
не будет образовываться  
сопряженная система



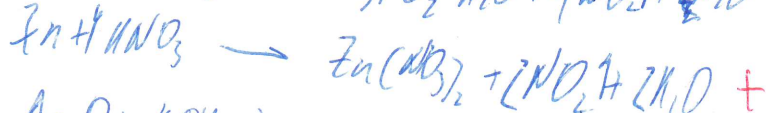
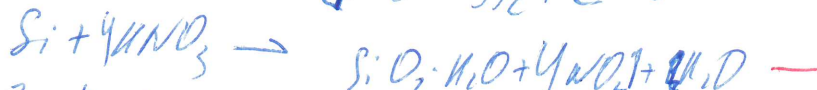
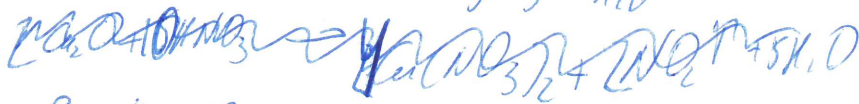
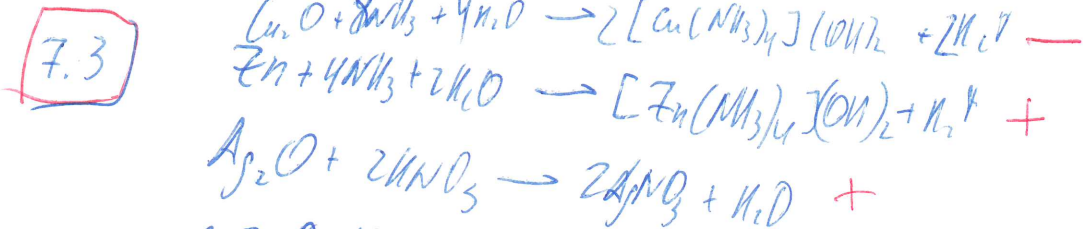
6.2  $K_{CuClO_4^-} = \frac{[Cu^+][ClO_4^-]}{[CuClO_4^-]} = \frac{1,09 \cdot 0,03}{0,91} = 2,3 \cdot 10^{-2}$

$\alpha = \frac{2,3 \cdot 10^{-2} \cdot 0,91}{1,09 \cdot 0,03} = 0,2134 M$

$[Cu^+] = 1,09 \cdot 0,2134 M = 0,2326 M +$

$pH = -\lg([Cu^+]) = 0,63 +$

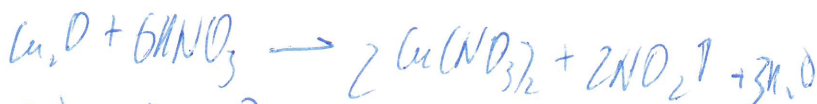
черта



$\nu_{Cu}(\text{изв}) = \frac{20,16 \text{ г}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,9 \text{ моль}$

$\nu_{NH_3} = \frac{0,9 \text{ моль}}{9} = 0,1 \text{ моль/л}$

$\nu_{NO_2}(\text{изв}) \approx \nu_{NO_2} = \frac{17,92 \text{ г}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,8 \text{ моль}$



$\nu_{As_2O_3} = x \text{ моль} \quad \nu_{Si} = z \text{ моль}$

$\nu_{Cu_2O} = y \text{ моль} \quad \nu_{Zn} = b \text{ моль}$

$\begin{cases} 2y + 4z + 2b = 0,8 \\ 2z + b = 0,9 \\ b + 2y = 0,1 \end{cases}$

6.2  $K_{\text{HCO}_3^-} = \frac{[\text{H}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} = \frac{1,09 \cdot 10^{-7} \cdot 0,09}{0,91} = 2,3 \cdot 10^{-7}$

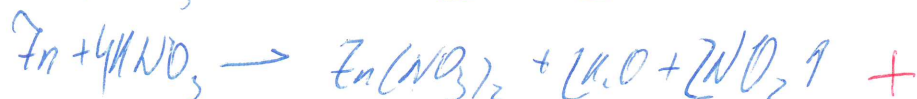
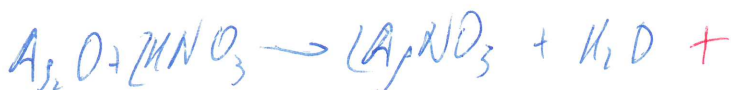
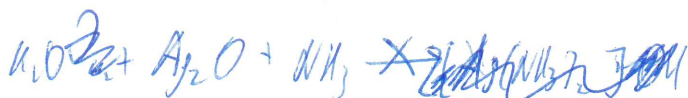
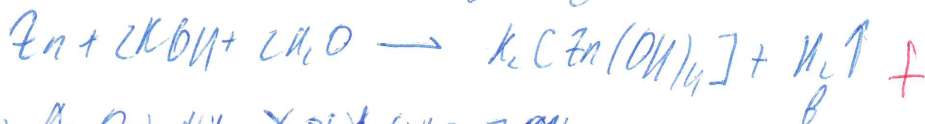
$C = \frac{2,3 \cdot 10^{-7} \cdot 0,91}{1,09 - 0,09} = 0,2134 \text{ M}$

числовый

$[\text{H}^+] = 1,09 \cdot 0,2134 \text{ M} = 0,2326 \text{ M} +$

$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 0,63 +$

7.3



$\nu_{\text{H}_2} (\text{моль}) = \frac{V}{V_{\text{моль}}} = \frac{20,16 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,9 \text{ моль}$

$\nu_{\text{H}_2} (\text{аммиак}) = \frac{0,9 \text{ моль}}{9} = 0,1 \text{ моль}$

$\nu_{\text{NO}_2} = \frac{17,92 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,8 \text{ моль}$

составим систему:

$$\begin{cases} 2y + z + 2b = 0,9 \text{ моль} \\ 2z + b = 0,9 \text{ моль} \\ b = 0,1 \text{ моль} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2x + 0,1 + 2b = 0,8 \\ 0,2 + b = 0,9 \end{cases}$$

$$2z + 0,1 = 0,9$$

$$z = 0,4 \text{ моль } (\nu(\text{Si}))$$

$$v = 0,1 \text{ моль } (\nu(\text{Zn}))$$

числами

$$2y + 2v = 0,8$$

$$2y + 2 \cdot 0,1 = 0,8$$

$$y = 0,3 \text{ моль } (\nu(\text{Cu}))$$

$$m_{\text{Si}} = \nu_{\text{Si}} \cdot M_{\text{Si}} = 0,4 \text{ моль} \cdot 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = \underline{11,2 \text{ г}} +$$

$$m_{\text{Zn}} = \nu_{\text{Zn}} \cdot M_{\text{Zn}} = 0,1 \cdot 65 = \underline{6,5 \text{ г}} +$$

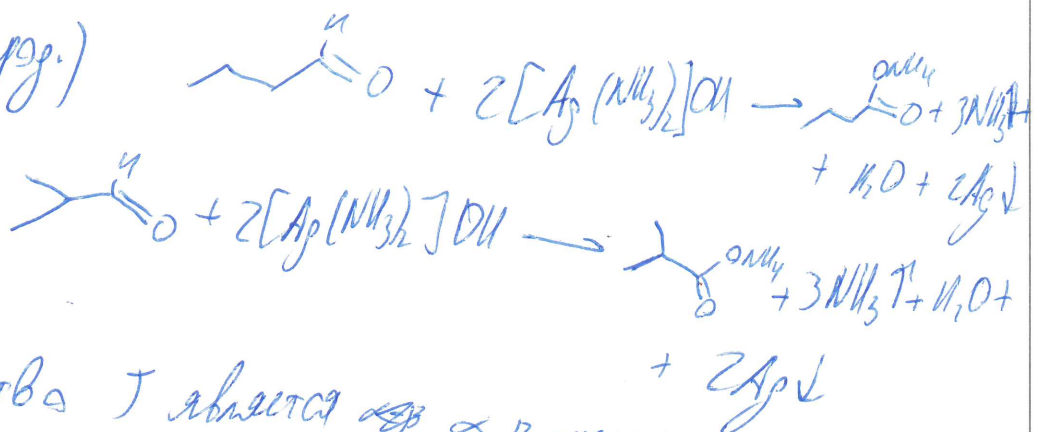
$$m_{\text{Cu}_2\text{O}} = \nu_{\text{Cu}_2\text{O}} \cdot M_{\text{Cu}_2\text{O}} = (64 \cdot 2 + 16) \cdot 0,3 = (64 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 2 + 16 \frac{\text{г}}{\text{моль}}) \cdot 0,3 \text{ моль}$$

$$= \underline{43,2 \text{ г}} +$$

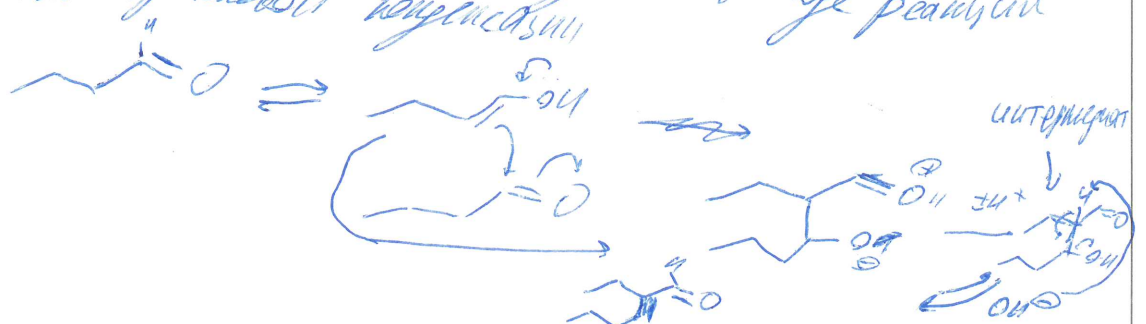
$$m_{\text{Ag}_2\text{O}} = m_{\text{ков}} - m_{\text{Cu}_2\text{O}} - m_{\text{Zn}} - m_{\text{Si}} = 84 \text{ г} - 43,2 \text{ г} - 6,5 \text{ г} - 11,2 \text{ г}$$

$$= \underline{23,2 \text{ г}} +$$

8.2 (прод.)

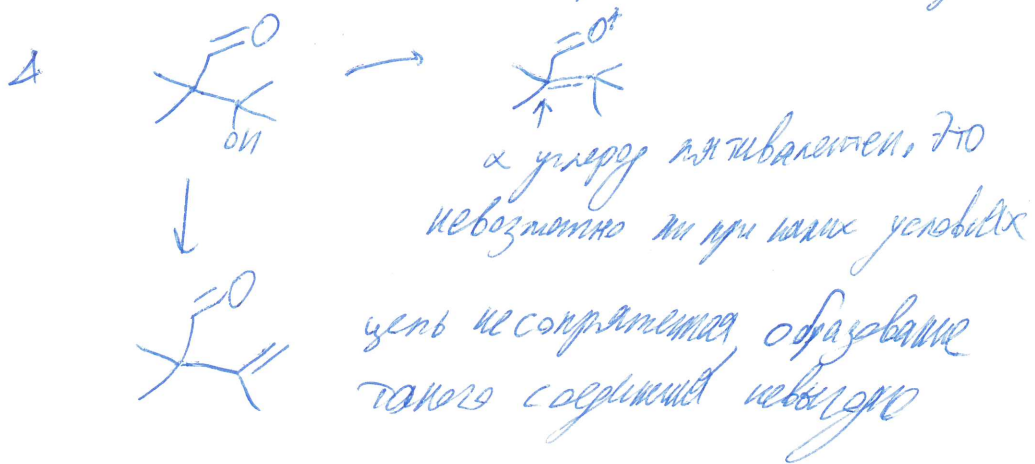


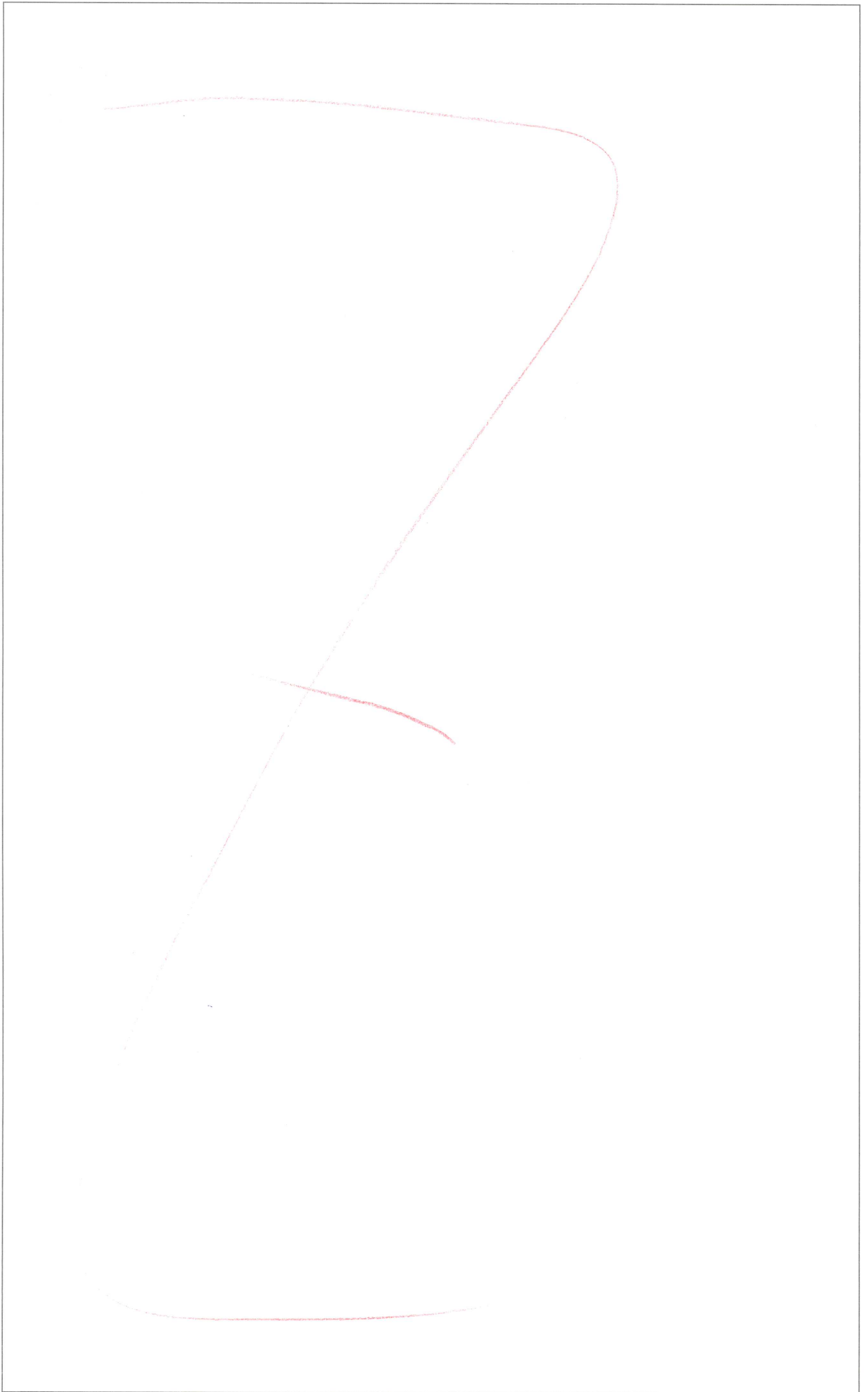
вещества J является  $\alpha, \beta$ -ненасыщенным кетоном. Его образование является результатом в ходе реакции альдольно-кетонной конденсации



образоване

Дальнейшее преобразование вещества I (схематично по структуре с интермедиатами в реакции G → J) невозможно термодинамически. Видимое поведение





Черновик

