

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

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Халатниковой Ирина Евгеньевна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«01» марта 2026 года

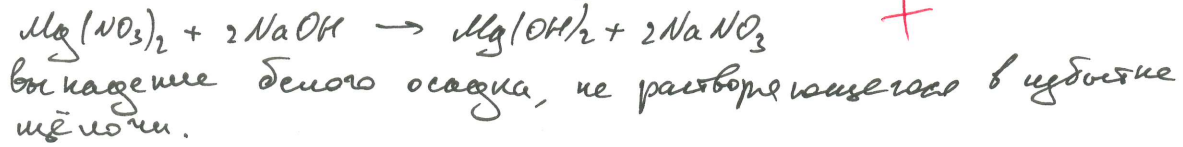
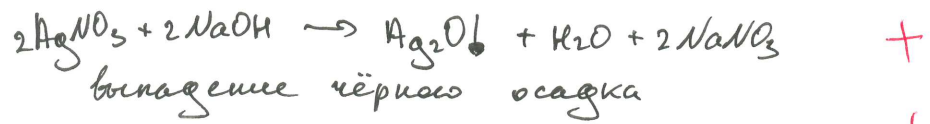
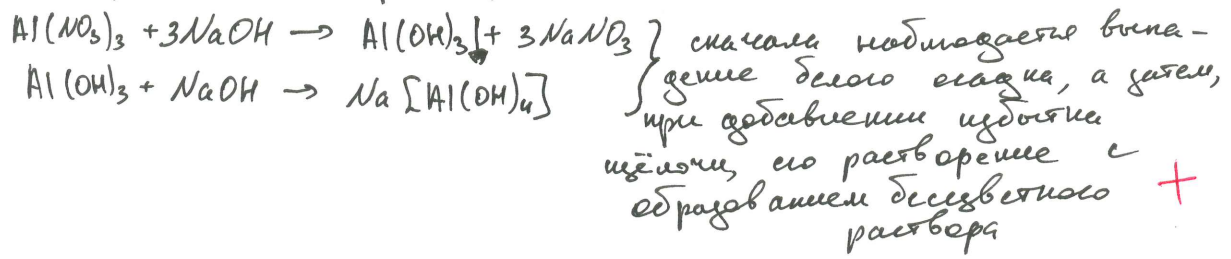
Подпись участника

И.Халатниковой

47-18-65-78
(00.0)

№1.3 Чисто вилк

при помощи раствора NaOH:



№2.1

Рассчитаем теплоту сгорания 1 моль пропана:

$CH_3-CH_2-CH_3$ - две CH_3 группы и одна CH_2 группа

$Q_{пр.} = 2 \cdot Q_{CH_3} + Q_{CH_2} = 779,3 \cdot 2 + 652,3 = 2212,1 \frac{kJ}{моль}$

Аналогично для н-бутана: $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ - две CH_3 и две CH_2 группы

$Q_{бут.} = 2 \cdot Q_{CH_3} + 2 \cdot Q_{CH_2} = 779,3 \cdot 2 + 652,3 \cdot 2 = 2864,4 \frac{kJ}{моль}$

Рассчитаем теплоты сгорания на 1 моль углерода (1) и летучей (2) смеси:

$\nu_{пр.1} = \nu_{см} \cdot X_{пр.1} = 1 \cdot 0,7 = 0,7 \text{ моль}$

$\nu_{бут.1} = \nu_{см} \cdot X_{бут.1} = 1 \cdot 0,3 = 0,3 \text{ моль}$

$Q_1 = \frac{Q_{пр.} \cdot \nu_{пр.1} + Q_{бут.} \cdot \nu_{бут.1}}{\nu_{см}} = \frac{2212,1 \cdot 0,7 + 2864,4 \cdot 0,3}{1} = 2407,79 \frac{kJ}{моль}$ +

~~Рассчитаем теплоты сгорания на 1 моль углерода (1) и летучей (2) смеси:~~

$\nu_{пр.2} = \nu_{см} \cdot X_{пр.2} = 1 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ моль}$

$\nu_{бут.2} = \nu_{см} \cdot X_{бут.2} = 1 \cdot 0,6 = 0,6 \text{ моль}$

$Q_2 = \frac{Q_{пр.} \cdot \nu_{пр.2} + Q_{бут.} \cdot \nu_{бут.2}}{\nu_{см}} = \frac{2212,1 \cdot 0,4 + 2864,4 \cdot 0,6}{1} = 2603,48 \frac{kJ}{моль}$ +

Ответ: $Q_{см.} = 2407,79 \frac{kJ}{моль}$, $Q_{летч.} = 2603,48 \frac{kJ}{моль}$

Необходимость смеси топлива обусловлена тем, что у пропана температура кипения ~~ниже~~ ^{OK} ниже, чем у н-бутана, следовательно смесь, содержащая больше пропана может использоваться при более низких температурах. Однако теплота сгорания пропана ниже, чем теплота сгорания бутана, и для большей эффективности летать может использоваться смесь, содержащую больше н-бутана ?

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

Almegeel
Elof

1 +

Цис-то-бик

№ 3.4 ^{циклическое}
 Так как А, В и С - углеводороды можно записать их ~~формулы~~ ^{структурно-формулы}
 как C_xH_y. Пусть масса C_xH_y = 100г. Тогда

$$x : y = \frac{m_C}{M_C} : \frac{m_H}{M_H} = \frac{\omega_C \cdot m_{C_xH_y}}{12} : \frac{\omega_H \cdot m_{C_xH_y}}{1} = \frac{0,878 \cdot 100}{12} : \frac{(1-0,878) \cdot 100}{1}$$

$$= 7,3167 : 12,2 = 1 : 1,667 = 3 : 5 = 6 : 10 \Rightarrow \text{формула } C_6H_{10}$$

~~Цис~~ не может быть кетеном, т.к. это углеводород

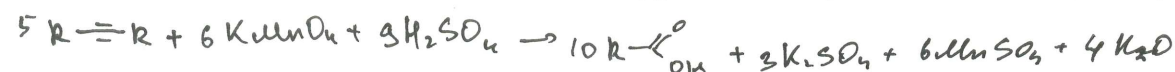
Степень не насыщенности = 2 \Rightarrow есть или 2 двойные связи, или одна тройная связь, или циклы и двойная связь, или 2 цикла

Так как вещества ~~присоединяются~~ могут реагировать с одинаковым количеством брома, то число кратных связей у них одинаково


Объём раствора KMnO₄ откосятся как 9:4:3 \Rightarrow коэффициенты перед KMnO₄ в реакции с ними относятся так же

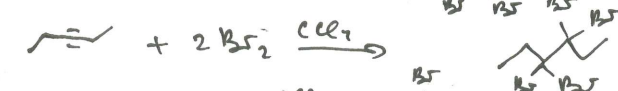
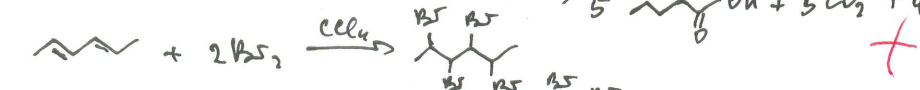
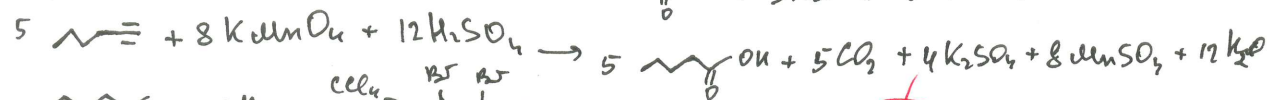
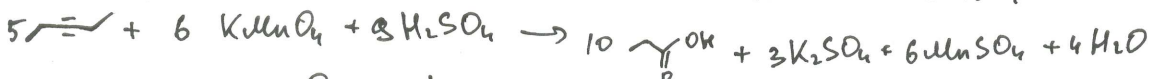
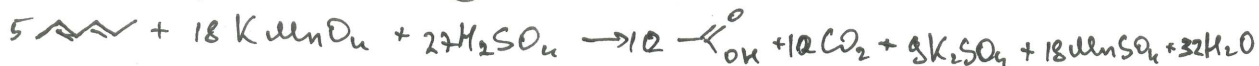
Цу условия что образуются только одноосновные кислоты можно предположить что в соединениях нет циклов (они могут быть или алкенами кетокислотами, однако такой вариант рассматривать пока не будем). Значит надо рассматривать алкины и диены.

~~Можно~~ Можно заметить, что отношение объёмов KMnO₄ для В и С совпадают с отношением коэффициентов для окисления интернальных и терминальных алкинов:



Тогда возможное строение В и С: 

Поскольку варианты окисления для алкинов закончились можно предположить что А - диен. Чтобы у органических продуктов образовывались только одноосновные кислоты диен должен быть сопряжённым: 

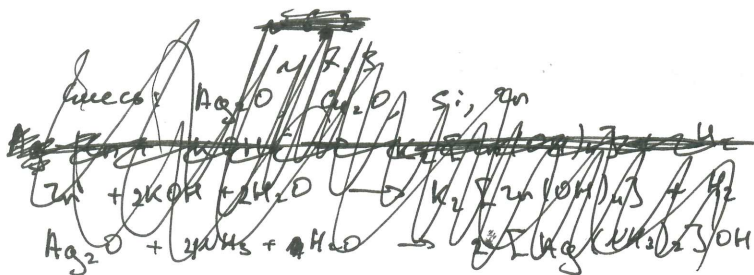


В и С можно различить по реакции с реактивом Толленса: В даёт белый осадок, а С не прореагирует:



Число Вант

47-18-55-78
(40,5%)



N 5.4

из уравнения Аррениуса: $k = A e^{-\frac{E_a}{RT}}$

$$\frac{k_1}{k_2} = e^{-\frac{E_{a1}}{RT_1} + \frac{E_{a2}}{RT_2}} = e^{-\frac{36000}{8,314 \cdot 320} + \frac{36000}{8,314 \cdot 310}} = 3,2027$$

$$v_1 = k_1 \cdot p_{\text{H}_2}^2$$

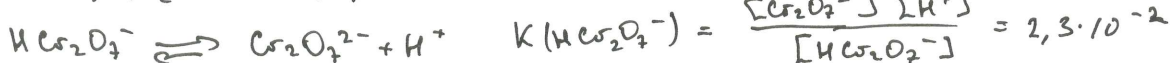
$$v_2 = k_2 \cdot p_{\text{H}_2}^2$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k_2 p_{\text{H}_2}^2}{k_1 p_{\text{H}_2}^2} = \frac{(3,875 p_{\text{H}_2})^2}{3,2027 \cdot p_{\text{H}_2}^2} = \frac{3,875^2}{3,2027} = 4,688$$

(из уравнения Менделеева-Клапейрона)

$$\frac{p_{\text{H}_2,2}}{p_{\text{H}_2,1}} = \frac{\frac{\partial RT_2}{V_2}}{\frac{\partial RT_1}{V_1}} = \frac{T_2}{V_2} \cdot \frac{V_1}{T_1} = \frac{T_2 V_1}{V_2 T_1} = \frac{310 \cdot 4V_2}{320 \cdot V_2} = 3,875$$

Ответ: $v = 4,688$ раз
N 6.2



Пусть c_0 - общая концентрация всех форм ионов:

$$c_0 = [\text{H}_2\text{CO}_3] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}] = [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}]$$

по условию $\frac{[\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} = 0,09$. Обозначим эту величину как d

Тогда ~~c_0~~ $c_0 = [\text{HCO}_3^-] + [\text{HCO}_3^-] \cdot d = [\text{HCO}_3^-] \cdot 1,09$

Запишем зарядовый баланс

$$[\text{H}^+] = [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}]$$

можно заметить, что $K(\text{HCO}_3^-) = d \cdot [\text{H}^+]$. Тогда $[\text{H}^+] = \frac{K(\text{HCO}_3^-)}{d}$

$$= \frac{2,3 \cdot 10^{-2}}{0,109} = 0,211 \text{ M} \quad \text{Тогда } \text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 0,677$$

Запишем зарядовый баланс:

$$[\text{H}^+] = [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] = [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{HCO}_3^-] \cdot d = 1,18 [\text{HCO}_3^-] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [\text{HCO}_3^-] = \frac{[\text{H}^+]}{1,18} = \frac{0,211}{1,18} = 0,179 \text{ M. Итог ставим в выражение для}$$

$$c_0: c_0 = 1,09 \cdot 0,179 = 0,195 \text{ M} = c_{\text{H}_2\text{CO}_3}$$

Ответ: $c_{\text{H}_2\text{CO}_3} = 0,195 \text{ M}$, $\text{pH} = 0,677$

Исходник

№ 4.1

~~Решение задачи № 4.1~~

Реакция распада подчиняется кинетике реакции 1 порядка:



Тогда $\tau_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$, где k - константа скорости

$$k = \frac{\ln 2}{\tau_{1/2}} = \frac{\ln 2}{5730} = 1,2097 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1} = \frac{\ln 2}{5730 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60} = 2,3015 \cdot 10^{-10} \text{ мин}^{-1}$$

$$r_0 = N(A)_0 \cdot k \Rightarrow N(A)_0 = \frac{r_0}{k} = \frac{15}{2,3015 \cdot 10^{-10}} = 6,5175 \cdot 10^{10} \text{ атомов}$$

$$N(A)_t = N(A)_0 \cdot e^{-kt}$$

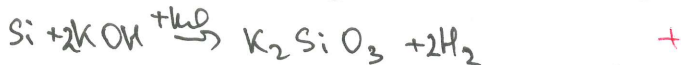
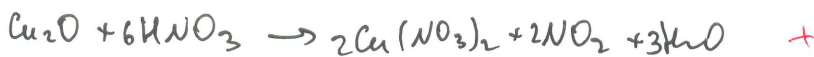
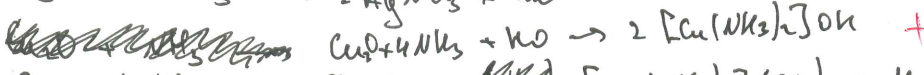
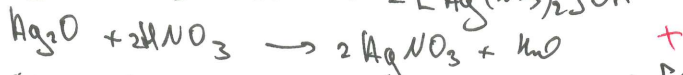
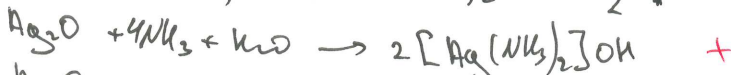
$$r_t = N(A)_t \cdot k = N(A)_0 \cdot e^{-kt} \cdot k$$

$$e^{-kt} = \frac{r_t}{N(A)_0 \cdot k}$$

$$t = \frac{\ln\left(\frac{r_t}{N(A)_0 \cdot k}\right)}{k} = \frac{\ln\left(\frac{15}{6,5175 \cdot 10^{10} \cdot 2,3015 \cdot 10^{-10}}\right)}{2,3015 \cdot 10^{-10}} = 280 \text{ лет}$$

$$2026 - 280 = 1746 \Rightarrow \text{ке погуминик} +$$

№ 7.3



С р-ром NH_3 реагирует только Zn . Тогда $\nu(\text{Zn}) = \frac{20,16}{22,4} = 0,9$ моль

$$\text{Тогда } \nu(\text{Si}) = \nu(\text{H}_2\text{O})_{\text{одн}} - \nu(\text{H}_2)_{\text{Zn}} = \frac{20,16}{22,4} - 0,9 = 0,4 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CuO}) = \frac{\nu(\text{NO}_2)_{\text{одн}} - \nu(\text{NO}_2)_{\text{Zn}}}{2} = \frac{17,92}{22,4} - 2 \cdot 0,9 = 0,3 \text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) = 0,9 \cdot 65 = 58,5 + \quad m(\text{Si}) = 0,4 \cdot 28 = 11,2 +$$

$$m(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,3 \cdot (64 \cdot 2 + 16) = 43,2 + \quad m(\text{Ag}_2\text{O}) = m_0 - m_{\text{Cu}_2\text{O}} - m_{\text{Zn}} - m_{\text{Si}} =$$

$$= 84,1 - 43,2 - 58,5 - 11,2 = 23,2 +$$


+

№ 8.2 (чисто вник)

47-18-65-78
(40.10)

Пусть $m(A) = 100$ г. ~~То же~~, а формула - C_xH_y . Тогда
 $x:y = \frac{0,8571 \cdot 100}{12} : \frac{(1-0,8571) \cdot 100}{1} = 7,15 : 14,3 = 1:2 \Rightarrow C_nH_{2n}$

$M(A) = M(CO) \cdot D_n = 28 \cdot 2 = 56$ $n = \frac{56}{12+1 \cdot 2} = 4 \Rightarrow C_4H_8$ +

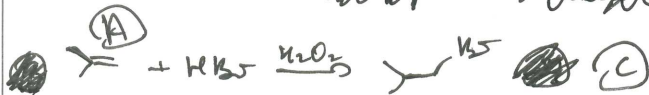
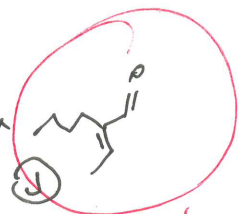
Скорее всего это алкены. Можно ~~предположить~~ предложить следующие изомеры: 

При ~~действии~~ ~~формулы~~ формулы на 1 атом O

$M(I) = 72$, $M(I) - M(O) = 56 \Rightarrow C_4H_8O$ ($C_8H_{16}O_2$)

$M(J) = 126$, $M(J) - M(O) = 110 \Rightarrow C_8H_{14}O$

G и H вступают в реакцию с $[Ag(NH_3)_2]OH \Rightarrow$ это или альдегид, или алкин (терминальное). При действии на терминальное алкинол ~~не реагирует~~ ~~не~~ спиртовой р-ком $NaOH$ не менять соединений с другой формулами I и J, значит G и H альдегиды, реакция - альдегидно-кетонная конденсация

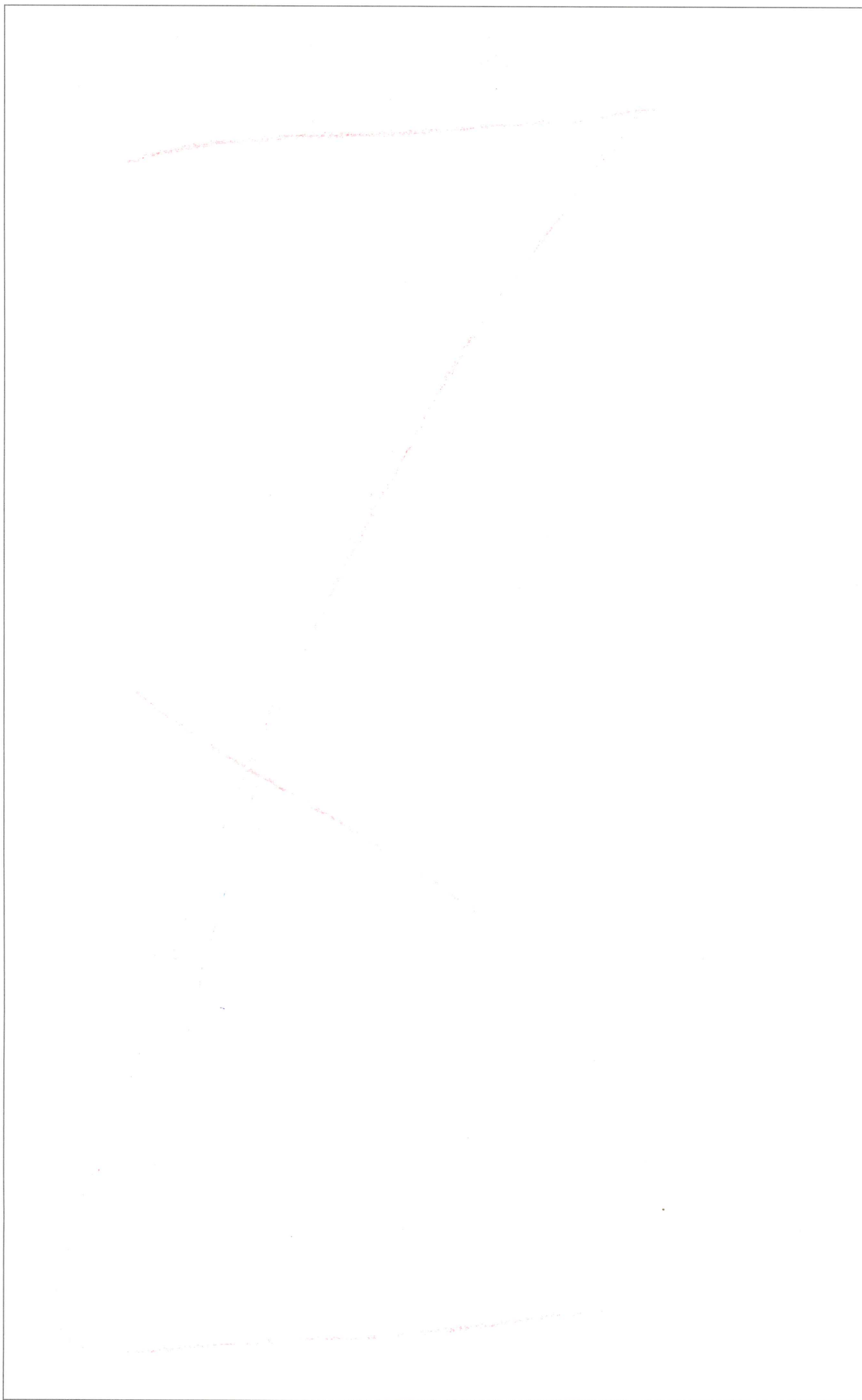


прославился в шибиси КТО?

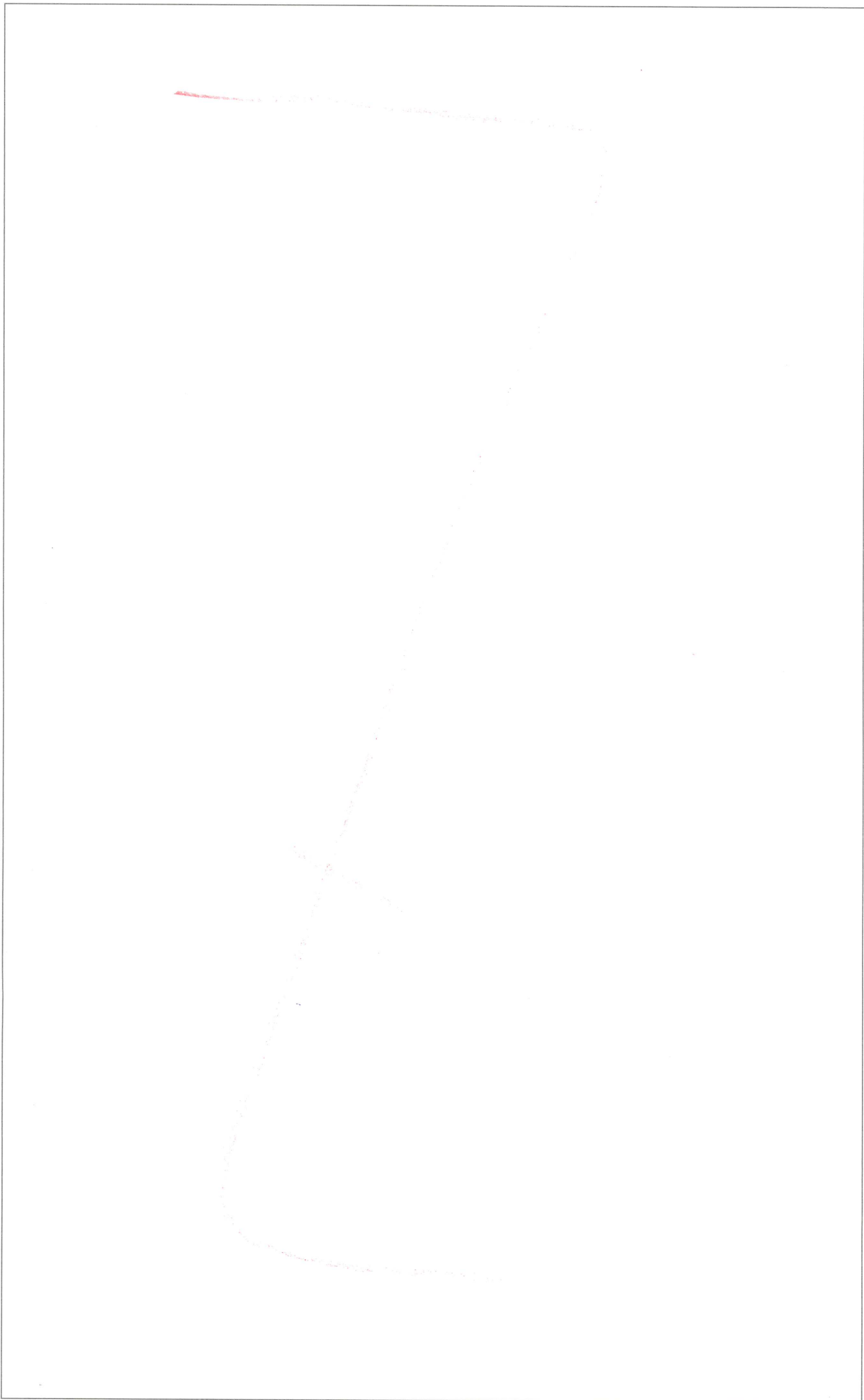
ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



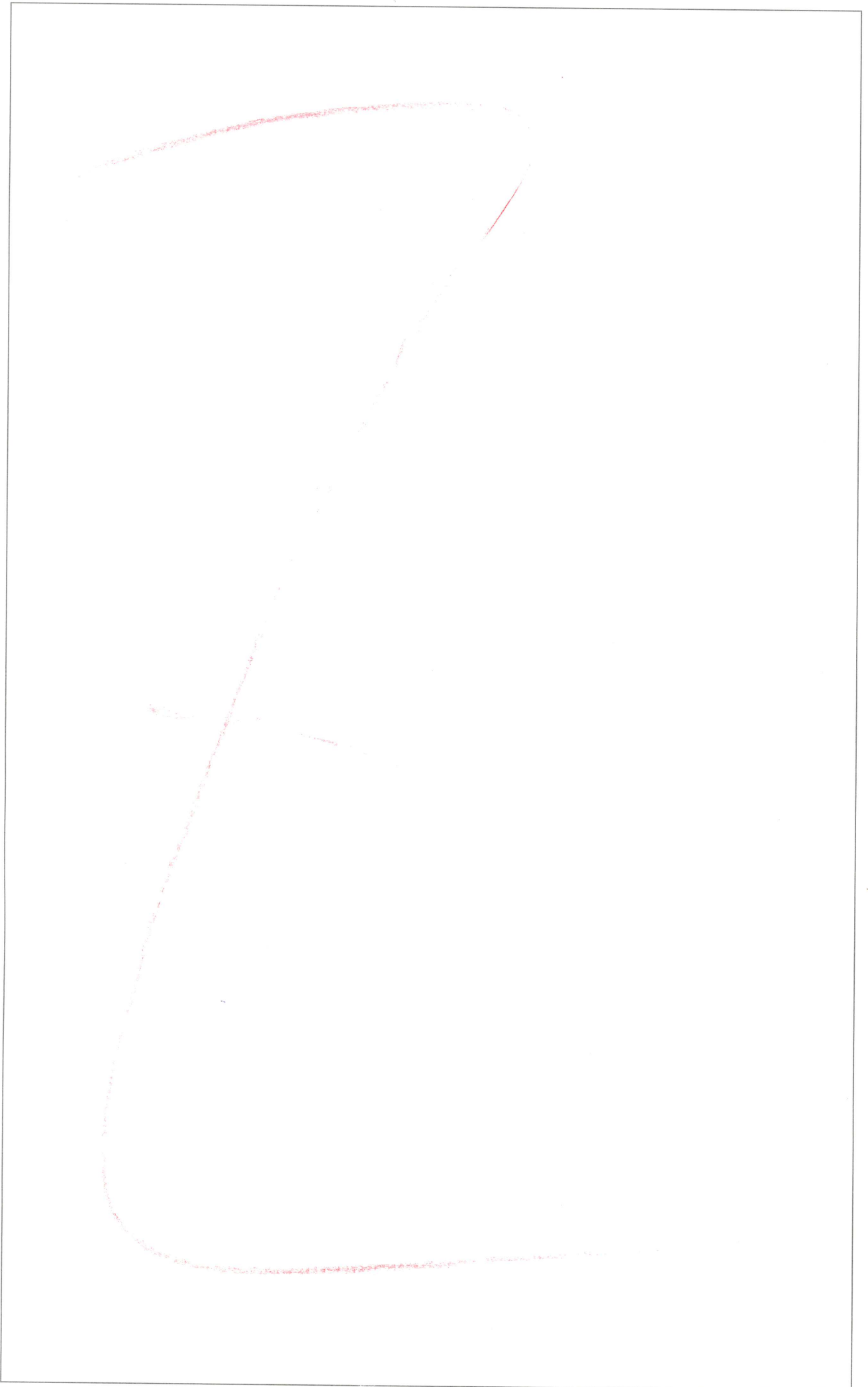
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

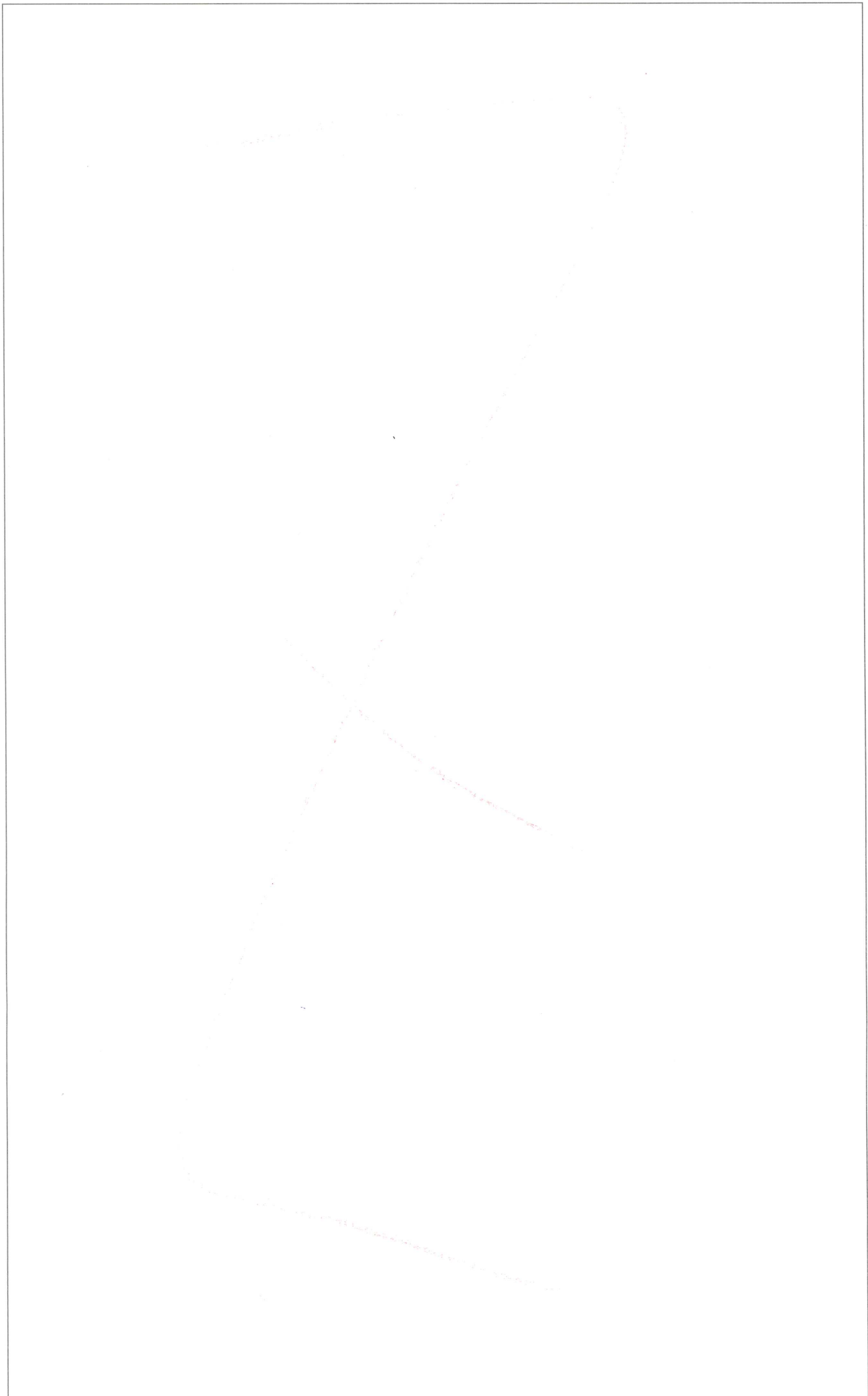


ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



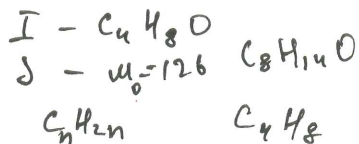
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!



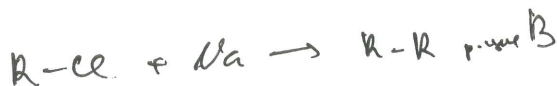


Черновик

$\frac{85,71}{12} \approx \frac{14,29}{2} \rightarrow 14,29 : 14,29 = 1:2$



б, н - алканы



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

$\frac{k_1}{k_2} = e^{-\frac{E_{a1}}{RT_1} + \frac{E_{a2}}{RT_2}} = e^{-\frac{3,202}{10R}}$



$\sum H^+ =$

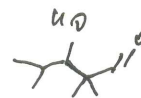
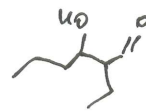
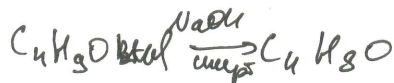


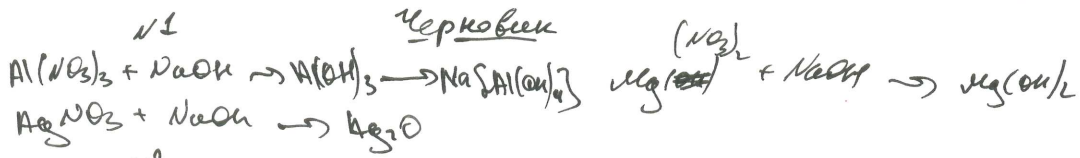
$r = k \cdot [A]$

$\sum A = \sum A_0 - \sum P = \sum A_0 - \sum A_0 \cdot e^{-kt}$

$r = k (\sum A_0 - \sum A_0 \cdot e^{-kt})$

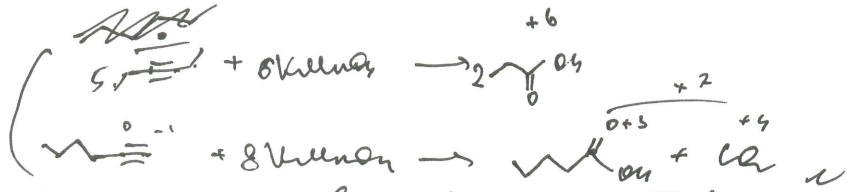
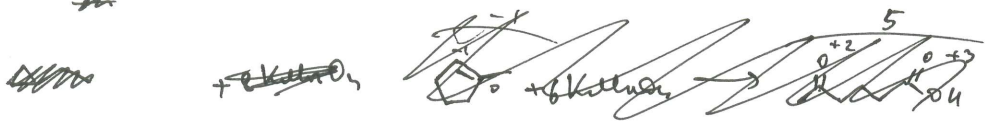
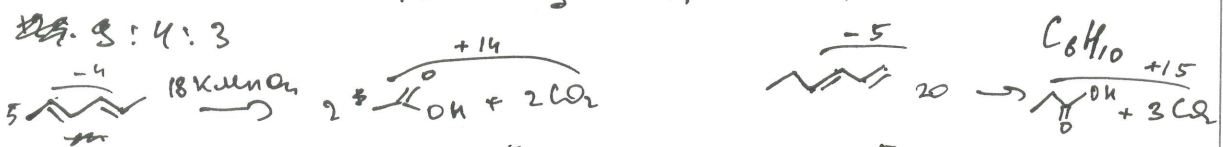
$r_0 = \sum A_0 \cdot k = \sum A_0 - k \Rightarrow N(A)_0 = \frac{r}{k}$





н2
 2CH₃, 1CH₂ + 2CH₃, 2CH₂
 0,7 0,3

н3
 C_xH_y x:y = $\frac{87,8}{12} : \frac{100-87,8}{8} = 7,3167 : 1,22 = 1 : 1,66 \approx 3 : 5$



Реакция окисляется кинетически 1 порядка A → P

$$[A] = [A]_0 \cdot e^{-kt}$$

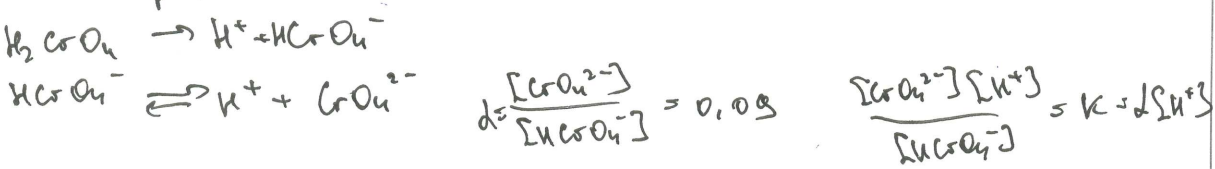
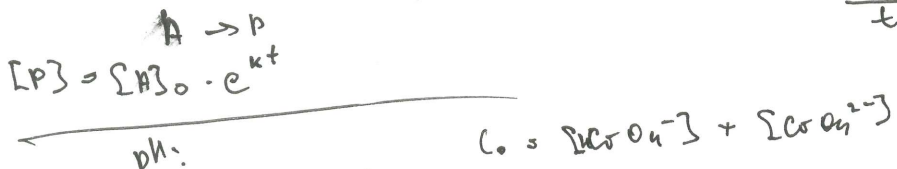
$$\ln \frac{[A]}{[A]_0} = -kt$$

$$e^{kt} = \frac{1}{2} \quad \ln \frac{1}{2} = -kt \quad t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

$$k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = 1,20968 \cdot 10^{-4}$$

$$a = \frac{p_{max}}{sum \cdot t}$$

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



~~pH = 2,5555~~ pH = 0,59

