



76-64-26-02  
(39.2)



# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва  
город

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по химии  
профиль олимпиады

Смиркина Дмитрий Владимировича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Вошел 12:54  
Вернулся 13:03  
*Жаппа*

Вошел 14:21  
Вернулся 14:28  
*Жаппа*

Дата

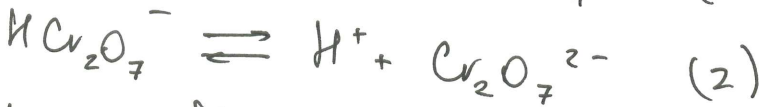
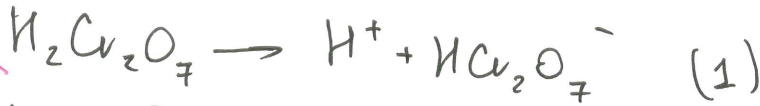
« 1 » марта 2026 года

Подпись участника

76-64-26-02  
(39.2)

Чистовик

Задача 6.4



$$K_{g.2} = \frac{[\text{H}^+][\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{HCr}_2\text{O}_7^-]}$$

$[\text{HCr}_2\text{O}_7^-] = C_0(\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$  - конст. уна к-та

	$\text{HCr}_2\text{O}_7^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}^+$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
было	$C_0$		<del><math>0,06C_0</math></del>	$0$
стало	$C_0 - 0,06C_0 = 0,94C_0$		$0,06C_0$	$0,06C_0$

$$K_{g.2} = \frac{0,06C_0 \cdot 0,06C_0}{0,94C_0} \approx 3,83 \cdot 10^{-3} = 2,3 \cdot 10^{-2}$$

$$C_0 = \frac{2,3 \cdot 10^{-2}}{3,83 \cdot 10^{-3}} = 6 \text{ M}$$

(1)  $[\text{H}^+] = C_0$

(2)  $[\text{H}^+] = 0,06C_0 \Rightarrow [\text{H}^+]_{\text{едн}} = 1,06C_0 = 1,06 \cdot 6 \text{ M} = 6,36 \text{ M}$

$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]_{\text{едн}} = -\lg 6,36 \approx -0,8$

Ответ:  $C(\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 6 \text{ M}$  ;  $\text{pH} = -0,8$

Задача 5.5



Т.к р-ция элементарная газоразная, то кинетич. ур-ние:

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

1/2/3/4/5/6/7/8/9  
4/8/12/14/16/18/20

81.

воскресенье  
одна

Предметные задачи 5.5

$$k = A \cdot e^{\frac{-E_a}{RT}} \quad \text{— уравнение Аррениуса}$$

**Черновик**

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \Rightarrow E_a = (\ln A - \ln k) \cdot RT$$

$\Rightarrow [A] = \frac{v(A)}{v_{\text{реак}}} \rightarrow$  Если  $v_{\text{реак}} \downarrow$  в 3 раза, то

$[A] \uparrow$  в 3 раза

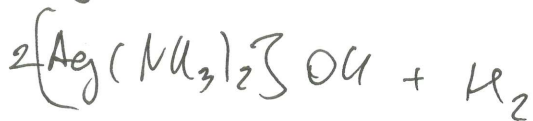
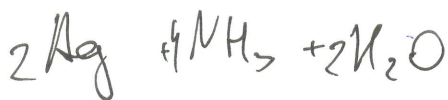
Если бы кон-ция не изменялась, а изменялась только температура, то скорость р-ции бы увеличилась бы в 1,5 раза при повышении  $T$  с 323 до 290 К, потому что  $3:2 = 1,5$

Тогда  ~~$\frac{v_2}{v_1} = \frac{1,5 v_1}{v_1}$~~  температурный коэффициент при изменении тем. с  $v = \text{const}$   
 По уравнению Вант Гоффа:

Задача 4.2  $\frac{v_2}{v_1} = \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}} = \gamma^{\frac{33}{10}} = \frac{3}{2}$

$N(A) = N_0 \cdot 2^{\frac{t}{\tau}}$   ~~$\gamma = \log_{\frac{3}{2}} \gamma$~~   $\log_{\frac{3}{2}} \frac{3}{2} = 3,3$

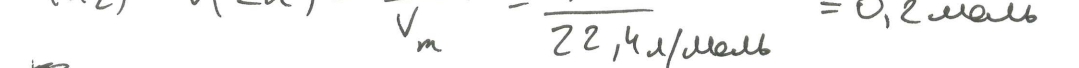
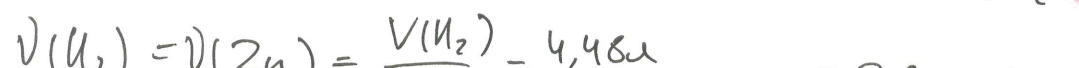
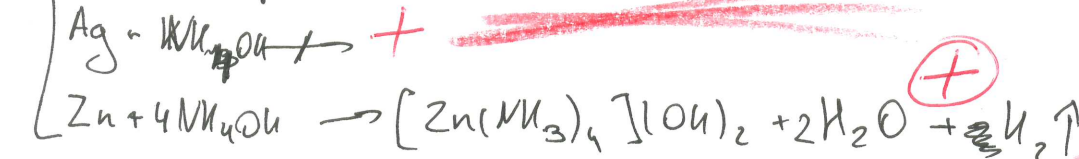
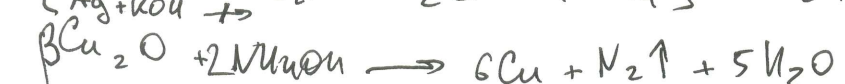
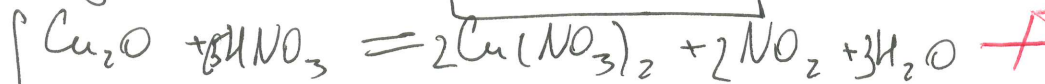
$\frac{1}{\log_{\frac{3}{2}} \gamma} = 3,3 \Rightarrow \log_{1,5} \gamma = \frac{10}{33} \Rightarrow \gamma = 1,5^{\frac{10}{33}} = 1,13$



76-64-26-02  
(39.2)

Задача 7.5

Чистовик



$V(H_2) = V(Zn) = \frac{V(H_2)}{V_m} = \frac{4,48л}{22,4л/моль} = 0,2 моль$

$\Delta m(CMn(OH)_2) = 3 \cdot A_r(O) \cdot V(H_2) + M(Zn) \cdot 0,2 моль =$   
из р-ции  $Cu_2O$   $m(Zn) = 0,2 моль \cdot 65 = 13 г$

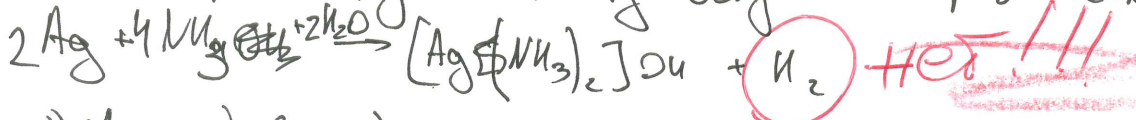
$41,8 г = 48 \cdot V(Cu_2O) + 13 \Rightarrow V(Cu_2O) = 0,6 моль$

или же можно рассчитать  $V(Cu_2O)$  через р-цию с  $HNO_3$

$m(Cu_2O) = 85 г - 0,2 \cdot 65 г/моль = 72 г$  -

$V(Cu_2O) = \frac{72 г}{144 г/моль} = 0,5 моль$

Противоречие, значит  $Ag$  вступает в р-цию с  $Mn(OH)_2$



$V(Ag) = V(Cu_2O)_{реаль} - V(Cu_2O)_{реаль} = 0,6 - 0,5 = 0,1 моль$

$m(Ag) = 108 г/моль \cdot 0,1 моль = 10,8 г$

$m(Cu_2O) = 144 г/моль \cdot 0,5 моль = 72 г$  -

$m(SiO_2) = 103 г - 10,8 г - 72 г - 13 г = 7,2$

Ответ:  $m(Zn) = 13 г$ ;  $m(Ag) = 10,8 г$ ;  $m(Cu_2O) = 72 г$ ;  $m(SiO_2) = 7,2 г$

Числовик

Задача 2.5

2 вторые C, 2 первые C

2 вторые 2 первые

~~1~~ - пропан

~ - и-бутан



$$Q_{сгор}(C_3H_8) = 3 \cdot Q(CO_2) + 4 \cdot Q(H_2O) = 3 \cdot 652,5 + 2 \cdot 779,9 = 2212,1$$



$$Q_{сгор}(C_4H_{10}) = 2 \cdot Q(CO_2) + 2 \cdot Q(H_2O) = 2 \cdot 652,3 + 2 \cdot 779,9 = 2864,4$$

Рассчитаем теплоту сгорания легкого и тяжелого топлива на 5 моль:

$$Q_{сгор}(летк) = 0,4 \cdot Q_{сгор}(C_3H_8) + 0,6 \cdot Q_{сгор}(C_4H_{10}) = 0,4 \cdot 2212,1 + 0,6 \cdot 2864,4 = 2603,48 \frac{кДж}{моль}$$

$$Q_{сгор}(тяжел) = 0,75 \cdot Q_{сгор}(C_3H_8) + 0,25 \cdot Q_{сгор}(C_4H_{10}) = 0,75 \cdot 2212,1 + 0,25 \cdot 2864,4 = 2375,175 \frac{кДж}{моль}$$

Необходимость сезонной смены топлива обусловлена:

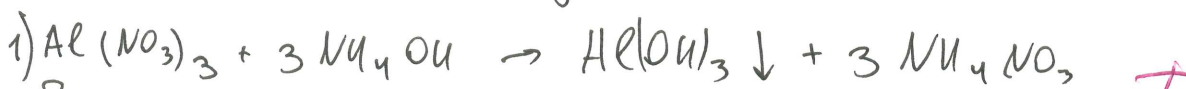
- 1) Зимнее топливо (пропановое) должно быть более "легким", газообразным, чтобы в сильные морозы наверняка не замерзло, чтобы в двигателе внутреннего сгорания оно быстрее ~~перешло~~ перешло в газ для быстрого запуска двигателя
- 2)

76-64-26-02  
(39.2)

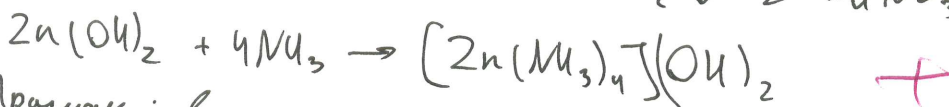
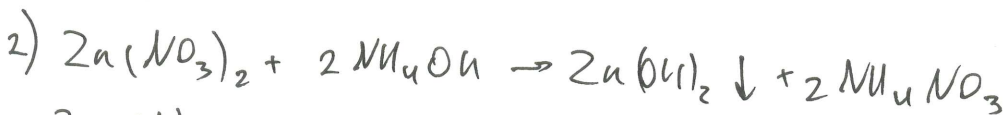
Задача 1.5

Чистовик

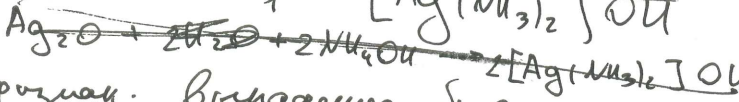
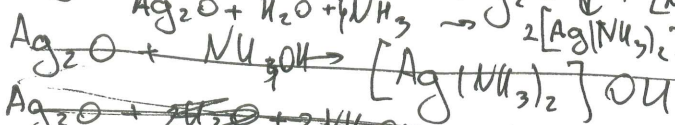
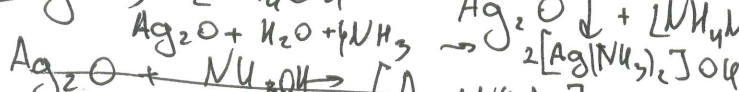
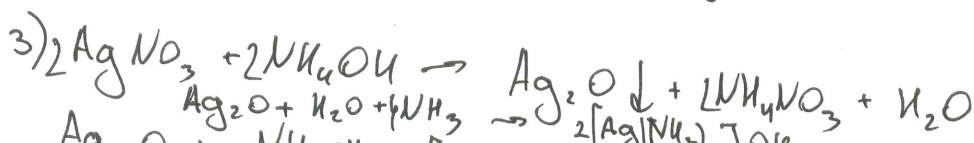
Реагент  $(NH_4)OH$  - водный раствор аммиака



Признак: выпадение белого осадка, нерастворимого в избытке аммиака



Признак: выпадение белого осадка, растворимого в избытке аммиака



Признак: выпадение бурого осадка, растворимого в избытке аммиака

Задача 8.4

Судя по описанию N - это Березина; +

M - это Хумедикер

Область искусства - музыка +

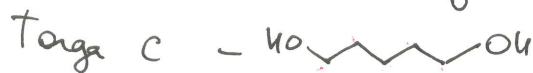
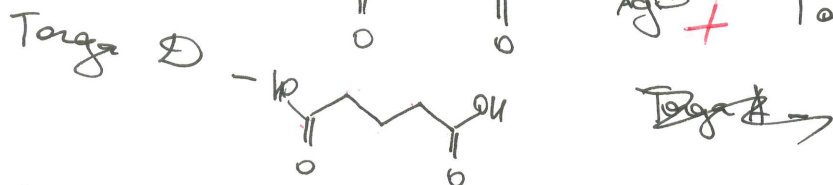
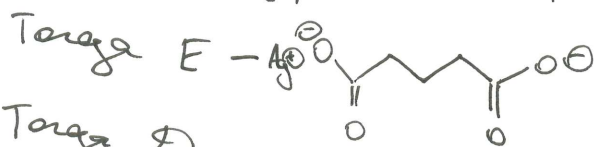
Скорее всего последняя рифма Березина Хумедикера

Тогда если в F 1 брел то:

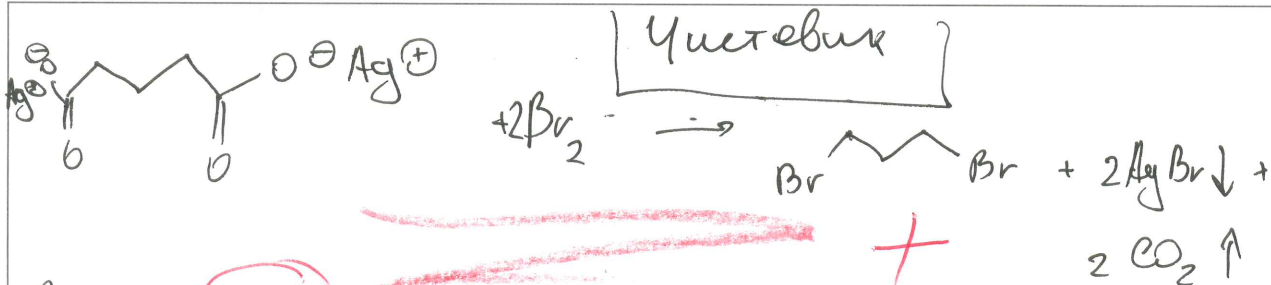
$M(F) = \frac{80 \text{ г/моль}}{0,7921} = 101 \text{ г/моль}$  - не подходит, т.к. целочисленная масса

Если в F 2 атома брела, то:

$M(F) = \frac{2 \cdot 80 \text{ г/моль}}{0,7921} = 202 \text{ г/моль}$  - подходит  $C_3H_6Br_2$







Задача 3.5

Пусть А, В и С соответствует формула  $C_xH_y$ , тогда

$$\frac{12x}{87,8} = \frac{y}{12,2} \Rightarrow 3y = 5x$$

соответствует:

$C_6H_{10}$  - подходит +

$C_3H_5$  - не подходит, т.к. нечетное кол-во H

$C_{12}H_{15}$  - не подходит, т.к. нечетное кол-во H

~~$C_{12}H_{20}$  - не подходит~~

Примем, что соответствует формула  $C_6H_{10}$ , тогда  
 Т.к. затрачивается одинаковое кол-во брома, то  
 в соединениях А, В и С одинаковое кол-во π-связей  
 Исходя из ОВР р-ции с подкисленным  $KMnO_4$ , можно  
 предположить что С будет проявлять восстановительные  
 св-ва, таким образом, что кол-во электронов, переданных  
 $MnO_4^-$  в соединениях А, В и С будет отличаться, как:  
 $e(A) : e(B) : e(C) = 500 : 200 : 150 = 10 : 4 : 3$  или  
 $20 : 8 : 6$

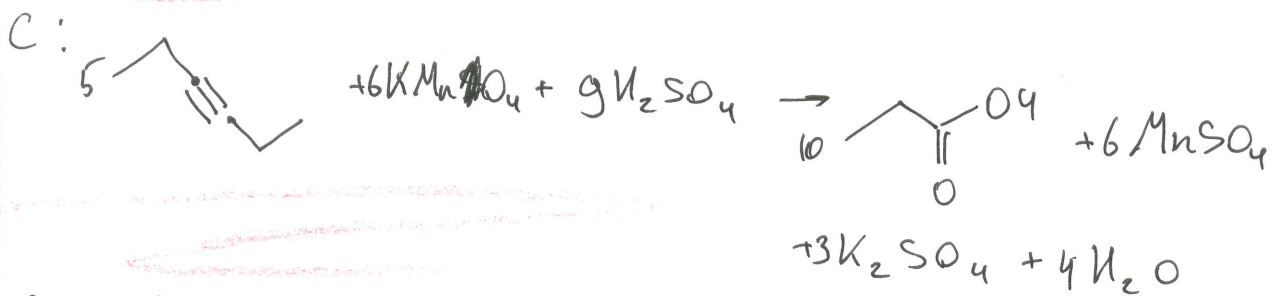
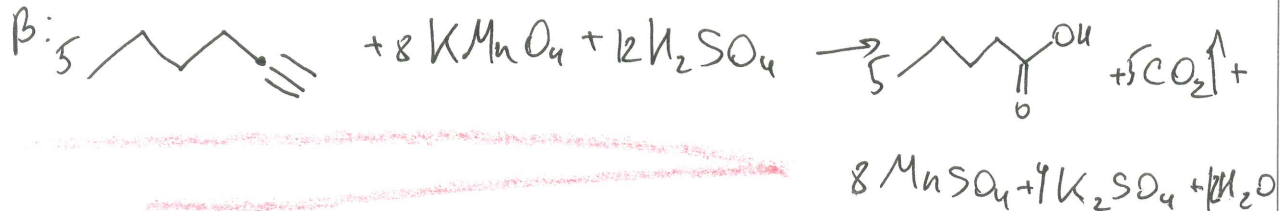
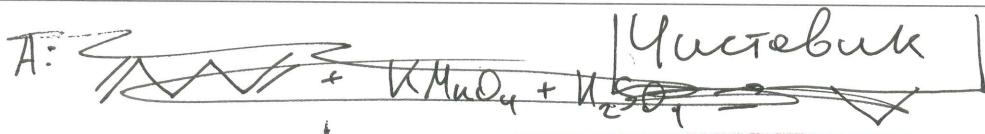
Исходя из того, что среди орг-ки вещ-в образуются  
 только односвязные к-ты, предположим, что:

А - ~~CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>~~

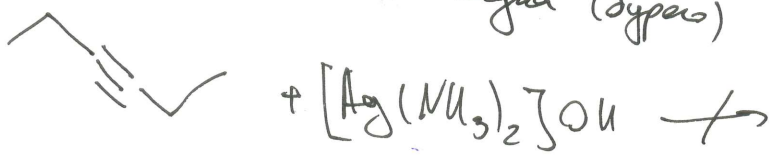
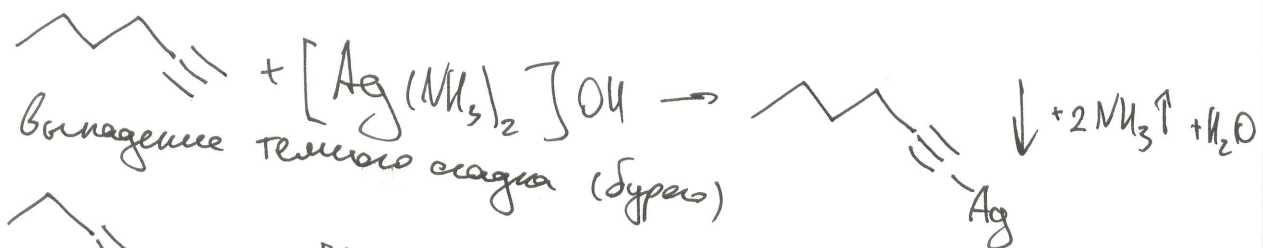
В - CCCC#C

С - CCC#CC

Тогда ур-ния р-ции такие:



В и С можно отличить с помощью аммиачного раствора оксида серебра (кач-ная реакция на терминальную тройную связь)



Ответ: B -  $\text{C}_6\text{H}_{10}$   
 C -  $\text{C}_6\text{H}_{10}$

Продолжение задачи 5.5 (Числовый)

Исходя из кин. уравнения:

$$r = k [A]^2, \text{ где } [A] = \frac{V(A)}{V_{\text{реак}}} \Rightarrow \text{при увеличении объема реактора в 3 раза, скорость кон-ции [A] увеличивается в 3 раза}$$

Т.е скорость р-ции увеличивается в 9 раз, при увеличении объема

Т.к суммарная скорость реакции увеличивается в 9 раз, то

$$r_2 = k_2 [A']^2$$

$$r_1 = k_1 [A_0]^2 \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = \frac{k_2 [A']^2}{k_1 [A_0]^2} = \frac{9k_2}{k_1} = \frac{2}{1} \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = \frac{2}{9}$$

Из ур-ния Аррениуса:  $k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$  следует, что:

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\ln \frac{2}{9} = \frac{E_a}{8,314} \left( \frac{1}{323} - \frac{1}{290} \right)$$

$$E_a \approx 35,495 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$\begin{cases} \ln k_2 = A - \frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T_2} \\ \ln k_1 = A - \frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T_1} \end{cases}$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

Ответ:  $E_a \approx 35,495 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} \approx 35,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

Задача 4.2

$$N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}, \text{ где } \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$$

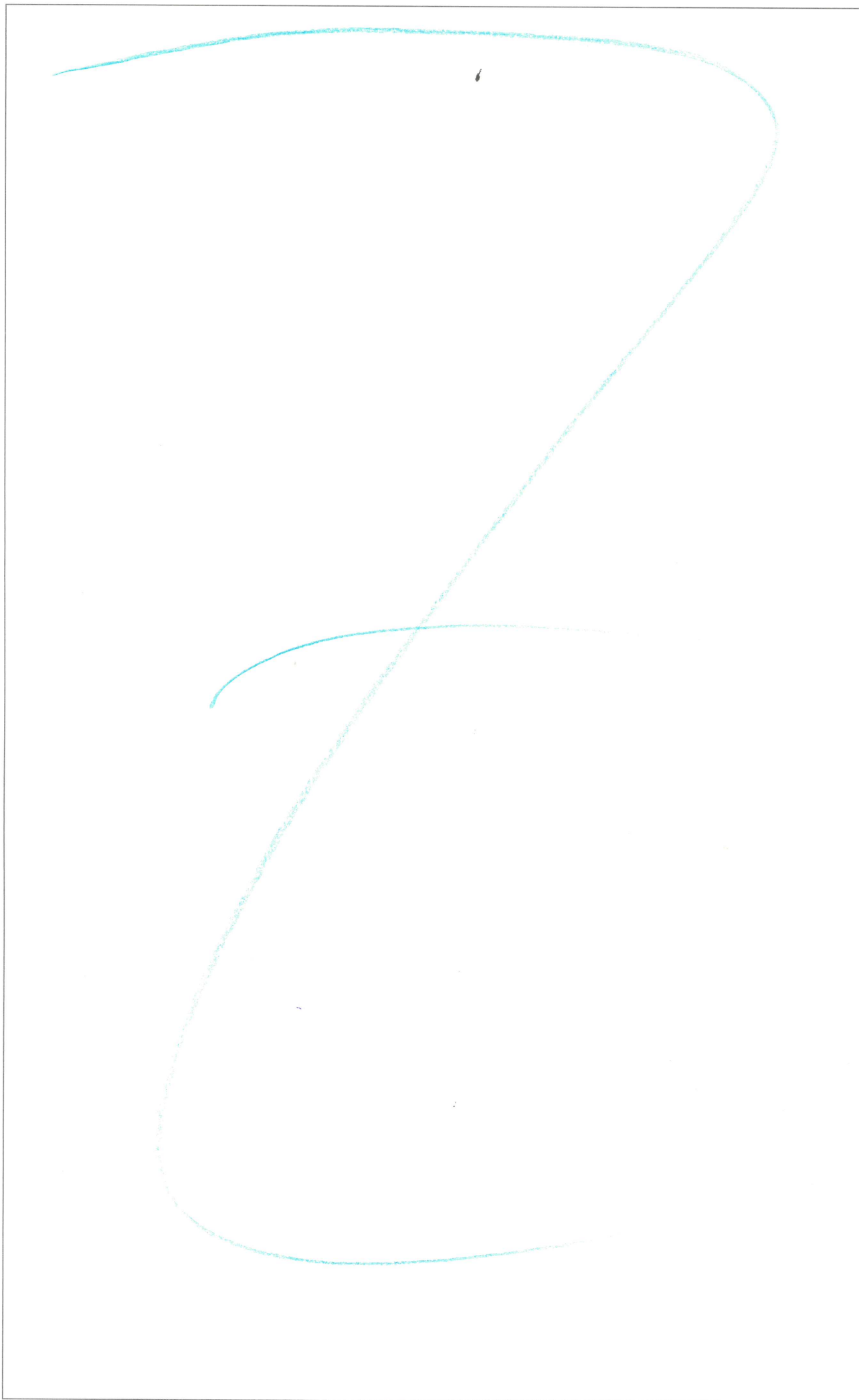
$$14,87 = 15 \cdot e^{-\frac{\ln 2 t}{5730}}$$

$$e^{-\frac{\ln 2 t}{5730}} = \frac{14,87}{15}$$

$\frac{\ln 2 t}{5730} = -\ln \frac{14,87}{15} \Rightarrow t = 72 \text{ года} < 100 \text{ лет} \Rightarrow$  картина не могла затаять Клеодра-Маше при жизни

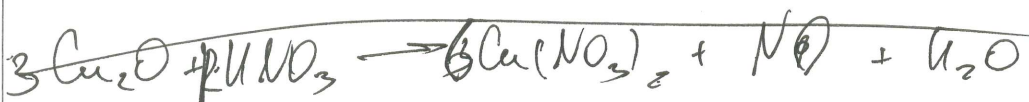
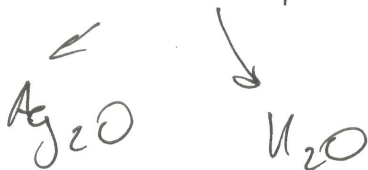
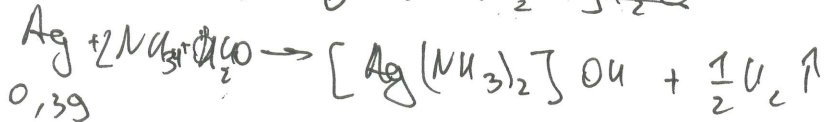
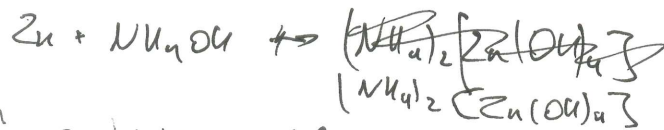
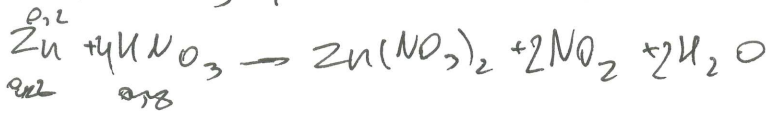
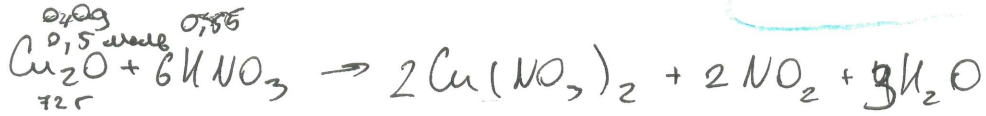
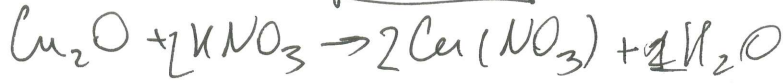
Ответ: данная картина не может быть подлинником

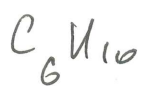
ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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

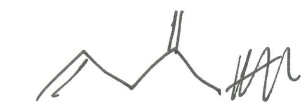
Черновик



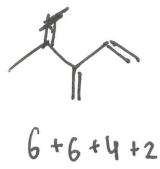
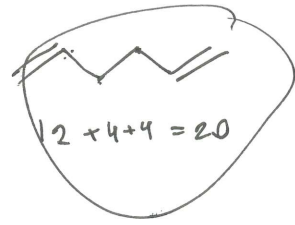
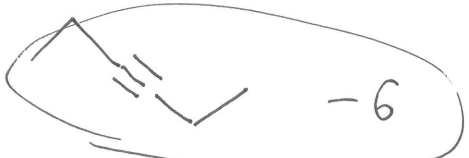
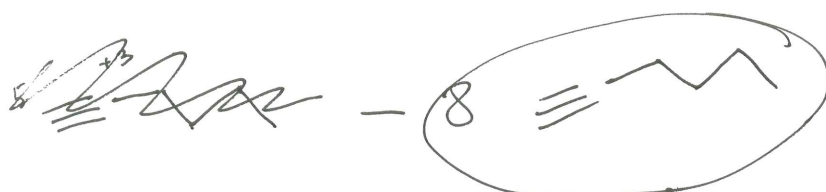
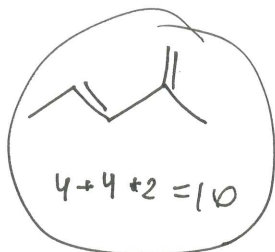


Черновики

$\frac{V(A)}{V} : V_B : V_C = 10 : 4 : 3$



$6+4=10$   
 $6+6+2=14$



~~$4+4+4=12$~~   
 $6+6+4$

