



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

Вариант _____

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Хисаметдиновой Алина Ильдаровна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 3 » марта 2024 года

Подпись участника
Алиф

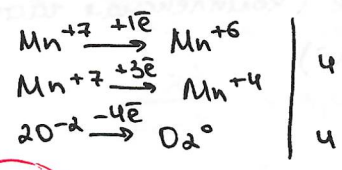
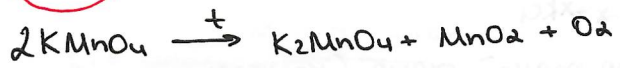
Чистовик

1	2	3	4	5	6	7	Σ
4	10	12	16	16	17	20	95

Али/Виктор

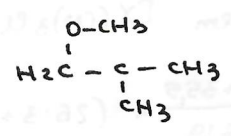
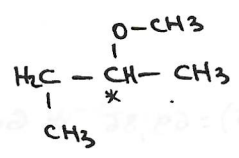
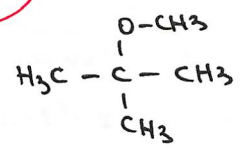
Борзенко

10-1

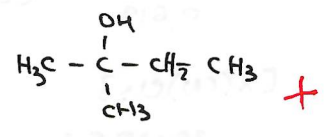
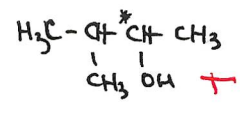
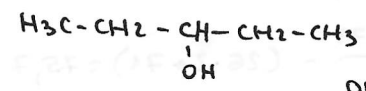


10-2

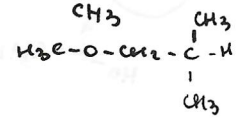
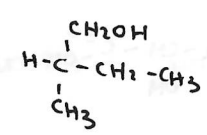
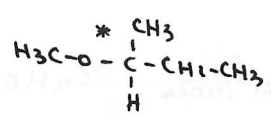
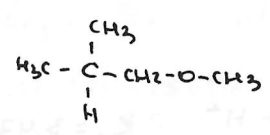
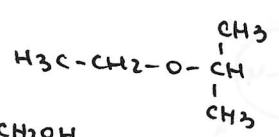
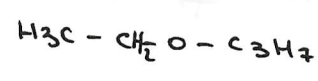
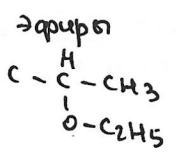
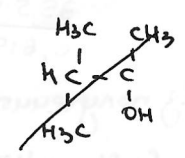
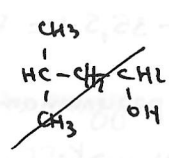
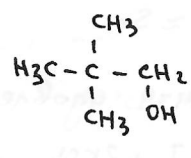
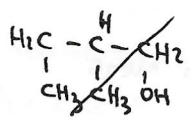
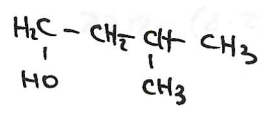
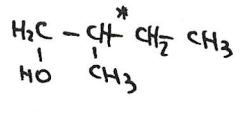
эфир



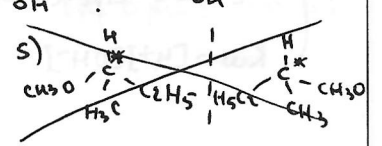
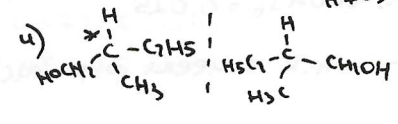
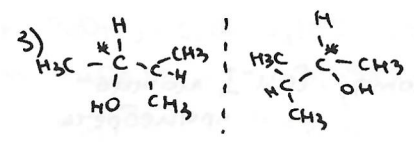
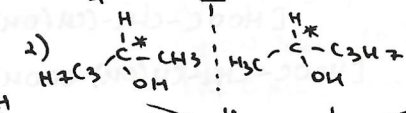
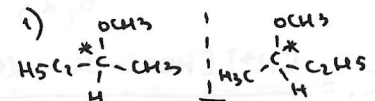
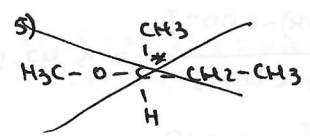
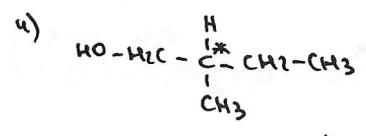
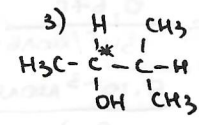
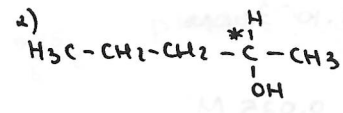
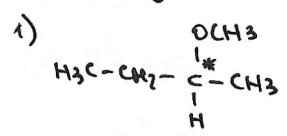
Спирты



Оптически активные имеют хиральный (*) атом углерода



Обладают оптической активностью:

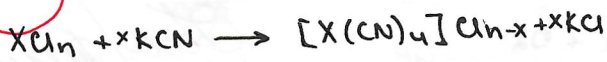


95

девять
пять

Чистовик

10-3



Допустим, реакция протекает по такой схеме (комплексная таблица в качестве лигандов содержит только CN⁻)

$$\omega(CN^-) = 1 - 0,381 = 0,619 \leftarrow \omega(\text{лигандов})$$

$$\frac{26 \cdot 4}{0,619} - 26 \cdot 4 = 64 \approx Cu$$

пусть будет $[X(CN)_3Cl]$

$$\frac{26 \cdot 3 + 35,5}{0,619} - (26 \cdot 3 + 35,5) = 69,86 \approx Ga$$

$[X(CN)_2Cl_2]$

$$\frac{26 \cdot 2 + 71}{0,619} - (26 \cdot 2 + 71) = 75,7$$

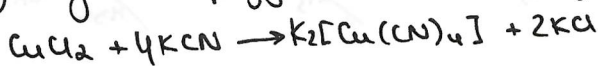
$[X(CN)Cl_3]$

$$\frac{26 + 35,5 \cdot 3}{0,619} - (26 + 35,5 \cdot 3) = 81,55$$

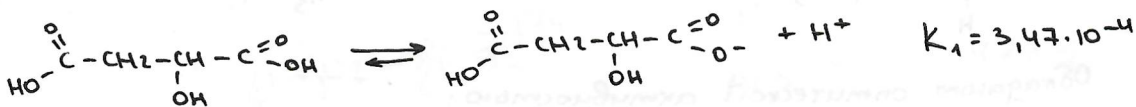
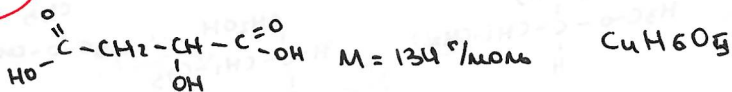
$[XCl_4]$

$$\frac{35,5 \cdot 4}{0,619} - 35,5 \cdot 4 = 87,4 \approx Sr$$

Из полученных результатов $кч=4$ удовлетворяет медь



10-4



$$n(C_4H_6O_5) = \frac{0,67 \text{ г}}{134 \text{ г/моль}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$c(C_4H_6O_5) = \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}}{0,2 \text{ л}} = 0,025 \text{ М}$$

$$K_1 = \frac{[H^+][HOOC-CH_2-CH(OH)-COO^-]}{[HOOC-CH_2-CH(OH)-COOH]} = 3,47 \cdot 10^{-4}$$

$$[HOOC-CH_2-CH(OH)-COOH]_0 = 0,025$$

$K_w = [H^+][OH^-]$ — т.к. имеем р-р кислоты, $[OH^-]$ можно пренебречь

Чистовик

$$[H^+] = [HOOC-CH_2-CH(OH)-COO^-] = X \text{ (если пренебречь } [OH^-])$$

$$K_1 = \frac{[H^+][HOOC-CH_2-CH(OH)-COO^-]}{[HOOC-CH_2-CH(OH)-COOH]}$$

$$K_1 = \frac{X^2}{c_0 - X} = 3,47 \cdot 10^{-4}$$

$$X^2 = [H^+]^2$$

$$\frac{[H^+]^2}{0,025 - [H^+]} = 3,47 \cdot 10^{-4}$$

$$[H^+]^2 = 8,675 \cdot 10^{-6} - 3,47 \cdot 10^{-4} [H^+]$$

$$[H^+]^2 + 3,47 \cdot 10^{-4} [H^+] - 8,675 \cdot 10^{-6} = 0$$

$$[H^+] = 2,777 \cdot 10^{-3} \text{ М}$$

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pH = -\log 2,7765 \cdot 10^{-3} = 2,557 +$$

10-5



$$n(NaOH) = 0,05 \text{ М} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ л} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$$

$$n(HCl)_{\text{аликв}} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$$

$$V(\text{аликвота}) = 20 \text{ мл}$$

$$n(HCl) = 2 \cdot 10^{-4} \text{ моль} \cdot \frac{200 \text{ мл}}{20 \text{ мл}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$c(HCl)_{\text{исх}} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ моль}}{1 \cdot 10^{-3} \text{ л}} = 2 \text{ моль/л} +$$

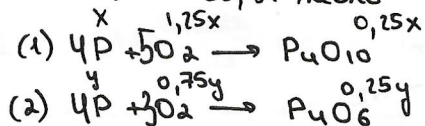
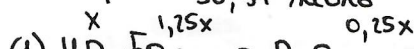
10-6

$$pV = nRT$$

$$n(O_2)_1 = \frac{pV}{RT} \quad n(O_2) = \frac{318,1605 \text{ кПа} \cdot 7 \text{ л}}{8,314 \cdot 298} = 0,898914 \text{ моль} +$$

$$p_{\text{атм}} = 101,325 \text{ кПа}$$

$$n(P_{\text{кр}}) = \frac{15,5 \text{ г}}{30,97 \text{ г/моль}} = 0,500484 \text{ моль} +$$



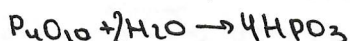
$$p(O_2)_2 = \frac{1}{2} \cdot p(O_2)_1 \Rightarrow \text{прореагировала половина } O_2$$

$$n(O_2)_{\text{реак}} = 0,898914 \text{ моль} \cdot \frac{1}{2} = 0,4495 \text{ моль}$$

$$\begin{cases} x + y = 0,5 \\ 1,25x + 0,75y = 0,44946 \end{cases} \quad \begin{cases} 1,25x + 1,25y = 0,625 \\ 1,25x + 0,75y = 0,44946 \end{cases} \quad \begin{cases} 0,5y = 0,17554 \\ y = 0,351 \text{ (0,35)} \\ x = 0,1489 \text{ (0,15)} \end{cases}$$

$$n(P_4O_{10}) = 0,25 \cdot 0,1489 = 0,037225 \text{ моль}$$

$$n(P_4O_6) = 0,25 \cdot 0,351 = 0,08775 \text{ моль}$$



Чистовик.



$$n(\text{кон}) = \frac{448 \text{ г} \cdot 0,15}{56 \text{ г/моль}} = 1,2 \text{ моль} +$$



$$n(\text{HPO}_3) = n(\text{P}_4\text{O}_{10}) \cdot 4 = 0,037225 \cdot 4 = 0,1489 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_3\text{PO}_3) = n(\text{P}_4\text{O}_6) \cdot 4 = 0,08775 \cdot 4 = 0,351 \text{ моль}$$

кон взят в эквном избытке ⇒ образуются средние соли

$$n(\text{KPO}_3) = 0,1489 \text{ моль} \quad (0,15)$$

$$n(\text{K}_2\text{HPO}_3) = 0,351 \text{ моль} \quad (0,35)$$

$$n(\text{кон})_{\text{ост}} = 1,2 \text{ моль} - (0,1489 + 0,351 \cdot 2) = 0,3491 \text{ моль}$$

$$m(\text{р-ра}) = 0,037225 \text{ моль} \cdot 283,88 \text{ г/моль} + 0,08775 \text{ моль} \cdot 219,84 \text{ г/моль} + 448 \text{ г} = 477,86 \text{ г}$$

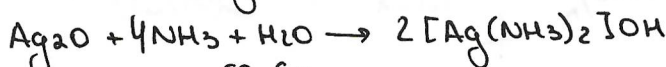
$$\omega(\text{KPO}_3) = \frac{0,1489 \cdot 117,96}{477,86} = 0,03675 \quad (3,675\%) \approx (3,7\%) \quad \text{K}_3\text{PO}_4$$

$$\omega(\text{K}_2\text{HPO}_3) = \frac{0,351 \cdot 157,96}{477,86} = 0,116 \quad (11,6\%) +$$

$$\omega(\text{кон}) = \frac{0,3491 \cdot 56}{477,86} = 0,0409 \quad (4,09\%) \quad (4,4,1\%)$$

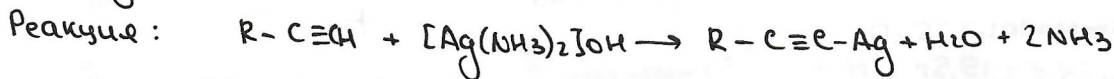
10-7

Один из алкинов должен иметь концевую тройную связь для реакции с [Ag(NH3)2]OH

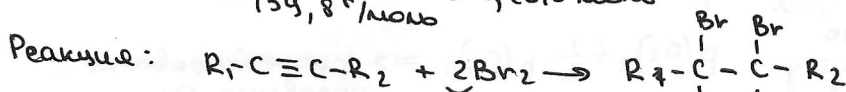


$$n(\text{Ag}_2\text{O}) = \frac{69,6 \text{ г}}{231,74 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль} +$$

$$n([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}) = 0,60067 \text{ моль}$$



$$n(\text{Br}_2) = \frac{9600 \text{ г} \cdot 0,02}{159,8 \text{ г/моль}} = 1,2015 \text{ моль}$$



На одну тройную связь необходимо 2Br2 ⇒ на 1 алкин нужно

0,6 моль бромной воды

⇒ т.к кол-ва n(Br2) и n([Ag(NH3)2]OH) на 1 алкин отличаются в 2 раза, только один из алкинов имеет концевую тройную связь

n(алкина1) = n(алкина2) = 0,6 моль Исходя из m(смеси) составлю уравнение

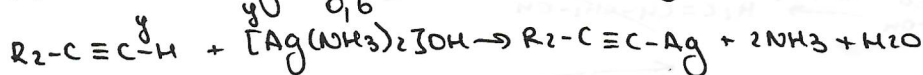
$$(M_1 + M_2) \cdot 0,6 = 29,6$$

$$M_1 + M_2 = 49,33 \text{ г/моль}$$

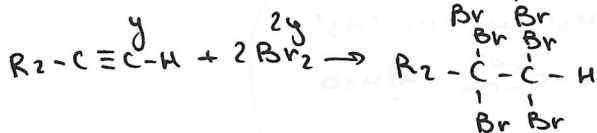
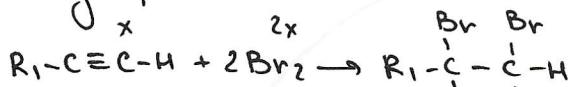
Чистовик

$\frac{49,33}{12} \approx 4$ алкина не могут быть одинаковыми (e_2)

Предположим, оба алкина имеют концевую связь



$$x + y = 0,6$$

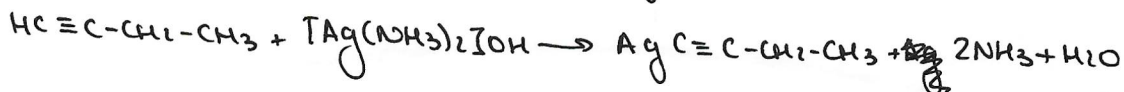
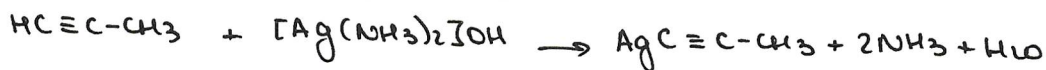
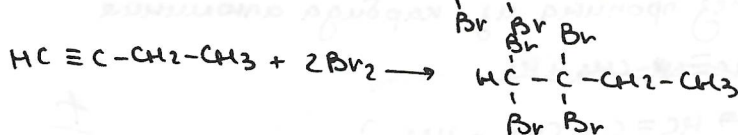
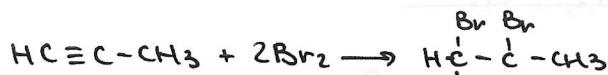
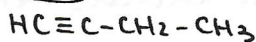
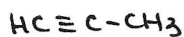
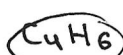
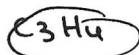


$$x + y = 0,6$$

$$2x + 2y = 1,2$$

$$M_1 \cdot x + M_2 \cdot y = 29,6$$

$$M(\text{смесь})_{\text{ср}} = \frac{29,6}{0,6} = 49,33 \Rightarrow 1 \text{ алкин } < 49,33$$



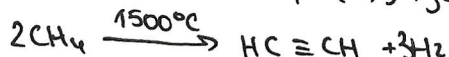
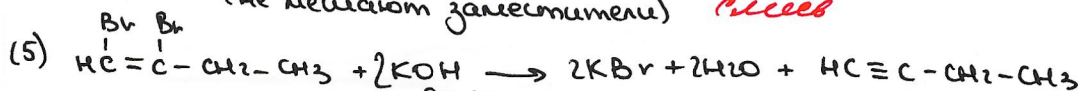
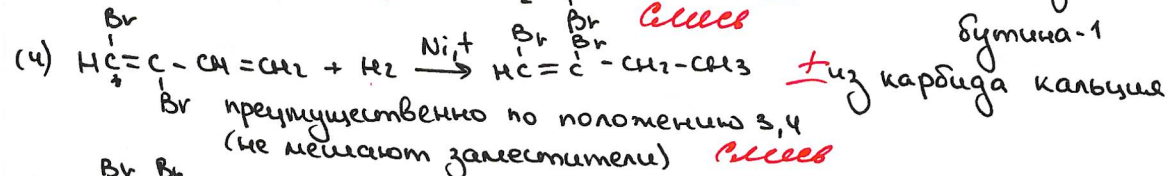
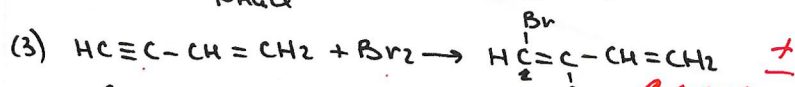
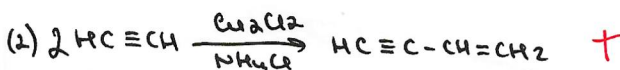
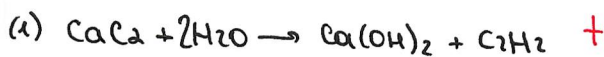
$$40x + 54(0,6-x) = 29,6$$

$$40x - 54x + 32,4 = 29,6$$

$$14x = 2,8 \quad x = 0,2$$

$$n(C_3H_4) = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(C_4H_6) = 0,4 \text{ моль}$$

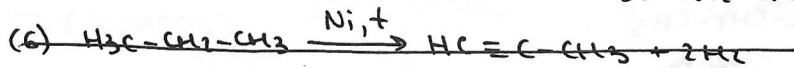
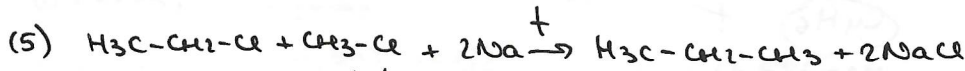
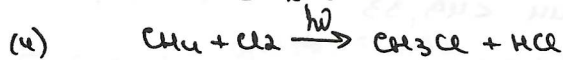
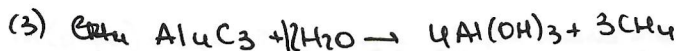
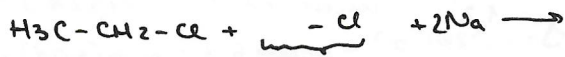
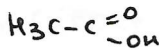
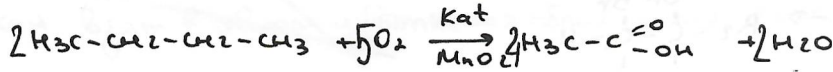
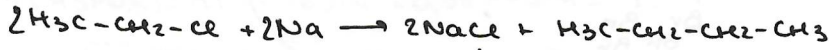
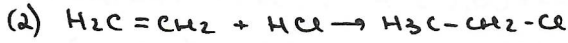
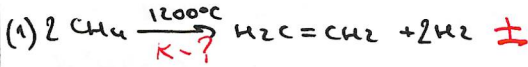
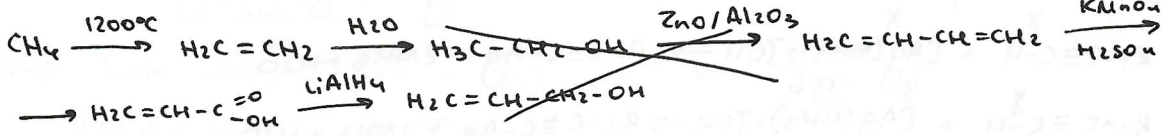
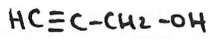
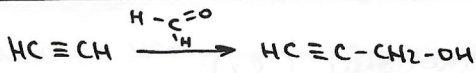


Реакции (1)-(5)

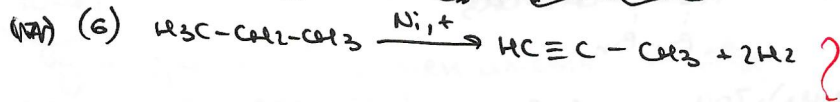
синтез

бутина-1

Чистовик

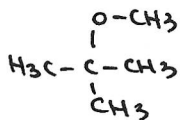
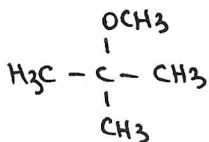


Реакции (1)-(6) - синтез пропина из карбида алюминия



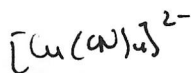
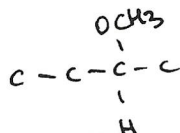
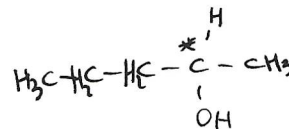
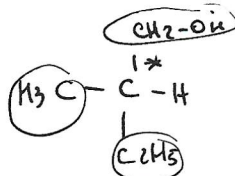
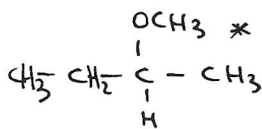
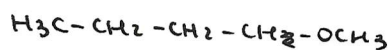
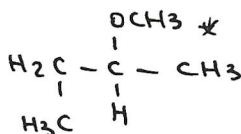
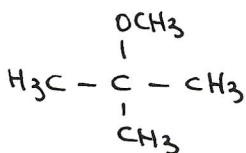
Черновик

10-2



$$3,4820409 \cdot 10^{-5} \quad \sqrt{b} = 5,9 \cdot 10^{-3}$$

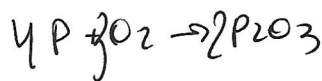
$$\frac{-3,47 \cdot 10^{-4} \pm 5,9 \cdot 10^{-3}}{2}$$



10-6

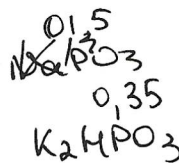
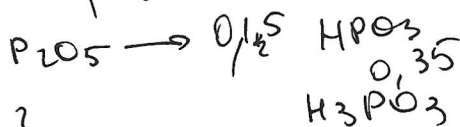
$$n = 0,8988 \quad 0,45 \quad 0,5P \quad \text{PP} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$$

$$\begin{array}{l} \text{P}_2\text{O}_5 \times 1,25x \rightarrow 0,75x \\ \text{P}_2\text{O}_5 \times 0,5 \rightarrow 0,175x \\ \text{P}_2\text{O}_5 \times 4 \rightarrow 0,75x \end{array}$$



$$x = 1,2$$

$$477,9$$



$$0,2$$

