



0 346800 090002

34-68-00-09  
(55.11)



# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант \_\_\_\_\_

Место проведения Москва  
город

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по Химии  
профиль олимпиады

Кушниц Сергей Романович  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

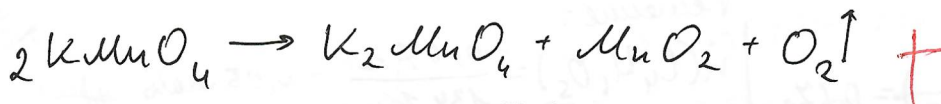
Дата

« 3 » марта 2024 года

Подпись участника

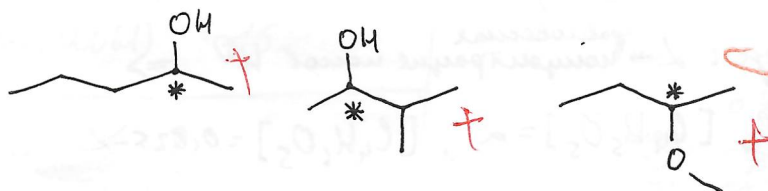
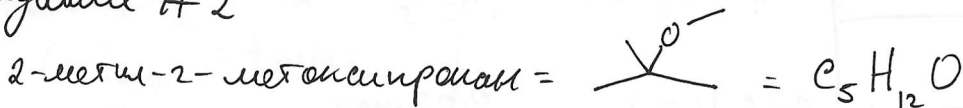
# ЧИСТОВИК

Задача #1.



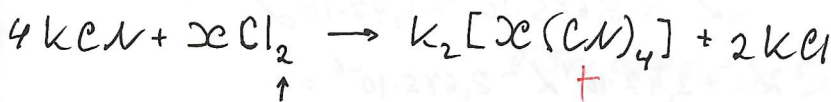
~~Задача #1~~

Задача #2



(\* - асимметричный центр)

Задача #3



можно предположить, что валентность  $x = 2$ , т.к. к.ч.  $x = 4$

$$\omega(x) = 0,381 \rightarrow \frac{M_r(x)}{0,381} = M_r(x) + 4 \cdot M_r(\text{Cl}) + 4 \cdot M_r(\text{N})$$

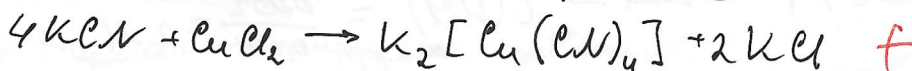
$$\frac{M_r(x)}{0,381} = M_r(x) + 4 \cdot 12,01 + 4 \cdot 14,00$$

$$M_r(x) = 0,381 \cdot M_r(x) + 104,04 \cdot 0,381$$

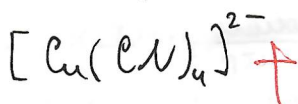
$$0,619 \cdot M_r(x) = 33,639$$

$$M_r(x) = 64,04 \rightarrow x = \text{Cu}$$

~~Задача #3~~



$x = \text{Cu}$



34-68-00-09  
(55.11)

Звон / Писать нельзя

Борзенко

1	2	3	4	5	6	7	Σ
4	7,5	12	16	16	18	21,5	95

ЧИСЛОВИК

Задача #4.

$$V = 0,2 \text{ л}$$

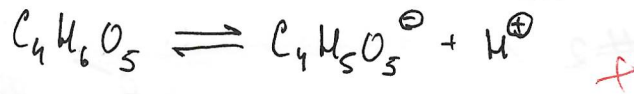
$$m(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5) = 0,672$$

$$K_1 = 3,47 \cdot 10^{-4}$$

pH-?

Решение:

$$n(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5) = \frac{0,672}{134} = 0,005 \text{ моль} \quad +$$



$$C(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5) = \frac{0,005 \text{ моль}}{0,2 \text{ л}} = 0,025 \text{ М} \quad +$$

Пусть  $\alpha$  — равновесная концентрация ионов  $\text{H}^\oplus \Rightarrow$ 

$$\text{по УОСР} \Rightarrow [\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_5] = \alpha, [\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5] = 0,025 - \alpha$$

$$\frac{[\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_5] \cdot [\text{H}^\oplus]}{[\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5]} = K_1$$

$$\frac{\alpha^2}{0,025 - \alpha} = 3,47 \cdot 10^{-4} \quad +$$

$$\alpha^2 = 8,675 \cdot 10^{-6} - 3,47 \cdot 10^{-4} \alpha$$

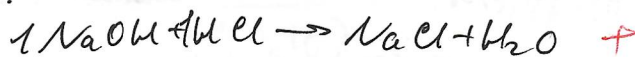
$$\alpha^2 + 3,47 \cdot 10^{-4} \alpha - 8,675 \cdot 10^{-6} = 0$$

$$\alpha = 0,00278 \text{ М} \rightarrow$$

$$\text{pH} = -\lg([\text{H}^\oplus]) = -\lg(\alpha) = -\lg(0,00278) = 2,56 \quad +$$

Ответ: pH = 2,56.  $+$ 

Задача #5.



$$n(\text{NaOH}) = 0,05 \text{ М} \cdot 0,004 = 0,0002 \text{ моль} \Rightarrow \text{по УОСР } n(\text{HCl}) = 0,0002 \text{ моль} \quad +$$

в 20 мл р-ра HCl 0,0002 моль и-ты  $\Rightarrow$  в 200 мл, р-ра HCl 0,002 моль и-ты.  $+$ 

~~Вся~~ Вся ишлоты из 200-миллиметрового раствора была взята из исходного р-ра в 1 мл  $\Rightarrow C(\text{HCl}) = \frac{0,002}{0,001} = 2 \text{ М} \quad +$

Ответ: концентрация исходной ишлоты = 2  $\frac{\text{моль}}{\text{лтр}}$ .  $+$



34-68-00-09  
(55.11)

Чистовик

Задача #6.

$V = 4 \text{ л}$   
 $P = 3,14 \text{ атм} \approx 318,161 \text{ кПа}$   
 $T = 25^\circ\text{C} = 298,15 \text{ К}$   
 $m(\text{P}_{\text{кр}}) = 15,5 \text{ г}$   
 $n(\text{O}_2)_{\text{прореаг.}} = \frac{1}{2} n(\text{O}_2)_{\text{исх.}}$   
 $m(\text{KOH})_{\text{р-р}} = 448 \text{ г}$   
 $w(\text{KOH}) = 15\%$

$w \text{ в. в. в.} - ?$   
 $\text{р-р}$

Решение:

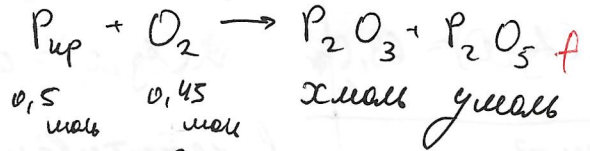
$$pV = nRT$$

$$318,161 \cdot 4 = n \cdot 8,314 \cdot 298,15$$

$$n(\text{O}_2)_{\text{исх.}} = 0,898 \text{ моль} \rightarrow$$

$$n(\text{O}_2)_{\text{прореаг.}} = \frac{1}{2} \cdot 0,898 = 0,449 \text{ моль} \approx 0,45 \text{ моль}$$

$$n(\text{P}_{\text{кр}}) = 15,5 : 31 = 0,5 \text{ моль} \rightarrow$$



Пусть образовалось  $x$  моль  $\text{P}_2\text{O}_3$  и  $y$  моль  $\text{P}_2\text{O}_5$ :

$$\begin{cases} 0,5 = 2x + 2y \\ 0,45 \cdot 2 = 3x + 5y \end{cases}$$

уравнения  
материального  
баланса

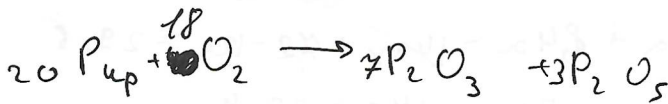
$$x = 0,25 - y$$

$$0,9 = 0,75 - 3y + 5y$$

$$0,15 = 2y$$

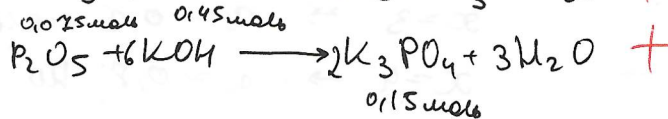
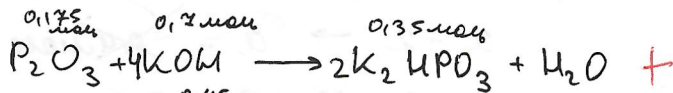
$$y = 0,075 \text{ моль}$$

$$x = 0,25 - 0,075 = 0,175 \text{ моль}$$



⚡

$$n(\text{KOH}) = 448 \text{ г} \cdot 0,15 : (39 + 17) = 1,2 \text{ моль}$$



Что во р-ре осталось/образовалось:

0,35 моль  $\text{K}_2\text{HPO}_4$

0,15 моль  $\text{K}_3\text{PO}_4$

0,05 моль  $\text{KOH}$

р-р ничего не пошло (нет газоб, осадков)

$$\rightarrow m_{\text{р-ра}}(\text{исх.}) - m_{\text{р-ра}}(\text{исх.}) = 448 \text{ г}$$

$$w(\text{K}_2\text{HPO}_4) = \frac{0,35 \cdot 158}{448} = 12,34\%$$

$$w(\text{K}_3\text{PO}_4) = \frac{0,15 \cdot 212}{448} = 7,10\%$$

$$w(\text{КОМ}) = \frac{0,05 \cdot 56}{448} = 0,63\%$$

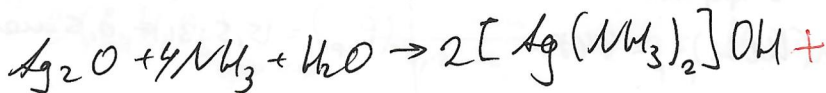
Ответ: КОМ - 0,63%,  $\text{K}_3\text{PO}_4$  - 2,1%,  $\text{K}_2\text{HPO}_3$  - 12,34%.

Задача #7.

$m_{\text{смеси}} = 29,6 \text{ г}$   
 $m(\text{Br}_2)_{\text{H}_2\text{O}} = 9600 \text{ г}$   
 $w(\text{Br}_2) = 0,02$   
 $m(\text{Ag}_2\text{O}) = 69,6 \text{ г}$

$m(\text{Br}_2) = 9600 \cdot 0,02 = 192 \text{ г}$

$n(\text{Br}_2) = 1,2 \text{ моль}$



$m(\text{Ag}_2\text{O}) = 69,6 \text{ г}$

$n(\text{Ag}_2\text{O}) = 0,3 \text{ моль} \rightarrow n([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}) = 0,6 \text{ моль}$

смесь - ?

В реактиве Таулера взаимодействуют только терминальные алкены

Предположим, оба алкина - терминальные.

Пусть  $n(\text{C}_x\text{H}_{2x-2}) = a \text{ моль}$ ,  $\Rightarrow n(\text{C}_{x+1}\text{H}_{2x}) = 0,6 - a \text{ моль}$

реактивирован с 0,6 моль серебра, эти алкины в молекуле смеси обесцвечивают 1,2 моль бромной воды

$(a + 0,6 - a) \cdot 2 = 1,2$

↑ моль Br<sub>2</sub>

Тогда несложно подобрать подходящие алкины:

$(12x + 2x - 2) \cdot a + (12x + 12 + 2x) \cdot (0,6 - a) = 29,6$

$14ax - 2a + 8,4x - 14ax + 7,2 - 12a = 29,6$

$8,4x - 14a = 22,4$

$x = 1 \rightarrow a = -1 \text{ моль}$

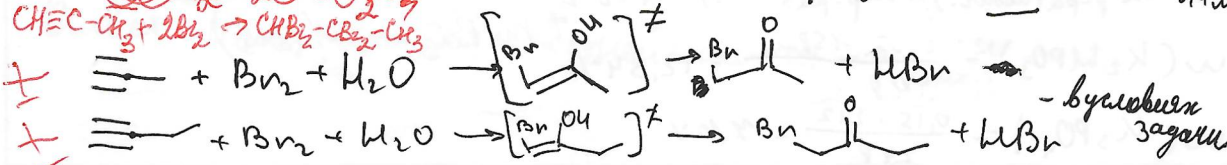
$x = 2 \rightarrow a = -0,4 \text{ моль}$

$x = 3 \rightarrow a = 0,2 \text{ моль}$

$x = 4 \rightarrow a = 0,8$ , но  $(0,6 - a) = -0,2 \text{ моль}$ .

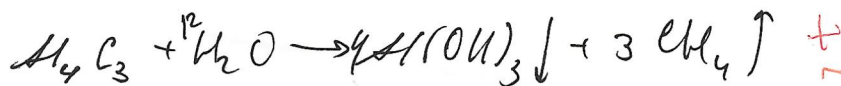
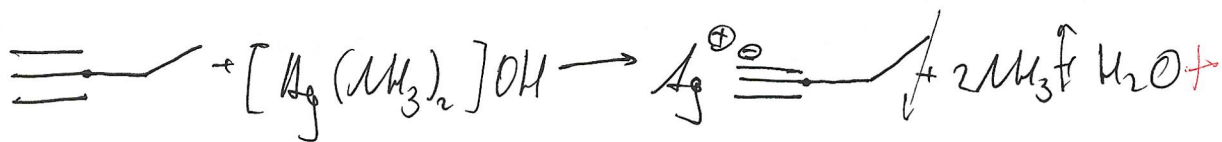
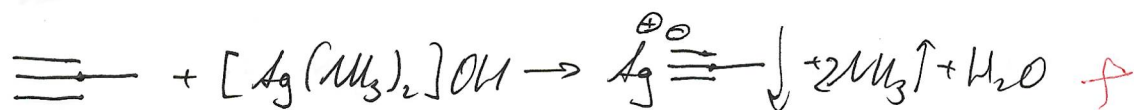
Таким образом,  $\text{C}_x\text{H}_{2x-2} = \text{C}_3\text{H}_4 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$  0,2 моль

$\text{C}_{x+1}\text{H}_{2x} = \text{C}_4\text{H}_6 \rightarrow \text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}-\text{CH}_3$  0,4 моль

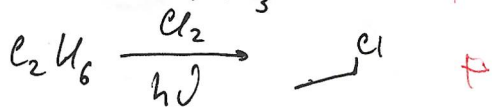
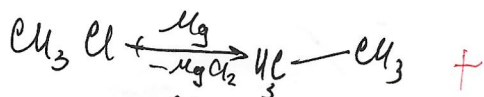


34-68-00-09  
(55.11)

ЧИСТОУКИ



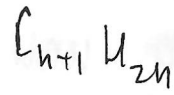
*отдельно пометить?*



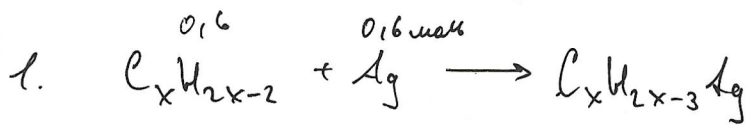
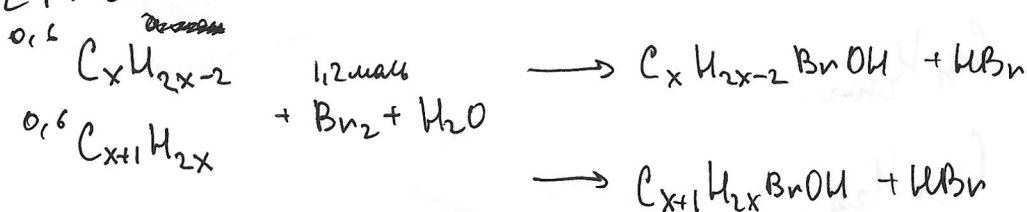
~~Сделано~~



ЦЕРМОВИК

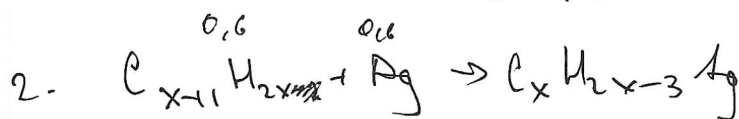


ЦЕРКОВИЧ.



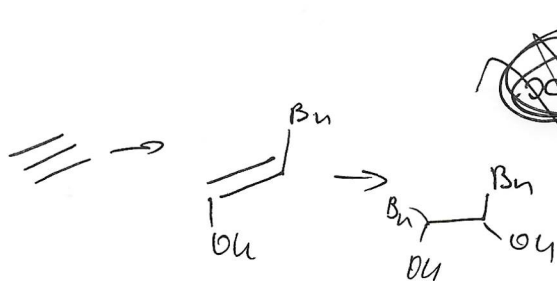
$$14x - 2 + 14x + 12 = 28,333$$

$$x = 1,4$$

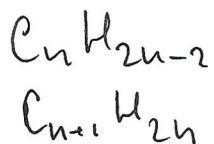


$$14x + 12 + 14x - 2 = 28,333$$

$$x = 1,4$$



$$\cdot (x) + (0,6 - x)$$



$$x + y = 1,2$$

+

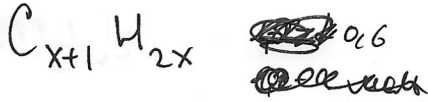
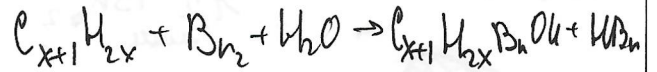
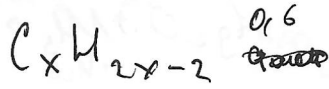
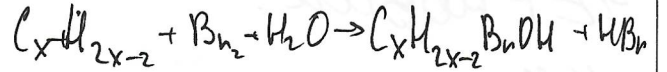
$$(14n - 2)x + (14n + 12)(1,2 - x) = 28,6$$

$$14nx - 2x + 16,8n + 14,4 - 14nx - 12x = 28,6$$

$$16,8n - 14x = 15,2$$



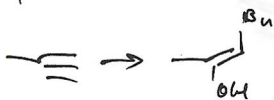
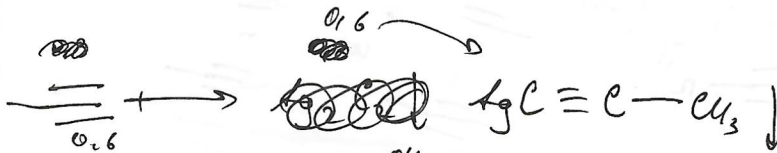
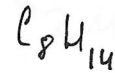
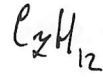
УФРОВОДИ



$$0,6 (14x - 2 + 14x + 12) = 29,6$$

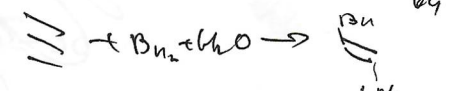
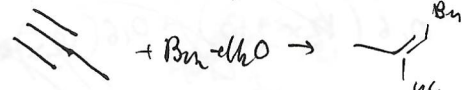
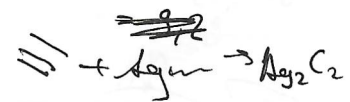
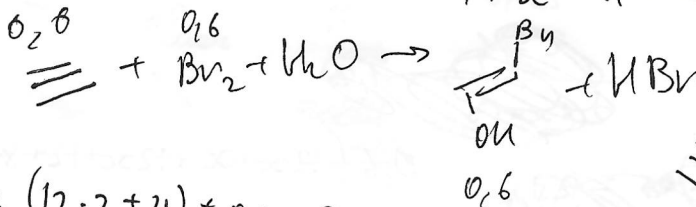
$$a (12x + 2x - 2) + (12x + 12 + 2x) \cdot (1/2 - a) = 29,6$$

$$x = 1,4$$



~~$$0,6 (12x + 2x - 2) + (12x + 12 + 2x) = 29,6$$~~

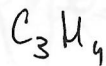
~~$$28x + 10 = 29,6$$~~



$$0,3 (12 \cdot 3 + 4) + 0,3 \cdot (12 \cdot 3 + 4) = 29,6$$

$$0,3 (12x + 2x - 2) + 0,3 (12x + 12 + 2x) = 29,6$$

$$28x + 10$$



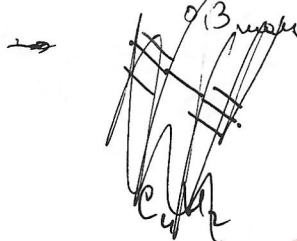
~~$$0,3 (12x + 2x - 2) +$$~~



$$0,3 \cdot x + 0,3 \cdot (x + 14) = 29,6$$



$$0,3$$



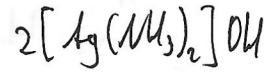
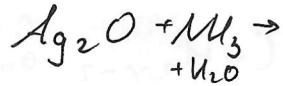
ЧЕРНОВИК.

#2.

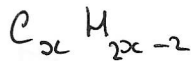


1,2 Br<sub>2</sub>  
мал

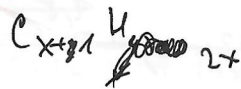
0,6 моль Ag



0,6 моль



~~$$12x + 2x + 12x + 12 + x + 1 = 29,6$$~~



~~$$26x + 13 - 29,6$$~~
~~$$28x + 10 = 29,6$$~~



$$0,6(13x + 13) + 0,6(12x) = 29,6$$

$$0,6(12x + x + 12x + 12 + x + 1) = 29,6$$

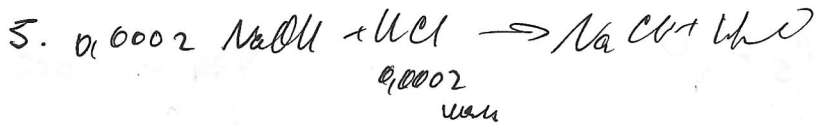
$$\begin{array}{r} 28x + 13 = \\ -1,4 \\ \hline \end{array}$$



$$0,6(12x + 2x + 7) + 0,6(12x + 12 + 2x) = 29,6$$

$$28x + 10 =$$

ЧЕРНОВИК

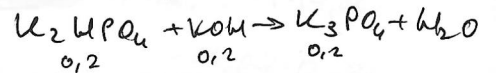
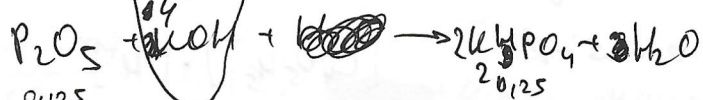
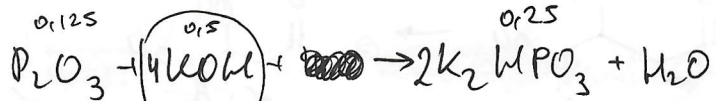
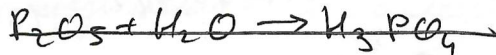
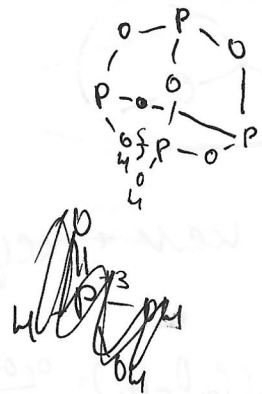
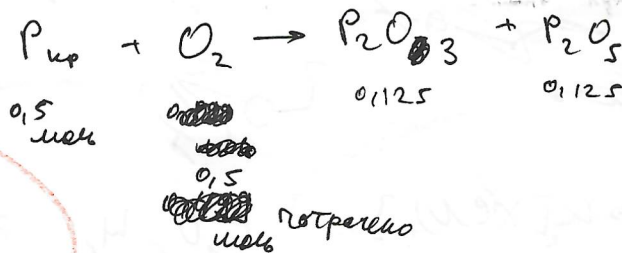


$0,0002 \text{ моль} \quad 0,02 \text{ м}$

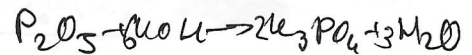
$x \text{ моль} \quad 0,2 \text{ м}$

$0,0002 \text{ моль} \text{ в } 200 \text{ мл} \rightarrow 0,002 \text{ моль в } 1 \text{ мл}$   
 $\rightarrow 2 \text{ м HCl}$

6.  $318,1605 \text{ мПа} \cdot \gamma = n \cdot 8,314 \cdot 298,15$   
 $n = 0,899 \text{ моль}$

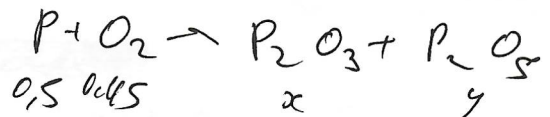


$0,25 \text{ K}_2\text{HPO}_3 = 39,5 \text{ г}$



$0,2 \text{ K}_3\text{PO}_4 = 42,4 \text{ г}$

$0,05 \text{ K}_2\text{HPO}_4 = 8,2 \text{ г}$



$2x + 2y = 0,5$

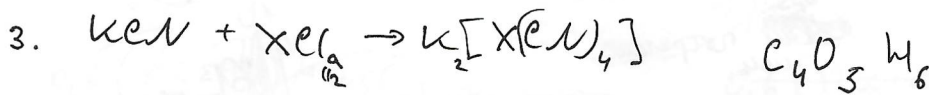
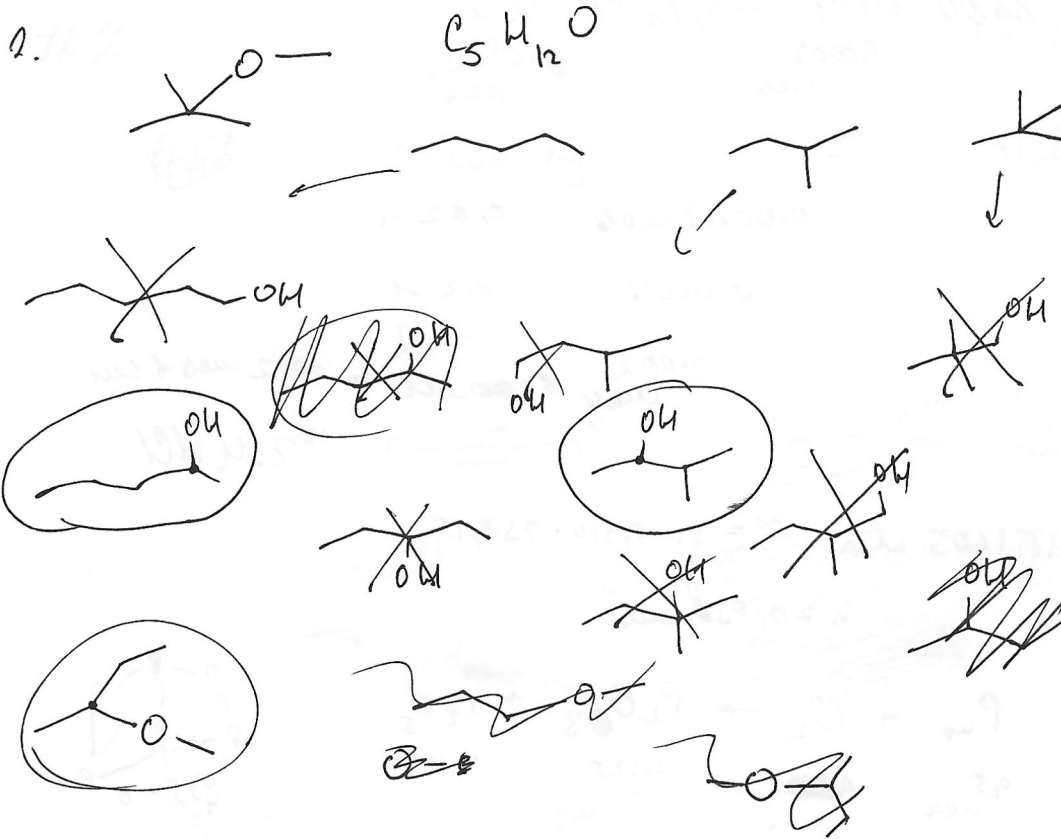
$x = 0,25 - y$

$3x + 5y = 0,45 \cdot 2$

$0,75 + 2y = 0,9$



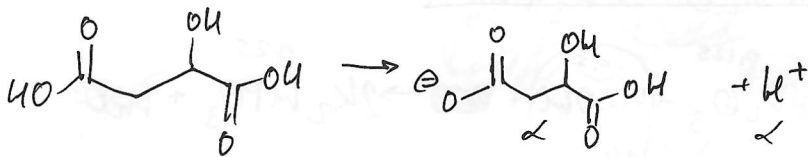
ЧЕРНОВИК.



$$c(C_4O_5H_6) = \frac{0,005}{0,2} = 0,025 \text{ M}$$

$$m(C_4O_5H_6) = 0,6\%$$

$$n(C_4O_5H_6) = \frac{0,6\%}{134} \approx 0,005 \text{ масс}$$



$$\frac{[C_4O_5H_5^-] \cdot [H^+]}{[C_4O_5H_6]} = 3,47 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{\alpha^2}{0,025 - \alpha} = 3,47 \cdot 10^{-4}$$

или  $\alpha^2 = 8,645 \cdot 10^{-6} - 3,47 \cdot 10^{-4} \alpha$

$$\alpha = 0,00274634$$

$$pH = -\lg [H^+] = -\lg \alpha = -\lg(0,00274634)$$

$$= 2,57$$