



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

выход 14¹⁶ - 14²⁰
марта

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Ивановой Елизавета Константиновна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«02» марта 2025 года

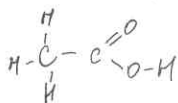
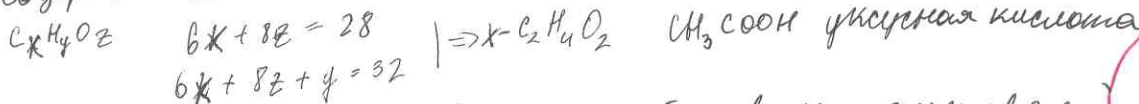
Подпись участника
[подпись]

Иванов
задача 1.4

Демидов
Беломыс

1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
6	6	10	10	8	18	18	18	94

В ¹²C содержится 6n и 6e, в ¹⁶O содержится 8e и 8n, в ¹H содержится 1e и 0n.



16 e участвуют в образовании хим. связей

94

задача 2.4

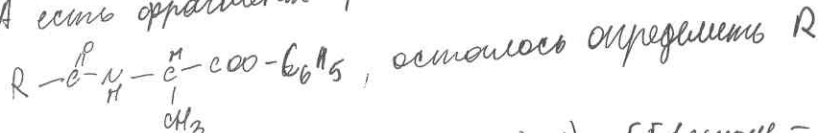
Сильная 1 - хлороформ. Жидкость начала испаряться с цура, что дало показания о понижении температуры

Сильная 2 - концентрированная оросерная кислота. Жидкость не испарялась и не помогала воду, поэтому изменений не было.

Сильная 3 - ~~олеум~~ олеум. Олеум начал помогать влиять из воздуха, а этот процесс экзотермичен, поэтому температура постепенно возрастала

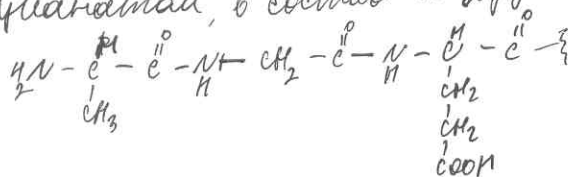
задача 3.3.

А есть фрагмент фенилаланина $M(\text{фенилаланина}) = 165$ г/моль



$M(R) = M(A) - (M(\text{фенилаланина}) - 1) = 551 \text{ г/моль} - (165 \text{ г/моль} - 1) = 387 \text{ г/моль}$

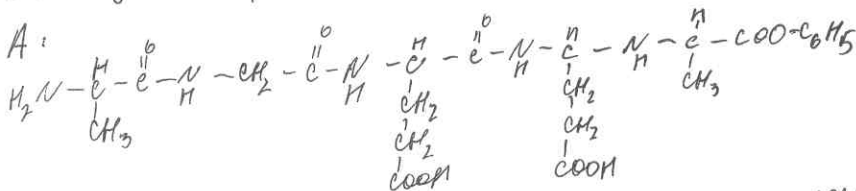
судя по последовательно полученным продуктам А с фенилизотиоцианатом, в составе А идут следующие фрагменты



но молярная масса этого фрагмента не совпадает с R

$M(\text{фрагмента}) = 258 \text{ г/моль}$, т. е.

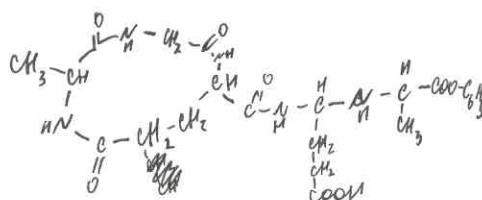
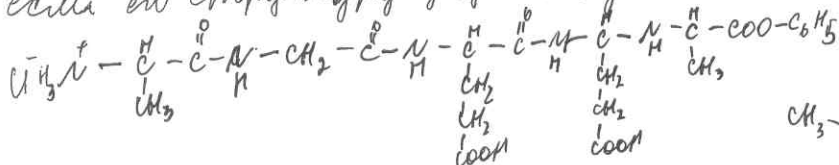
последний аминокислотный остаток повторяется



аланин или фенилаланин

аланин или фенилаланин | глутаминовая | глутаминовая | фенилаланин

пептид с таким же аминокислотным составом не будет реагировать, если его структуру замкнули в циклы или сформировать соль



задача 8.2. Чистовик

$\overset{+3}{\text{Al}}_2 \overset{+4}{\text{Si}}_2 \overset{+2}{\text{O}}_{10} (\text{OH})_2$ если составить ур-е электронейтральности, то
 ~~$\overset{+4}{\text{K}}_2 \overset{+1}{\text{Al}}_2 \overset{+2}{\text{O}}_{10} \overset{+1}{\text{H}}_2$~~ ~~$n + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 4 - 10 \cdot 2 - 2 \cdot 1 = 0$~~
 $n = 1$

X имеет заряд $+1$

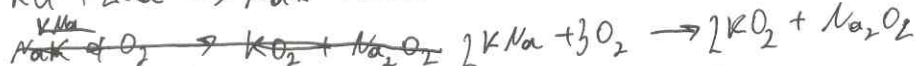
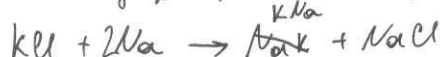
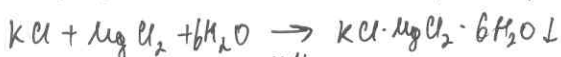
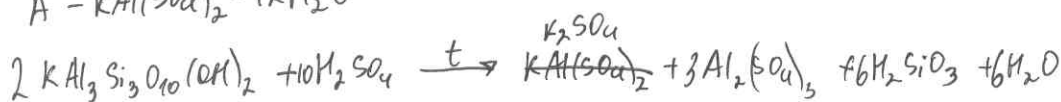
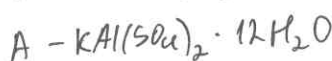


$w(\text{X}) = \frac{M(\text{X})}{M(\text{B})}$; $w(\text{Mg}) = \frac{M(\text{Mg})}{M(\text{B})}$ $\frac{w(\text{X})}{w(\text{Mg})} = \frac{M(\text{X}) \cdot M(\text{B})}{M(\text{Mg}) \cdot M(\text{B})} = 1,625$

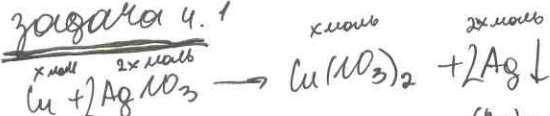
$M(\text{X}) = 1,625 \cdot M(\text{Mg}) = 1,625 \cdot 24 \text{ г/моль} = 39,2 \text{ г/моль}$ $\text{X} - \text{K}$

$M(\text{A}) = \frac{M(\text{K})}{w(\text{K})} = \frac{39,1 \text{ г/моль}}{0,0822} = 474,45 \text{ г/моль} - \text{KAl(SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

$\text{X} - \text{K}$



задача 4.1



пусть $n(\text{Cu}) = x$, тогда $n(\text{Ag}) = n(\text{AgNO}_3) = 2x$ прореагировавших

$m(\text{AgNO}_3) = m(\text{р-ра}) \cdot w(\text{AgNO}_3) = 255,2 \cdot 0,2 = 51,2$

$n(\text{AgNO}_3) = \frac{51,2}{170 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль}$

после реакции количества серебра останется $0,3 - 2x$ моль

$w(\text{AgNO}_3) = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{m(\text{р-ра})}$ $m(\text{р-ра}) = 255,2 - 2x \cdot 108 \text{ г/моль} + 64 \text{ г/моль} \cdot x \text{ моль}$

$w(\text{AgNO}_3) = \frac{(0,3 - 2x) \cdot 170 \text{ г/моль}}{255,2 - 2x \cdot 108 \text{ г/моль} + 64 \text{ г/моль} \cdot x} = 0,071$

отсюда $x = 0,099 \text{ моль}$

значит $m(\text{Cu}) = 64 \text{ г/моль} \cdot 0,099 \text{ моль} = 6,336 \text{ г}$; $m(\text{Ag}) = 108 \text{ г/моль} \cdot 2 \cdot 0,099 \text{ моль} = 21,384 \text{ г}$

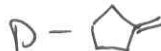
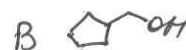
$m(\text{провода}) = 100 - 6,336 - 21,384 = 115,048 \text{ г}$

Ответ: $m(\text{провода}) = 115,048 \text{ г}$

28-66-63-53
(45.7)

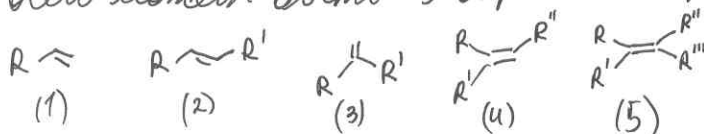
задача 7.4

исходник



$$n(K_2Cr_2O_7) = c \cdot V = 0,1M \cdot 0,4л = 0,04 \text{ моль}$$

всего может быть 5 вариантов окисления двойной связи

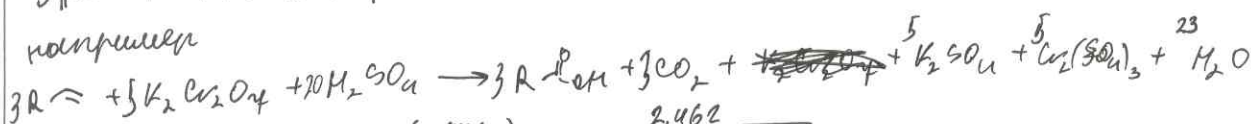


при окислении окислитель $n(e^-)$: (1)-5; (2)-4; (3)-4; (4)-3; (5)-2

т.е. коэффициенты в уравнении будут такими



например

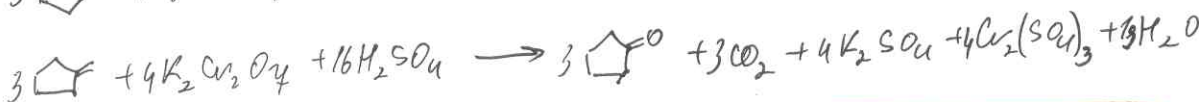
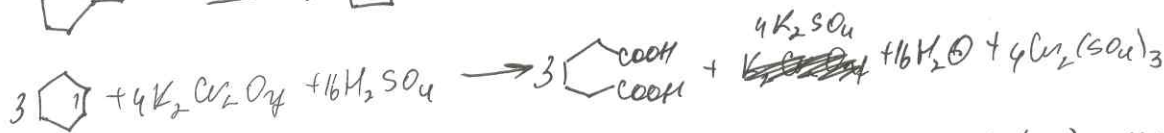
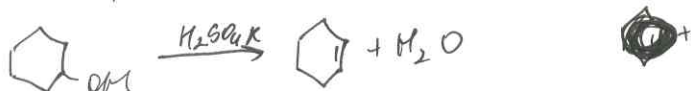


тогда $n(\text{алкена}) = \frac{m(\text{алкена})}{\frac{m(K_2Cr_2O_7)}{n e^-} \cdot 3} = \frac{2,462}{\frac{0,04 \text{ моль} \cdot 3}{n e^-}}$

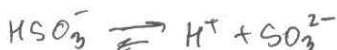
n e^-	n e^-	1	2	3	4	5
алкена	м(алкена)	20,5	41	61,5	82	102,5
	г/моль					

не целой и быть не может и нечетной тоже

значит $M(D) = M(C) = 82 \text{ г/моль}$ и связи в них $R \sim R'$ и $R \begin{smallmatrix} \parallel \\ R' \end{smallmatrix}$ молярной массе в 82 г/моль не соответствует алкен C_nH_{2n} , значит A, B, C и D в своих структурах имеют углерод



задача 6.1.



предполагается быть кинкой (шосо)

$$K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$$

$$n(NaHSO_3) = \frac{2,082}{100} = 0,02 \text{ моль}$$

$$C(NaHSO_3) = \frac{0,02 \text{ моль}}{0,8 \text{ л}} = 0,025 \text{ М}$$

$$K_{a1}(H_2SO_3) = \frac{[H^+][HSO_3^-]}{[H_2SO_3]}$$

$$K_{a2}(HSO_3^-) = \frac{[H^+][SO_3^{2-}]}{[HSO_3^-]} = \frac{[H^+]^2}{[HSO_3^-]}$$

$$6,2 \cdot 10^{-8} = \frac{[H^+]^2}{0,025 - x} \quad x = 6,2 \cdot 10^{-8} [H^+]^2 \quad x = \frac{10^{-14}}{6,2 \cdot 10^{-8}}$$

$$\frac{1}{1,4 \cdot 10^{-2}} = \frac{[H^+]^2}{0,025 - x} \quad 0,025 - x = 1,4 \cdot 10^{-2} \left(\frac{10^{-14}}{[H^+]^2} \right)^2$$

$$0,025 = 6,2 \cdot 10^{-8} [H^+]^2 + 1,4 \cdot 10^{-30} \frac{1}{[H^+]^2}$$

$$0,025 [H^+]^2 = 6,2 \cdot 10^{-8} [H^+]^4 + 1,4 \cdot 10^{-30}$$

~~замена~~

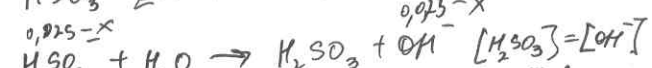
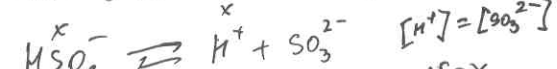
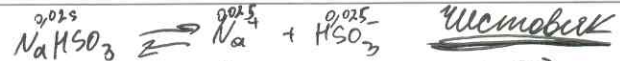
$$y = [H^+]^2$$

$$0,025 y = 6,2 \cdot 10^{-8} y^2 + 1,4 \cdot 10^{-30}$$

$$6,2 \cdot 10^{-8} y^2 - 0,025 y + 1,4 \cdot 10^{-30} = 0$$

$$y = 5,6 \cdot 10^{-20} \quad [H^+] = 7,48 \cdot 10^{-15}$$

$$y = 403225,8065 \quad [H^+] = 635$$



$$\frac{1}{K_{a1}} = K_2 = \frac{[OH^-][H_2SO_3]}{[HSO_3^-]} = \frac{[OH^-]^2}{[HSO_3^-]} = \frac{\left(\frac{10^{-14}}{[H^+]} \right)^2}{[HSO_3^-]}$$

$$0,025 = \frac{[H^+]^2}{6,2 \cdot 10^{-8}} + 1,4 \cdot 10^{-30} \left(\frac{10^{-14}}{[H^+]} \right)^2$$

$$0,025 = \frac{[H^+]^2}{6,2 \cdot 10^{-8}} + 1,4 \cdot 10^{-30} \frac{1}{[H^+]^2}$$

$$0,025 [H^+]^2 = \frac{[H^+]^4}{6,2 \cdot 10^{-8}} + 1,4 \cdot 10^{-30}$$

$$0,025 y = \frac{y^2}{6,2 \cdot 10^{-8}} + 1,4 \cdot 10^{-30}$$

$$\frac{y^2}{6,2 \cdot 10^{-8}} - 0,025 y + 1,4 \cdot 10^{-30} = 0$$

$$y_1 = 1,55 \cdot 10^{-9}$$

$$y_2 = 5,6 \cdot 10^{-20}$$

замена

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

$$0,025 y = \frac{y^2}{6,2 \cdot 10^{-8}} + 1,4 \cdot 10^{-30}$$

$$\frac{y^2}{6,2 \cdot 10^{-8}} - 0,025 y + 1,4 \cdot 10^{-30} = 0$$

$$y_1 = 1,55 \cdot 10^{-9}$$

$$y_2 = 5,6 \cdot 10^{-20}$$

обратная замена

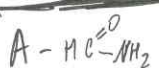
$$[H^+] = \sqrt{1,55 \cdot 10^{-9}} = 3,94 \cdot 10^{-5}$$

$$[H^+] = \sqrt{5,6 \cdot 10^{-20}} = 7,48 \cdot 10^{-15} \text{ побочный корень}$$

$$pH = -\lg [H^+] = -\lg (3,94 \cdot 10^{-5}) = 4,4$$

Ответ: pH=4,4

задача 5.3



$$pV = nRT$$

$$p \frac{m}{M} = \frac{m}{M} RT$$

$$M = \frac{pRT}{p} = \frac{1,656 \text{ г/л} \cdot 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{ К}}{101,325 \text{ кПа}} = 40,49 \text{ г/моль} - M(\text{соедин})$$

$$M = \frac{1,639 \text{ г/л} \cdot 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{ К}}{101,325 \text{ кПа}} = 39,95 \text{ г/моль} - An$$

значит в смеси An и еще какой-то газ, примем второго газа 10% по V возьмем 1 л смеси

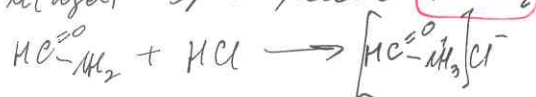
28-66-63-53

(45.7)

~~дано~~ $n_{\text{HCl}} = 0,1$

$$39,85 \cdot 0,9 + M(\text{HCl}) \cdot 0,1 = 40,40$$

$$M(\text{HCl}) = 45,35 \text{ г/моль}$$



$$pV \approx n \cdot R \cdot T$$

$$n = \frac{pV}{R \cdot T} = \frac{101,325 \text{ кПа} \cdot 2,445 \text{ л}}{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{ К}} = 0,1 \text{ моль} - \text{смеси}$$

$$n(\text{HCNH}_2) = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ моль}$$

$$n(\text{HCl}) = V \cdot c = 0,2 \text{ л} \cdot 0,15 \text{ М} = 0,03 \text{ моль} \quad \begin{array}{l} | :1 \quad 0,01 \text{ моль неост.} \\ | :1 \quad 0,02 \text{ моль уо} \end{array}$$

$$n([\text{HCNH}_2]\text{Cl}^{\ominus}) = n(\text{HCNH}_2) = 0,01 \text{ моль}$$

$$n(\text{HCl}) = 0,03 \text{ моль} - 0,01 \text{ моль} = 0,02 \text{ моль}$$

$$c([\text{HCNH}_2]\text{Cl}^{\ominus}) = \frac{0,01 \text{ моль}}{0,2 \text{ л}} = 0,05 \text{ М} \quad \text{если } V_{\text{р-ра}} \text{ считать не упрощенным}$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{0,02 \text{ моль}}{0,2 \text{ л}} = 0,1 \text{ М}$$

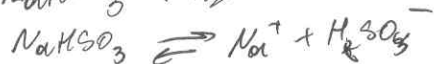
$$V(\text{HCNH}_2) = 0,1 \cdot 2,445 \text{ л} = 0,2445 \text{ л}$$

$$\text{значит } V_{\text{рр}} = V_{\text{рр HCl}} + V(\text{HCNH}_2) = 0,2 + 0,2445 = 0,4445 \text{ л}$$

$$c([\text{HCNH}_2]\text{Cl}^{\ominus}) = \frac{0,01 \text{ моль}}{0,4445 \text{ л}} = 0,0225 \text{ М}$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{0,02 \text{ моль}}{0,4445 \text{ л}} = 0,045 \text{ М}$$

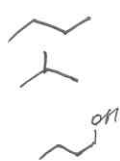
Чертовеск



$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \quad [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]}$$

$$K_8 = \frac{[\text{HSO}_3^-][\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]}$$

$$K_8 = \frac{[\text{SO}_3^{2-}][\text{H}^+]}{[\text{HSO}_3^-]}$$



с: 3

1 22 20,5

2 44 41

3 66 61,5

4 88 82

5 110 102,5

A-SO₂

$$64x + (1-x)11(5) = 10,49$$

0,9

$$0,025 = 6,2 \cdot 10^{-8} x^2 + 1,4 \cdot 10^{-30} \frac{1}{x^2} \quad | \cdot x^2$$

$$0,025x^2 = 6,2 \cdot 10^{-8} x^4 + 1,4 \cdot 10^{-30}$$

$$6,2 \cdot 10^{-8} x^2 + 0,025x + 1,4 \cdot 10^{-30}$$

$$6,2 \cdot 10^{-8} = \frac{(10^{-14})^2}{x} \quad x =$$

$$y = x^2$$

$$5,6 \cdot 10^{-29} = 7,48 \cdot 10^{-15} = 14$$

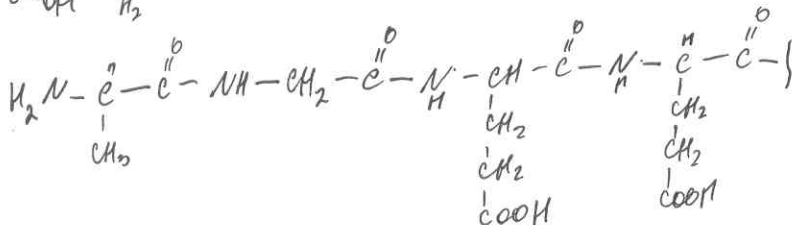
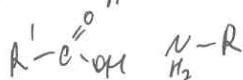
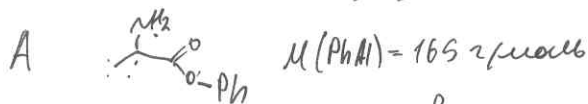
$$403225,8065 = 635$$



Черновик

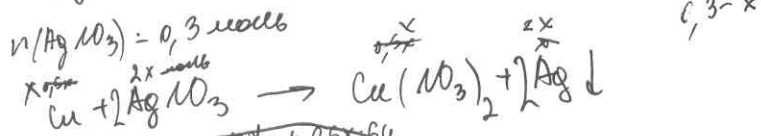
в с 6 нейтр., 8 и 6 O, 0 в H

$$28 - 8 = 20 - 0 - 12 \quad C_2O_2H_4 \quad C_2H_4O_2 \quad CH_3C(=O)OH$$



$m(AgNO_3) = 255 \cdot 0,2 = 51 \text{ г}$ $m_{\text{норм}}(AgNO_3) =$

$n(AgNO_3) = 0,3 \text{ моль}$



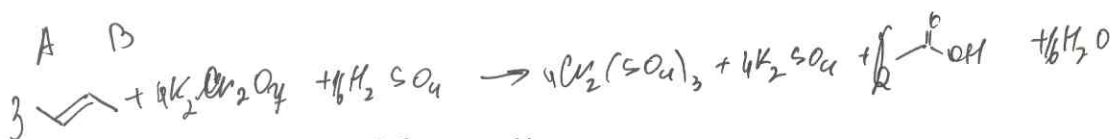
$\Delta m = 255 - 2x \cdot 108 + x \cdot 64$

$\Delta m = 255 - 2x \cdot 108 + x \cdot 64$

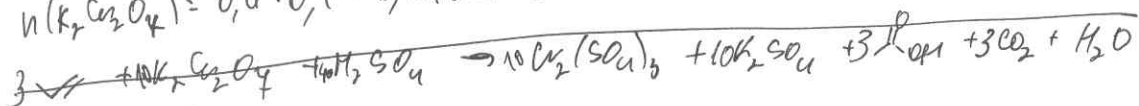
$w(AgNO_3) = \frac{(0,3 - 2x) \cdot 170}{255 - 182x} = 0,041$ $x = 0,0937$

A $PV = nRT$ $\rho \frac{m}{V} = \frac{m}{V} RT$ $M = 40,49 \text{ г/моль}$ $39,95$

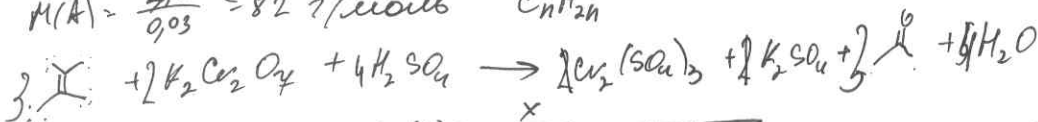
A B



$n(K_2Cr_2O_7) = 0,4 \cdot 0,1 = 0,04 \text{ моль}$



$M(A) = \frac{82,46}{0,03} = 82 \text{ г/моль}$ C_nH_{2n}



$\frac{w(x)}{w(KCl)} = 1,625$

$w(x) = \frac{x}{4K + Al(Al) \cdot 6 + 18 \cdot 6} = 1,625$ $x = 39 \text{ KCl}$

$w(KCl) = \frac{100}{x + 61 + 18 \cdot 6} = 1,625$ $KCl \cdot AlCl \cdot 6H_2O$

$0,14054$ $0,0864$

$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$