



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Латышева Артёма Павловича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выход! 13⁵⁰ - 13⁵⁵

Дата
« 2 » марта 2025 года

Подпись участника
АА

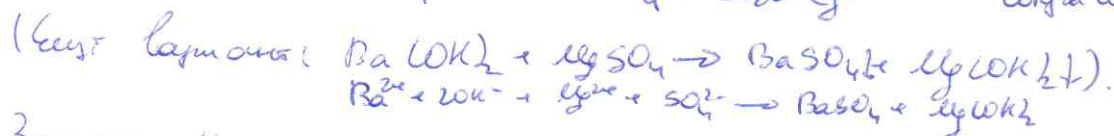
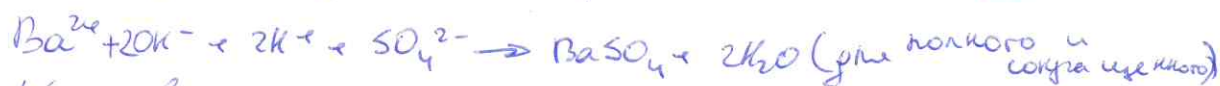
42-59-55-33

(46.3)

Чистовик

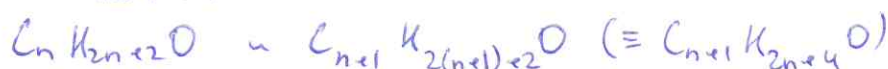
94

Задача 1



Задача 4

Гомологи:



$$n(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})} = \frac{25,6}{64 \text{ г/моль}} = 0,4 \text{ моль} \quad (+)$$

Представим, что это один спирт для того, чтобы упростить число n:

$$\frac{12n}{12n + 2n + 2 + 16} = 0,6327 \Rightarrow n = 3,624, \text{ что означает,}$$

что спирты: $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ и $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ и $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$).

$$n(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = x,$$

$$n(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = y, \text{ тогда}$$

$$\begin{cases} \frac{12 \cdot 3 \cdot x + 4 \cdot 12 \cdot y}{60x + 74y} = 0,6327, \\ x + y = 0,4; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,15; \\ y = 0,25; \end{cases} \quad +$$

$$\omega(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = \frac{0,15 \cdot 60}{60 \cdot 0,15 + 0,25 \cdot 74} \cdot 100\% = 32,73\% \quad +$$

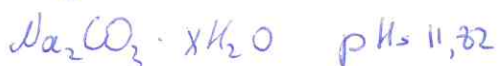
$$\omega(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = \frac{0,25 \cdot 74}{60 \cdot 0,15 + 0,25 \cdot 74} \cdot 100\% = 67,27\% \quad +$$



Ответ: 32,73% $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$; 67,27% $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$.

Задача 5

Чистовик



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

Причем, что в р-ре нет частиц H_2CO_3 (за счет pH).

$$[\text{Na}^+] = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O})}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O})} \cdot 2 : V = \frac{50\text{г}}{106 + 18x} \cdot 2 : 1 = \frac{100}{106 + 18x}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-11,32}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-11,32}}$$

нае к-та: ; причем, что HCO_3^- - гидрогенов-

$$\alpha_{\text{HCO}_3^-} = \frac{[\text{H}^+]}{[\text{H}^+] + K_{\text{HCO}_3^-}} \quad [\text{HCO}_3^-] = \alpha_{\text{HCO}_3^-} \cdot c(\text{Na}_2\text{CO}_3)$$

$$[\text{H}_2\text{CO}_3] = \frac{50\text{г}}{106 + 18x} \cdot \frac{[\text{H}^+]}{[\text{H}^+] + K_{\text{HCO}_3^-}}$$

$$\alpha_{\text{CO}_3^{2-}} = \frac{K_{\text{HCO}_3^-}}{[\text{H}^+] + K_{\text{HCO}_3^-}} \quad [\text{CO}_3^{2-}] = \alpha_{\text{CO}_3^{2-}} \cdot c(\text{Na}_2\text{CO}_3)$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{50}{106 + 18x} \cdot \frac{K_{\text{HCO}_3^-}}{[\text{H}^+] + K_{\text{HCO}_3^-}}$$

Получаем:

$$\frac{100}{106 + 18x} + 10^{-11,32} = \frac{10^{-14}}{10^{-11,32}} + \frac{50}{106 + 18x} \cdot \frac{[\text{H}^+] + 2K_{\text{HCO}_3^-}}{[\text{H}^+] + K_{\text{HCO}_3^-}}$$

$$\Rightarrow x = 6,96 \approx 7$$

$$\Rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

Ответ: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Задача 6

X = кислота / кислая соль (т.к. лакмус красный)



Чистовик

Белый осадок Ва даёт с SO_3^{2-} , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , CO_3^{2-} , SiO_3^{2-} (последние 2 сразу же выпадают).

Допустим, это BaSO_4 .

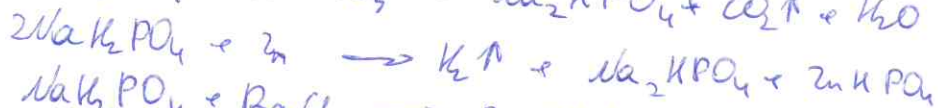
$$n(\text{BaSO}_4) = \frac{777}{137 + 32 + 64} = 0,0333 \text{ моль}$$

$$m(X) = \frac{12}{3} = 4 \text{ г}$$

$$\Rightarrow M(X) = \frac{4 \text{ г}}{0,0333} = 120,12 \text{ г/моль}$$

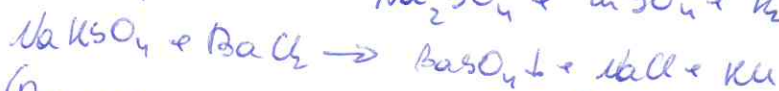
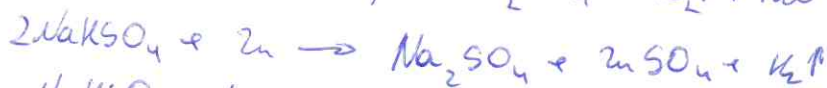
Это может быть Na_2SO_4 , но ок не окрашивает лакмус в красный цвет (по сути раствор будет иметь pH ≈ 7).
~~Однако~~ Я решил решить и для него.

Такую же молярную массу имеет NaH_2PO_4 , который тоже кислый. $X = \text{NaH}_2\text{PO}_4$.



$$m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = \frac{142 \text{ г/моль} \cdot 0,0333 \text{ моль}}{\frac{100}{3} + 84 \text{ г/моль} \cdot 0,0333 \text{ моль} - 44 \cdot 0,0333 \text{ моль}} = 13,64\%$$

В случае, если $X = \text{Na}_2\text{SO}_4$ (ок вроде тоже кислый) будет:



(По стехиометрии к Na_2SO_4 более вероятен и правдоподобен)

$$m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4) = \frac{142 \text{ г/моль} \cdot 0,0333 \text{ моль}}{\frac{100}{3} + 84 \text{ г/моль} \cdot 0,0333 \text{ моль} - 44 \cdot 0,0333 \text{ моль}} = 13,64\%$$

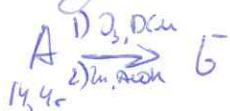
Ответ: $X = \text{Na}_2\text{SO}_4$, $m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4) = 13,64\%$; второй вариант:

$X = \text{NaH}_2\text{PO}_4$, $m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 13,64\%$. (Уравнение реакции Zn больше похоже к Na_2SO_4 , однако я привел 2 вариан-

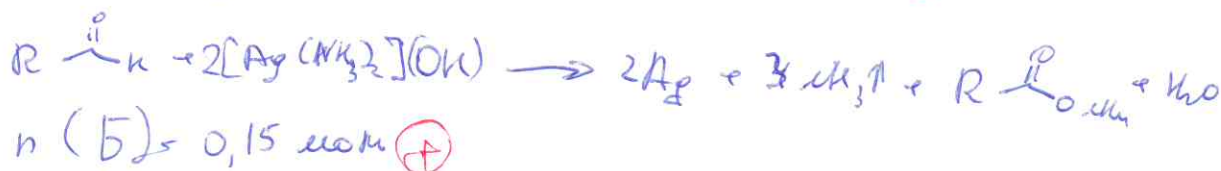
та для большей правдивости). (Смотрел дополнение к решению через справку) (Так же бу использованием округлений будет ответ 13,65%).

Условие

Задача 7



$$B \xrightarrow[25^\circ C, 1 \text{ атм}]{I_2, H_2} \quad n(H_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{7,34 \cdot 101,325}{298 \cdot 8,314} = 0,3 \text{ моль} \quad (+)$$



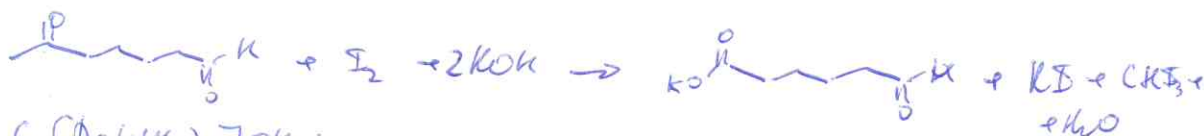
$\Rightarrow$ 1 кето- и 1 альдегидная группы. (еще и галогоридная р-ция указывает на кето-группу)

$n(A) = 0,15 \text{ моль}$

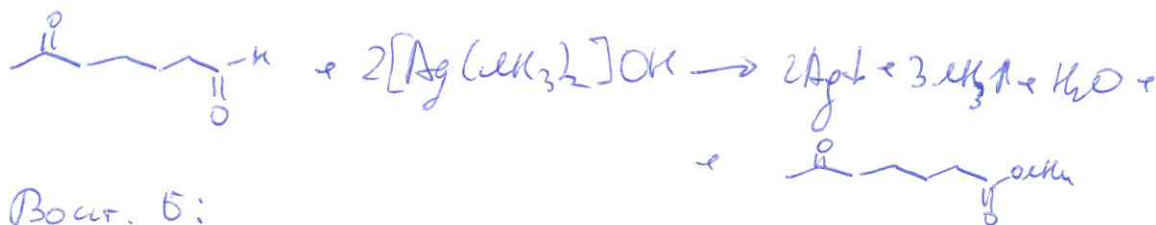
$M(A) = \frac{14,4}{0,15 \text{ моль}} = 96 \text{ г/моль} \quad (+)$



Галогоридная р-ция:



с $[Ag(NH_3)_2]OH$:

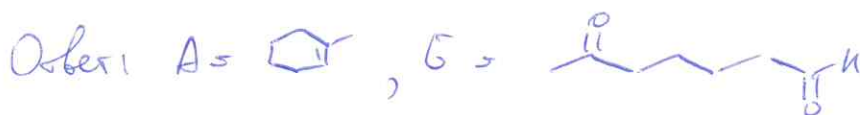
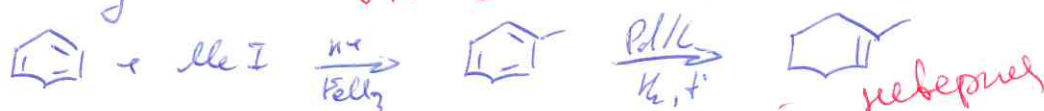


Восст. B:



Синтез A:

Это схема, недостаёт урав. реакции



Задача 3 Числовик

$$p_1 V_1 \propto n_1 RT \quad p_1 V_1 \propto \frac{m}{M_1} RT \quad p_1 M_1 V_1 \propto m RT \quad p_1 M_1 \propto \frac{m RT}{V_1}$$

$$T \propto \text{const}, V \propto \text{const}$$

$$p_2 M_2 \propto \frac{m RT}{V_2}, \text{ по той же схеме}$$

$$\frac{m RT}{V_2} \propto \frac{m RT}{V_1}$$

$$\Rightarrow p_1 M_1 \propto p_2 M_2$$

$$M_2 \propto \frac{p_1 M_1}{p_2}$$

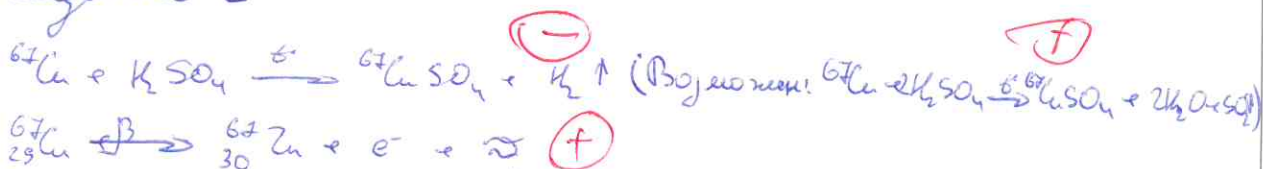
$$M_2 \propto \frac{101,325 \text{ кПа} \cdot 40 \frac{\text{г}}{\text{мин}}}{144,7 \text{ кПа}} \approx 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}} +$$

Это может быть CO , N_2 , C_2H_4 , C_2H_2 , C_2H_6 .

Получшее пламя скорее всего имеет C_2H_4 либо CO .

Ответ: C_2H_4 (может быть CO). (-) (+)

Задача 2



акт электролиза

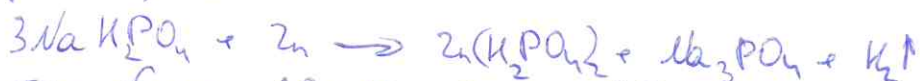
Радиоактивный распад описывается уравнением кинетики первого порядка: $k = \ln\left(\frac{C_0}{C}\right)$; $t = \frac{\ln(2)}{\lambda}$, константа полураспада, а соответственно и период полураспада, не зависят от концентрации (с, м, г и т.д.) вещества. Знают и в коке λ не $T_{1/2}$ не зависит от концентрации.

Значит $T_{1/2}(\text{}^{67}_{29}\text{CuSO}_4) \approx 61,8 \text{ года}$.

Ответ: 61,8 года.

Задача 6

Ответ Na_2KSO_4 более предпочтителен на мое усмотрение, т.к.

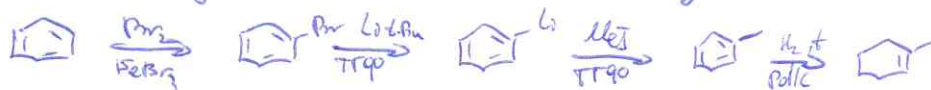


тут будет $\text{O}_2 : \text{K}_2 = 3 : 1$. (Т.к. соли ZnKPO_4 вроде не существует)

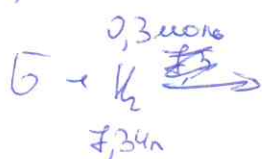
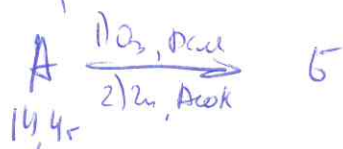
Читовин

Задание 7

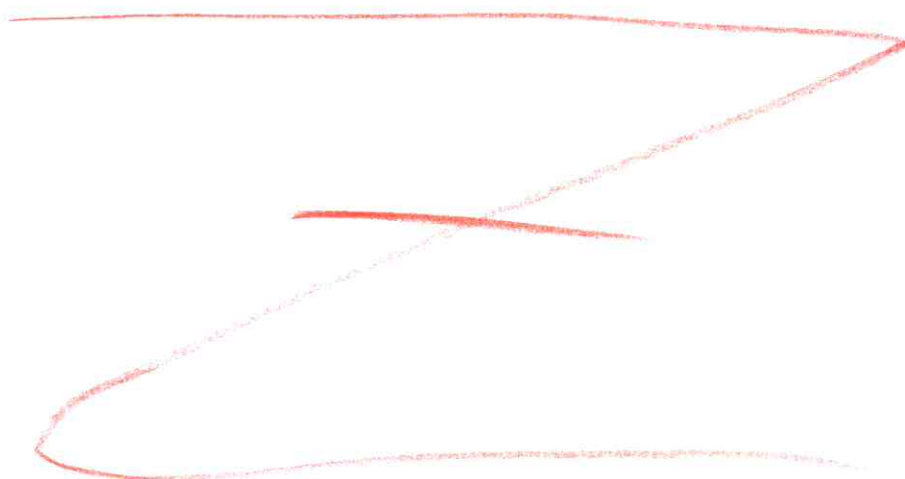
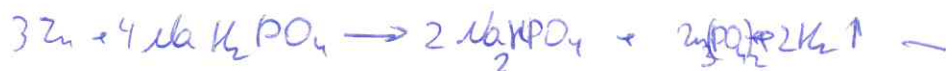
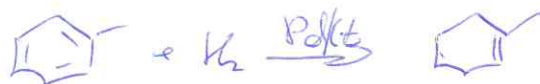
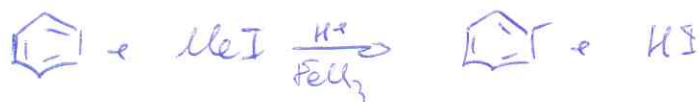
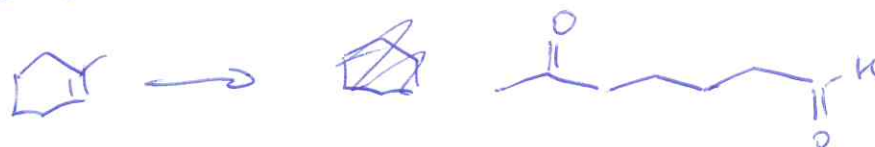
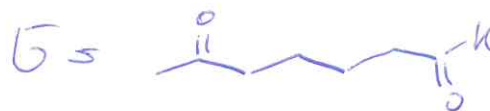
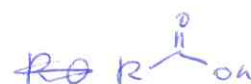
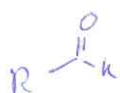
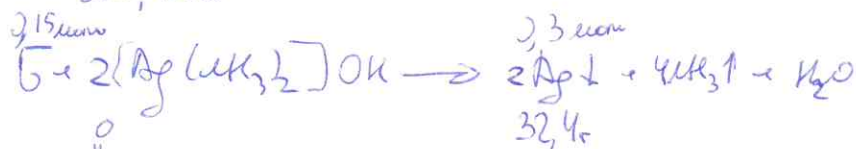
Способ получения А с большим выходом!



Черновик



25°C, 1 атм



Черковин

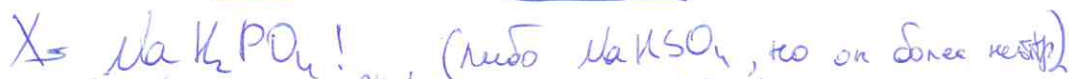
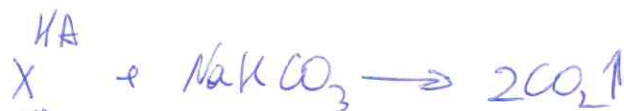


2. $\frac{50g}{Na_2CO_3 \cdot x H_2O} : n = 10^{-11,82} \rightarrow \frac{10^{-14}}{10^{-11,82}} = \frac{50g}{Na_2CO_3 \cdot x H_2O} \cdot \frac{M_{Na_2CO_3} + 2M_K}{M_{Na_2CO_3} + xM_{H_2O}}$
(т.к. M_{Na_2})

$M_{Na_2CO_3} = 106$

$\Rightarrow x = 7 \quad Na_2CO_3 \cdot 7H_2O \quad 0,2155 \text{ моль}$

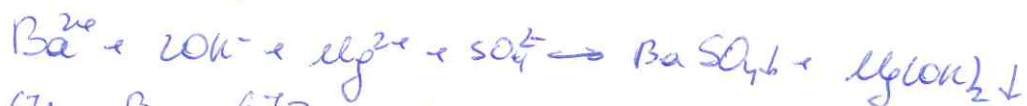
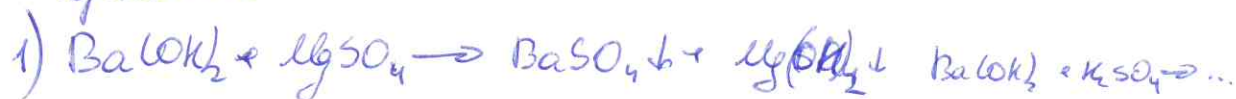
6)



$m(NaK_2PO_4) = 14,944 \quad 0,0333 \text{ моль } NaK_2PO_4$
 $14,024 \cdot 13,64\% = 1,915$
 $n = 142$

$\frac{100}{3} : n \cdot 84 = n \cdot 44$

Черновик



3) $\text{Ar } 101,325 \text{ А } p = 144,7 \text{ кПа}$

$T = \text{const}$

$V = \text{const}$

$pV = nRT$

$p_1 V_1 = \frac{m_1}{M_1} RT \quad p_2 V_2 = \frac{m_2}{M_2} RT$

$p_1 V_1 M_1 = m_1 RT = m_2 RT = p_2 V_2 M_2$

$\frac{p_1 M_1}{p_2} = M_2 = 28 \text{ г/мол} = \text{C}_2\text{H}_4? \text{ O? N?}$



$n = 3, 124$

$\begin{array}{c} \text{---OH} \\ \text{---OH} \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{12 \cdot 3 \cdot x + 12 \cdot 4 \cdot y}{60x + 74y} = 0,6367 \\ x + y = 0,4 \end{array} \right.$

$y = 0,4 - x$

$x = 0,15 \text{ моль}$

$y = 0,25 \text{ моль}$

$w(\text{---OH}) = 32,83\%$

$w(\text{---OH}) = 67,27\%$



Принем, что H_2CO_3 в р-ре KOH .

$\Rightarrow \text{HCO}_3^-$ - вторая стадия диссоциации $\Rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^- + \text{HCO}_3^- + 2\text{CO}_3^{2-}$