



0 756862 220000

75-68-62-22

(56.9)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

Тихонова Андрея Васильевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

« 3 » марта 2024 года

Подпись участника

Минус

75-68-62-22
(56,9)

1.5) Банка 1 — аланин ; Банка 2 — мугланиновая кислота ; Банка 3 — мизин

2.1) $M_{см.} = M_{H_2} \cdot D_{H_2 см.}$

$M_{см.} = M_{CO} \cdot \chi_{CO} + M_{CO_2} \cdot \chi_{CO_2}$, где χ_A — мольная доля A в смеси

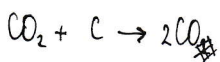
Смесь состоит только из CO и CO₂ $\Rightarrow \chi_{CO} + \chi_{CO_2} = 1 \Rightarrow \chi_{CO} = 1 - \chi_{CO_2}$

$M_{см.} = M_{CO} \cdot (1 - \chi_{CO_2}) + M_{CO_2} \cdot \chi_{CO_2} \Rightarrow M_{см.} = M_{CO} - M_{CO} \cdot \chi_{CO_2} + M_{CO_2} \cdot \chi_{CO_2} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \chi_{CO_2} = \frac{M_{см.} - M_{CO}}{M_{CO_2} - M_{CO}} \Rightarrow \chi_{CO_2} = \frac{M_{H_2} \cdot D_{H_2 см.} - M_{CO}}{M_{CO_2} - M_{CO}}$

$\chi_{CO_2} = \frac{2 \text{ моль} \cdot 21,2 - 28 \text{ моль}}{44 \text{ моль} - 28 \text{ моль}} = 0,9 \Rightarrow \chi_{CO} = 0,1$

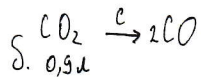
$V = \nu \cdot V_m \Rightarrow \frac{V_{CO}}{V_{CO_2}} = \frac{\nu_{CO}}{\nu_{CO_2}}$

Пусть было 0,9 л CO₂ и 0,1 л CO.



CO не реагирует с углем \Rightarrow увеличение объема произошло за счёт CO₂. Объем смеси после реакции будет равен $(0,9 \text{ л} + 0,1 \text{ л}) \cdot 1,5 = 1,5 \text{ л}$, из которых 0,1 л — из начальный CO \Rightarrow из 0,9 л CO₂ образовалось 1,4 л смеси.

Пусть в реакцию вступило x л CO₂



Д. 0,9 л

р. x л

ст. $(0,9-x)$ л

2 x л

2 x л

$0,9-x + 2x = 1,4 \Rightarrow x = 0,5 \text{ л} \Rightarrow$ в новой смеси $V(CO_2) = 0,9 \text{ л} - 0,5 \text{ л} = 0,4 \text{ л}$; $\nu(CO) = 0,1 \text{ л} + 2 \cdot 0,5 \text{ л} = 1,1 \text{ л}$

$\chi_{CO} = \frac{1,1 \text{ л}}{1,5 \text{ л}} = 0,7333$; $\chi_{CO_2} = \frac{0,4 \text{ л}}{1,5 \text{ л}} = 0,2667$

$M_{см.} = 0,7333 \cdot 28 \text{ моль} + 0,2667 \cdot 44 \text{ моль} = 32,27 \text{ моль}$

$D_{H_2 см.} = \frac{32,27 \text{ моль}}{2 \text{ моль}} = 16,13$

Ответ: $D_{H_2 см.} = 16,13$

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16

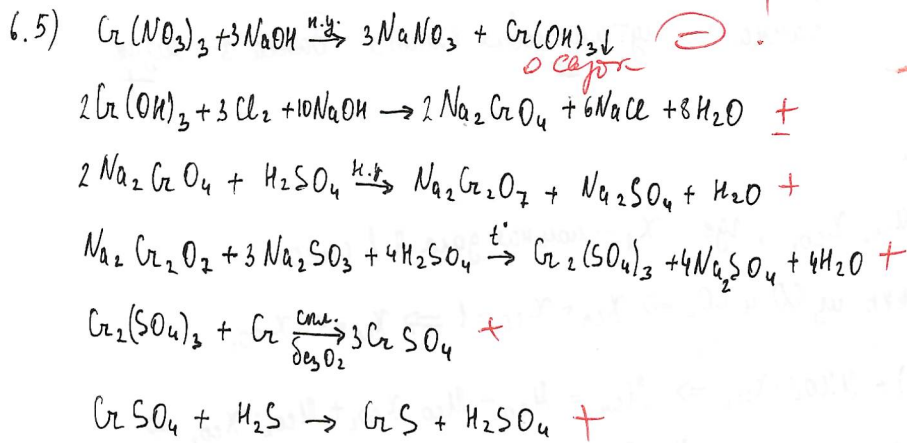
Аланин

По результатам
анализов по всей
области на 2 балла.

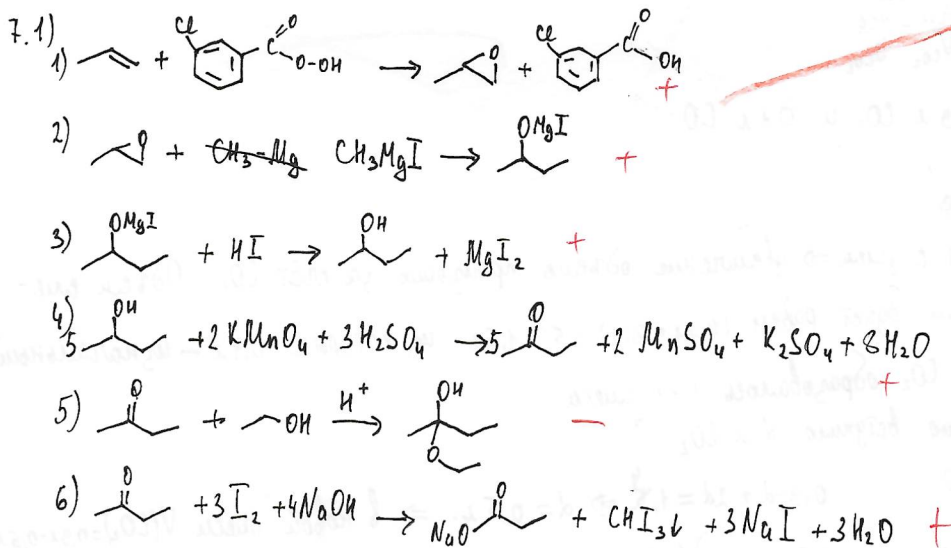
Оценка 89 баллов

89

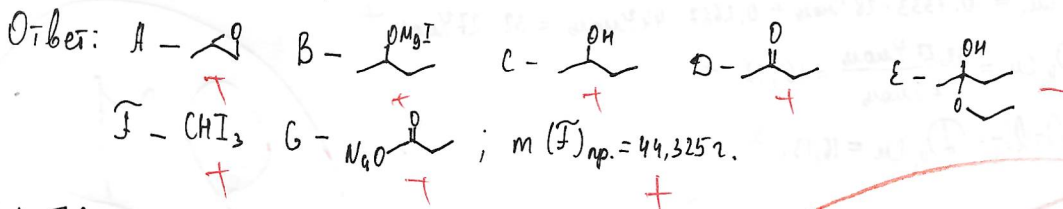
восемьдесят
девять



Ответ: А - Cr ; X_1 - $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$; X_2 - Na_2CrO_4 ; X_3 - $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;
 CrSO_4 - *сильно* амфотерный р-р; CrS - *синий*.



$n(\text{CC(=O)C}) = \frac{10,82}{72 \frac{1}{2} \text{ г/моль}} = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{CHI}_3) = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{CHI}_3)_{\text{теор.}} = 0,15 \text{ моль} \cdot 394 \frac{1}{2} \text{ г/моль} = 59,12 \Rightarrow m(\text{CHI}_3)_{\text{пр.}} = 59,12 \cdot 0,75 = 44,3252 \quad \oplus$



5.1) $\text{PP}_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = 7,1 \cdot 10^{-12}$

$\text{PP}_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2$

Пусть насыщенный р-р (1 л) содержит x моль $\text{Mg}(\text{OH})_2$. При диссоц. 1 моль $\text{Mg}(\text{OH})_2$ обр. 1 моль Mg^{2+} и 2 моль $\text{OH}^- \Rightarrow$ при диссоц. x моль $\text{Mg}(\text{OH})_2$ будет x моль Mg^{2+} , 2х моль OH^- .
 $\Rightarrow [\text{Mg}^{2+}] = xM, [\text{OH}^-] = 2xM \Rightarrow \text{PP}_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = x \cdot (2x)^2 = 4x^3 \Rightarrow x = \sqrt[3]{\frac{\text{PP}_{\text{Mg}(\text{OH})_2}}{4}}$
 $x = \sqrt[3]{\frac{7,1 \cdot 10^{-12}}{4}} = 1,21 \cdot 10^{-4} \Rightarrow S_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = 1,21 \cdot 10^{-4} M \quad \oplus$

75-68-62-22
(50,9)

5.1 продолжение) $[OH^-] = 2 \times 10^{-4} \Rightarrow [OH^-] = 2 \cdot 1,21 \cdot 10^{-4} M = 2,42 \cdot 10^{-4} M$ +

$pOH = -\lg([OH^-]) \Rightarrow pOH = -\lg(2,42 \cdot 10^{-4}) = 3,62 \Rightarrow pH = 14 - 3,62 = 10,38$ +

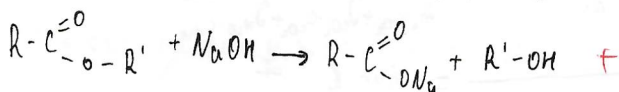
$pH = 12,5 \Rightarrow pOH = 14 - 12,5 = 1,5 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-1,5} = 3,16 \cdot 10^{-2} M$

Пусть нач. р-р. (1 л, pH=12,5) содержит x моль $Mg(OH)_2 \Rightarrow [Mg^{2+}] = x \text{ моль}; [OH^-] = (2x + 3,16 \cdot 10^{-2}) M$

$K_{sp} = x \cdot (2x + 3,16 \cdot 10^{-2})^2 = 7,1 \cdot 10^{-12} \Rightarrow x = 7,11 \cdot 10^{-9} \Rightarrow S_{Mg(OH)_2} = 7,11 \cdot 10^{-9} M$ +

Ответ: $S_{Mg(OH)_2} = 1,21 \cdot 10^{-4} M$; $pH = 10,38$; $S_{Mg(OH)_2 (pH=12,5)} = 7,11 \cdot 10^{-9} M$.

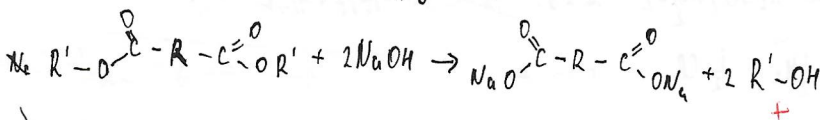
2.1) Пусть кислота, обр. сложный эфир одноосн.



$m_{NaOH} = 44 \cdot 232 - 472 = 202 \Rightarrow \nu_{NaOH} = \frac{202}{40 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль} \Rightarrow \nu(R-C(=O)OR') = 0,5 \text{ моль}$ +

$\nu_{R-C(=O)OR'} = \frac{m_{R-C(=O)OR'}}{M(R) + M(C) + 2M(O) + M(Na)} \Rightarrow M(R) = 21 \text{ г/моль}$ *

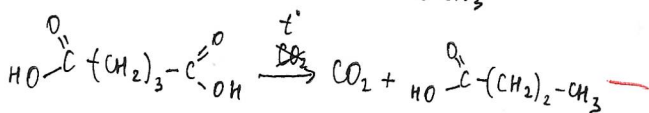
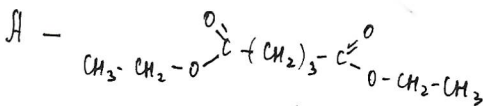
Пусть к-та, обр. сл. эфир-двуосн.



$\nu_{NaOH} = 0,5 \text{ моль} \Rightarrow \nu_{\text{соед}} = 0,25 \text{ моль}, \nu_{R'-OH} = 0,5 \text{ моль}$ +

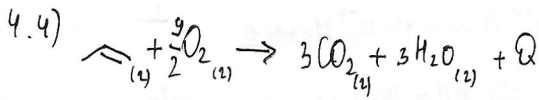
$\nu_{\text{соед}} = \frac{m_{\text{соед}}}{M(R) + 2M(C) + 4M(O) + 2M(Na)} \Rightarrow M(R) = 42 \text{ г/моль}, \text{ что соотв. } (CH_2-CH_2-CH_2)$ +

$\nu_{R'-OH} = \frac{m_{R'-OH}}{M(R') + 2M(O) + M(H)} \Rightarrow M(R') = 29 \text{ г/моль}, \text{ что соотв. } (CH_3-CH_2)$



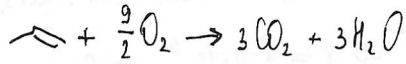
$M(CH_2(CH_2-C(=O)OH)_2) = 132 \text{ г/моль}, \nu(CO_2) = 44 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{потера массы равна } \frac{44 \text{ г/моль}}{132 \text{ г/моль}} = 0,3333 \text{ или } 33,33\%$ -

Ответ: А - $CH_3-CH_2-OOC-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-O-CH_2-CH_3$; потеря массы = 0,3333. +



$Q_{\text{ср.}} \text{C}_6\text{H}_6 = 3 \cdot Q_{\text{обр. CO}_2} + 3 \cdot Q_{\text{обр. H}_2\text{O}} - \frac{9}{2} Q_{\text{обр. O}_2} - Q_{\text{обр. C}_6\text{H}_6}$

$Q_{\text{ср.}} \text{C}_6\text{H}_6 = 3 \cdot 53,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} + 3 \cdot 241,8 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} - \frac{9}{2} \cdot 0 - (-20,4 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}) = 1926 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$



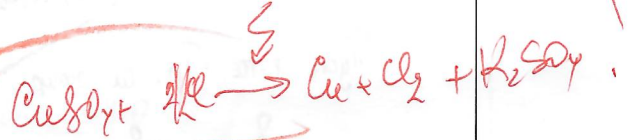
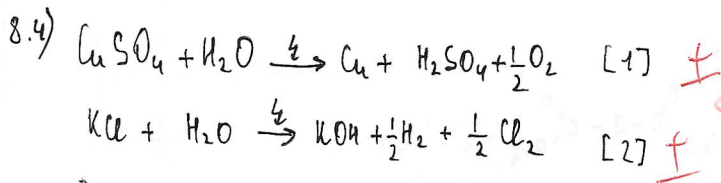
Д.	1 моль	30 моль	0	0
Р.	1 моль	$\frac{9}{2}$ моль	3 моль	3 моль
С.	0	25,5 моль	3 моль	3 моль

$\nu_{\text{O}_2} \cdot C_{\text{O}_2} + \nu_{\text{CO}_2} \cdot C_{\text{CO}_2} + \nu_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow \Delta T = \frac{Q}{\nu_{\text{O}_2} \cdot C_{\text{O}_2} + \nu_{\text{CO}_2} \cdot C_{\text{CO}_2} + \nu_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}}}$

$\Delta T = \frac{1926000 \text{ Дж}}{25,5 \text{ моль} \cdot 34,7 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} + 3 \text{ моль} \cdot 53,5 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} + 3 \cdot 43,0 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}} = 1640 \text{ К}$

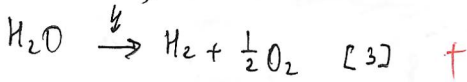
$T = 298 \text{ К} + 1640 \text{ К} = 1938 \text{ К}$

Отвеч: $T = 1938 \text{ К}$



$\nu(\text{Cu}) = \frac{9,6 \text{ г}}{64 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow \nu(\text{O}_2) = 0,075 \text{ моль}; \nu(\text{CuSO}_4) = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{CuSO}_4) = 242 \text{ г}$

$\frac{V_{\text{газов на ан.}}}{V_{\text{газов на кат.}}} = \frac{2}{3} \Rightarrow V = \nu \cdot V_m \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2} \Rightarrow \frac{\nu_{\text{газов на ан.}}}{\nu_{\text{газов на кат.}}} = \frac{2}{3}$



На катоде выделилось больше газа, чем на аноде \Rightarrow пошла реакция [3] \Rightarrow \Rightarrow [1] и [2] прошли полностью

$m(\text{KCl}) = 53,82 - 242 = 29,82 \Rightarrow \nu(\text{KCl}) = \frac{29,82}{74,5 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,4 \text{ моль} \Rightarrow \nu(\text{H}_2)_{[2]} = \nu(\text{Cl}_2)_{[2]} = 0,2 \text{ моль}$

$\frac{\nu(\text{O}_2)_{[1]} + \nu(\text{Cl}_2)_{[2]} + \nu(\text{O}_2)_{[3]}}{\nu(\text{H}_2)_{[2]} + \nu(\text{H}_2)_{[3]}} = \frac{2}{3}$

$\nu(\text{O}_2)_{[3]} = \frac{1}{2} \nu(\text{H}_2)_{[3]} \Rightarrow \nu(\text{O}_2)_{[3]} = 0,425 \text{ моль}$

8.4 продолжение)

$$\Rightarrow \nu(\text{H}_2)_{[3]} = 0,85 \text{ моль} +$$

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 14,72$$

$$\nu(\text{KOH}) = 0,4 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{KOH}) = 22,42$$

Как будут реагировать в одной среде?

$$m_{\text{пр-ра}} = 53,82 + 4502 - 0,075 \text{ моль} \cdot 324 \text{ моль} - 0,2 \text{ моль} \cdot 71 \text{ моль} - 0,2 \text{ моль} \cdot 2 \text{ моль} - 0,85 \text{ моль} \cdot 2 \text{ моль} - 9,62 = 471,52 = 461,92 +$$

$$\omega_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{14,72}{471,52} = 0,0312 \text{ или } 3,12\%$$

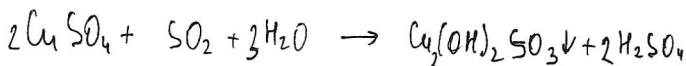
$$\omega_{\text{KOH}} = \frac{22,42}{471,52} = 0,0481 \text{ или } 4,81\%$$

$$\omega_{\text{H}_2\text{O}} = 1 - 0,0312 - 0,0481 = 0,9207 \text{ или } 92,07\%$$

$$\omega_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{14,72}{461,92} = 0,0318 \text{ или } 3,18\%$$

$$\omega_{\text{KOH}} = \frac{22,42}{461,92} = 0,0485 \text{ или } 4,85\%$$

$$\omega_{\text{H}_2\text{O}} = 1 - 0,0318 - 0,0485 = 0,9197 \text{ или } 91,97\%$$

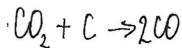


Ответ: $\omega_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,318$; ω

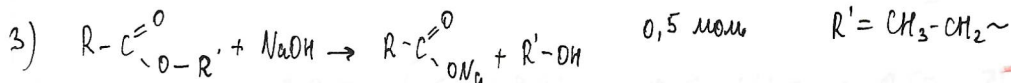
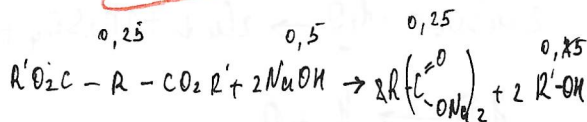
$$\nu(\text{CuSO}_4) = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow \nu(\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_3) = 0,075 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_3) = 0,075 \text{ моль} \cdot 242 \text{ моль} = 18,152$$

Ответ: $\omega_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 3,18\%$; $\omega_{\text{KOH}} = 4,85\%$; $\omega_{\text{H}_2\text{O}} = 91,97\%$; $m(\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_3) = 18,152$

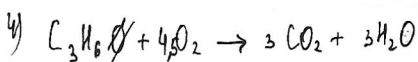
2). $nCO + xCO_2 \cdot MCO_2 = 2 \cdot 4,2 \quad x(CO_2) = 0,9$



н.д. 0,5 моль CO_2 , 0,1 моль CO
 $0,5 \quad 0 \quad 0,5 - d + 2d = 1,4$
 $d \quad 2d$
 $0,5 - d \quad 2d \quad d = 0,5$

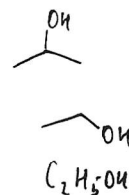


$\frac{47z}{M(R)+M(R')+44} = \frac{4z}{M(R)+23+44} = \frac{2z}{M(R')+17}$ $\frac{m_k}{M(R)+67} = \frac{m_c}{M(R')+17}$ $m_k M(R') + 17 m_k = M(R) m_c + 67 m_c$
 $\frac{m_2}{M(R)+M(R')+44} = \frac{2m_c}{M(R')+17}$ $M(R') m_2 + 17 m_2 = \frac{m_c}{23} M(R) + \frac{m_c}{23} M(R') + 44 \cdot \frac{m_c}{23}$ $M(R') = \frac{M(R) m_c + 67 m_c - 17 m_k}{m_k}$
 $M(R) = \frac{M(R') m_2 + 17 m_2 - M(R') \cdot m_c + 44 m_c}{m_c}$ $M(R) = 21$



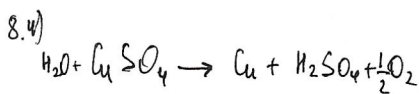
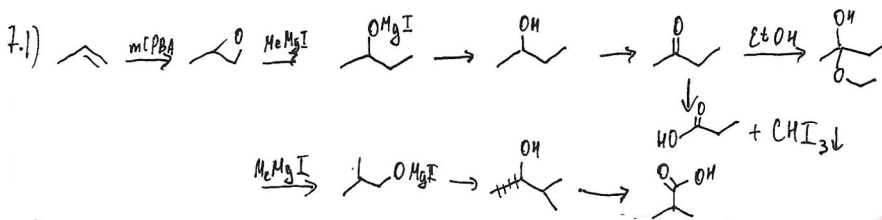
2. см. - 26 моль O_2 + 3 моль CO_2 + 3 моль H_2O

$Q_{ca.} C_3H_6 = 3 \cdot Q_{ср.} CO_2 + 2 \cdot Q_{ср.} H_2O - Q_{ср.} C_3H_6$ $Q_{ca.} C_3H_6 = 1361,4 \frac{kJ}{моль}$

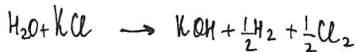


5.1) $[Mg^{2+}][OH^-]^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$ н.р. х моль $Mg(OH)_2$ - насыщ. р-р

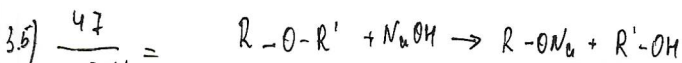
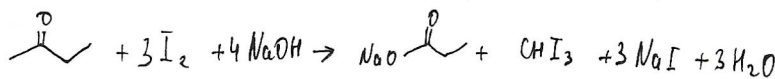
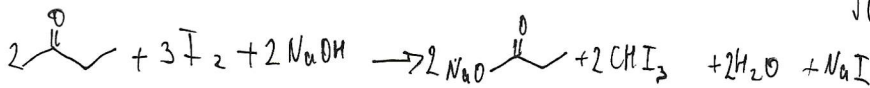
$x \cdot x^2 = 7,1 \cdot 10^{-12} \Rightarrow x = \sqrt[3]{7,1 \cdot 10^{-12}} = 1,92 \cdot 10^{-4} = S_{Mg(OH)_2} = 1,52 \cdot 10^{-4} \Rightarrow [OH^-] = (1,52 \cdot 10^{-4})^2 = 3,84 \cdot 10^{-4} M \Rightarrow pOH = 10,58$



$\nu(Cu) = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow \nu(O_2) = 0,075 \text{ моль} \Rightarrow \nu_{см.} = 0,1125 \text{ моль}$



$\Rightarrow \nu(H_2) = \nu(Cl_2) = 0,05625 \text{ моль} \Rightarrow \nu(KCl) = 0,1125 \text{ моль} \quad m = 8,38125 \text{ г}$



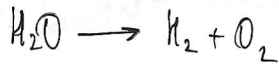
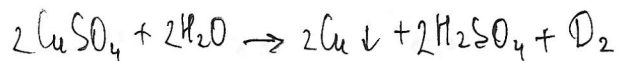
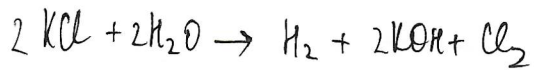
$= \frac{44}{R+39} = \frac{23}{R'+17} \quad 44R' + 17 \cdot 44 = 23 \cdot R + 23 \cdot 39 \Rightarrow R = \frac{44R' + 17 \cdot 44 - 23 \cdot 39}{23} \quad R' = \frac{23R + 23 \cdot 39 - 17 \cdot 44}{44}$

$44 \cdot 12 + 44R + 44R' = 47R + 47R' \quad R = \frac{44 \cdot 12 + 44R' - 44 \cdot 17}{3} \Rightarrow R' =$

$23 \cdot 44 \cdot R + 23 \cdot 44R' - 23 \cdot 44 \cdot 17 = 3 \cdot 44R' + 3 \cdot 17 \cdot 44 - 3 \cdot 23 \cdot 39$



$$25,5 \cdot 34,7 + 3 \cdot 53,5 + 3 \cdot 43 = \frac{1926}{\Delta T}$$



$$\frac{\text{O}_2 + \text{Cl}_2}{\text{H}_2} = \frac{2}{3}$$

$$\nu(\text{CuSO}_4) = 0,15 \Rightarrow m_{\text{CuSO}_4} = 242 \Rightarrow m_{\text{KCl}} = 29,82 \Rightarrow \nu_{\text{KCl}} = 0,4 \text{ моль}$$

По результатам анкетирования
повысить оценку на 2 балла
с 87 до 89 баллов

Оценка 89 баллов
Евфр
Федос

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников "Ломоносов"
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
от участника заключительного этапа по
химии
Тихонова Андрей Васильевича

анкетам.

Трачу переистрате мой индивидуальный предварительный результат
заключительного этапа, а именно 87 баллов, поскольку считаю, что в заданиях 47
веществом к может быть孔雀石, которое я указал в формуле. В задании не
указано, сколько эквивалентов спирта будет реагировать с бутанолом, а если предположить,
что спирт в недостатке, то можно ожидать образование孔雀石.

Подвергаю, что я ознакомил с Тихонова Ю.И. апелляцию на результаты олимпиады
школьников "Ломоносов" и осознаю, что мой индивидуальный предварительный результат
может быть изменен, в том числе, в сторону уменьшения количества баллов.

22 марта 2024 года

Тихонова А.В.