



79-21-63-95
(46.3)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Суцинского Платона Эдуардовича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

« 2 » марта 2025 года

Подпись участника

79-21-63-95

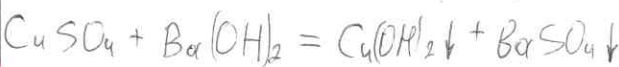
(46.3)

Чистовик

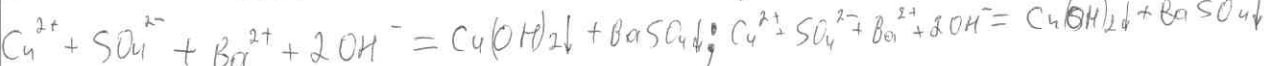
90

№ 1

Такой реакции будет соответствовать реакция двух раство-
римых солей с образованием двух нерас-
творимых солей/кислот/оснований:



Вот полное ионное и сокращённое ионное уравнение соответственно:
полное ионное: $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu(OH)}_2 \downarrow + \text{BaSO}_4 \downarrow$
сокращённое ионное:



№ 2

Затем уравнение Клапейрона-Менделеева для той части с
аргоном: $P_{\text{атм}} \cdot V = \frac{m_{\text{Ar}}}{M_{\text{Ar}}} \cdot R \cdot T$; для водорода: $P_{\text{H}_2} \cdot V = \frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}} \cdot R \cdot T$. найдем их

отношение:

$$\frac{P_{\text{атм}} \cdot V}{P_{\text{H}_2} \cdot V} = \frac{m_{\text{Ar}} \cdot R \cdot T \cdot M_{\text{H}_2}}{m_{\text{H}_2} \cdot R \cdot T \cdot M_{\text{Ar}}} \Rightarrow \text{отсюда следует: } M_{\text{H}_2} = \frac{P_{\text{атм}} \cdot m_{\text{Ar}} \cdot M_{\text{Ar}}}{P_{\text{H}_2} \cdot m_{\text{H}_2}}$$

Видно, веса в равновесии, тогда $m_{\text{Ar}} = m_{\text{H}_2}$, а $M_{\text{H}_2} = \frac{P_{\text{атм}} \cdot m_{\text{Ar}}}{P_{\text{H}_2} \cdot m_{\text{H}_2}} =$
 $= \frac{101,325 \text{ кПа} \cdot 40 \text{ г}}{149,7 \text{ кПа}} = 28 \text{ г/моль}$. такой молярной массе соответствуют

3 газа: CO , N_2 , C_2H_4 . N_2 не горит вообще, C_2H_4 горит, но не го-
рущим телом. а вот CO горит красивым голубым
пламенем. тогда А — CO

№ 4

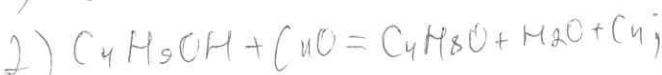
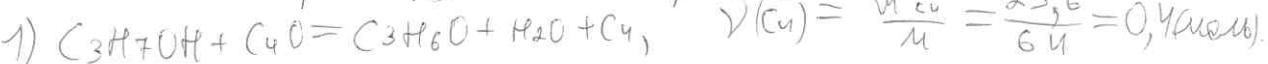
общая формула предельных одноатомных спиртов: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$.

тогда общая формула $w(\text{C})$ для спиртов: $\frac{12 \cdot n}{12 \cdot n + 2n + 2 + 16} = w(\text{C})$. подставив

в $w(\text{C}) = 63,27\%$, получим $n = 3,62$. Это означает, что один
спирт должен иметь $n_1 < 3,62$, а второй $n_2 > 3,62$. т.к.

в данной задаче спирты — гомологи, а $n \in \mathbb{Z}$, то

спирт — пропанол ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$), а его гомолог — бутанол
($\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$). Они реагируют с CuO при нагревании:



пусть $\nu(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = x$, тогда $\nu(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = y$. тогда можем состав-
ить уравнение:

Чистовик

3) $X + Y = 0,4$ моль. (м.к. C_3H_7OH и C_4H_9OH реагируют с CO в эквивалентных соотношениях)

$$w(C) \text{ для } C_3H_7OH: w(C)_{C_3H_7OH} = \frac{3 \cdot 12}{3 \cdot 12 + 7 + 16 + 1} = 0,6 = 60\%, \text{ а}$$

$$w(C)_{C_4H_9OH} = \frac{12 \cdot 4}{12 \cdot 4 + 9 + 16 + 1} = 0,649 = 64,9\%.$$

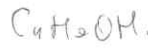
можем составить одно уравнение:

$$0,6 \cdot \left(\frac{x}{x+y}\right) + 0,649 \cdot \left(\frac{y}{x+y}\right) = 0,6327. \text{ Выразим } x \text{ из уравн. 3:}$$

$$x = 0,4 - y. \text{ подставим в 4):}$$

$$5) 0,6 \left(\frac{x}{0,4}\right) + 0,649 \left(\frac{0,4-x}{0,4}\right) = 0,6327. \text{ Решая это уравнение, получаем: } x = 0,131 \text{ моль. тогда из 3) } y = 0,4 - x = 0,269 \text{ моль}$$

Структурные формулы C_3H_7OH и C_4H_9OH :



$$M(C_3H_7OH) = 12 \cdot 3 + 7 + 16 + 1 = 60 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$M(C_4H_9OH) = 12 \cdot 4 + 9 + 16 + 1 = 74 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$m_{\text{смеси}} = x \cdot M(C_3H_7OH) + y \cdot M(C_4H_9OH) = 0,131 \cdot 60 + 0,269 \cdot 74 = 27,766 \text{ г}$$

$$w(C_3H_7OH) = \frac{x \cdot M(C_3H_7OH)}{m_{\text{смеси}}} = \frac{0,131 \cdot 60}{27,766} = 28,3\%$$

$$w(C_4H_9OH) = \frac{y \cdot M(C_4H_9OH)}{m_{\text{смеси}}} = \frac{0,269 \cdot 74}{27,766} = 71,7\%$$

$$\sqrt{5}$$

$$1) (Na_2CO_3 \cdot xH_2O) = \frac{m}{M} \cdot C_{(Na_2CO_3 \cdot xH_2O)} = \frac{m(Na_2CO_3 \cdot xH_2O)}{M(Na_2CO_3 \cdot xH_2O) \cdot V} = \left(\frac{SO_2}{M(Na_2CO_3 \cdot xH_2O)}\right) \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$K_{\text{дисс}}(HCO_3^-) = \frac{[CO_3^{2-}] \cdot [H^+]}{[HCO_3^-]}$$

$$HCO_3^- \rightleftharpoons HCO_3^- \rightleftharpoons CO_3^{2-} + H^+; \text{ пусть } [HCO_3^-] = C_1, \text{ тогда } [CO_3^{2-}] = \frac{K_{\text{дисс}} \cdot C_1}{[H^+]}$$

$$\text{пусть } C_0 = [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}], \text{ тогда } C_0 = C_1 + \frac{K_{\text{дисс}} \cdot C_1}{[H^+]} = C_1 \left(1 + \frac{K_{\text{дисс}}}{[H^+]}\right).$$

$$\text{мы можем найти молярную долю } [HCO_3^-] = \frac{[HCO_3^-]}{[HCO_3^-] + [CO_3^{2-}]} =$$

$$= \frac{C_1}{C_1 \left(1 + \frac{K_{\text{дисс}}}{[H^+]}\right)} = \frac{1}{1 + \frac{K_{\text{дисс}}}{[H^+]}}; \text{ заменим все на } [H^+]:$$

$$\alpha(HCO_3^-) = \frac{[H^+]}{[H^+] + K_{\text{дисс}}}. \text{ Также выразим } \alpha(CO_3^{2-}): \frac{K_{\text{дисс}} \cdot C_1}{C_1 \left(1 + \frac{K_{\text{дисс}}}{[H^+]}\right)} =$$

$$= \frac{K_{\text{дисс}} \cdot [H^+]}{[H^+] + K_{\text{дисс}}}; \text{ заменим все на } [H^+], \alpha(CO_3^{2-}) = \frac{K_{\text{дисс}}}{[H^+] + K_{\text{дисс}}}$$

$$\text{Соотносительно } \alpha(H_2CO_3) \Rightarrow \alpha(C(Na_2CO_3)) = C_0 \text{ (концен-}$$

Исходник. Мы пренебрежем образованием H_2CO_3 . $[H^+] = C_0 \cdot \frac{[H^+]}{[H^+] + K_{H_2CO_3}}$ (1)
 - т.е. все формы CO_3^{2-} (CO_3^{2-}). тогда $[HCO_3^-] = C_0 \cdot \frac{K_{H_2CO_3}}{[H^+] + K_{H_2CO_3}}$
 $[CO_3^{2-}] = C_0 \cdot \frac{K_{H_2CO_3}^2}{[H^+] + K_{H_2CO_3}}$, заменим уравнение электронейтральности:

имеем:
 $[H^+] + [Na^+] = [OH^-] + 2[CO_3^{2-}] + [HCO_3^-]$. (коэффициент 2 перед $[CO_3^{2-}]$ стоит, потому что CO_3^{2-} — двухзарядный анион). т.к. $C_0 = C(Na_2CO_3 \cdot xH_2O)$,

то $[Na^+] = 2C_0$, $[H^+] \cdot [OH^-] = K_w = 10^{-14}$, тогда:

$[H^+] + 2C_0 = \frac{K_w}{[H^+]} + \frac{[H^+] + 2K_{H_2CO_3}}{[H^+] + K_{H_2CO_3}} \cdot C_0$. получается уравнение с 1 неизвестной.

Решая его, получаем: $C_0 = 0,21 \frac{\text{г.моль}}{\text{л.}}$, $V(Na_2CO_3 \cdot xH_2O) = C_0 \cdot V =$

$= 0,216 \cdot 1 = 0,216 \frac{\text{г.моль}}{\text{л.}}$. т.к. $M(Na_2CO_3 \cdot xH_2O) = 50$, то $M(Na_2CO_3 \cdot xH_2O) =$

$\frac{m}{V} = \frac{50}{0,215} \approx 232 \frac{\text{г.моль}}{\text{л.}}$. $M(Na_2CO_3 \cdot xH_2O) = 23 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3 + 18 \cdot x = 232$,

тогда $18x = 176$; $x = \frac{176}{18} = 7$. тогда кристаллогидрат: $Na_2CO_3 \cdot 7H_2O$

$\sqrt{26}$

т.к. раствор окрашивает лакмус в красный цвет, то вещество X — либо кислота, либо средняя соль, либо кислотный остаток;

по реакции с Zn и $NaHCO_3$, мы тоже можно подтвердить кислотную природу X. при этом эта кислота или кислотный остаток сам) сильная, т.к. вытесняет H_2CO_3 из $NaHCO_3$.

белый осадок в 3-ей колбе — нерастворимая в воде. ей соответствует $BaSO_4$. тогда $n(\text{осадок}) = \frac{7,77}{M_{BaSO_4}} = \frac{7,77}{233} =$

$= 0,033$. т.к. раствор разделили на 3 части, то $X =$

$\Rightarrow V(X) = 3 V(BaSO_4) = 3 \cdot 0,033 \approx 0,1 \text{ моль}$.

тогда $M(X) = \frac{m}{V} = \frac{12}{0,1} = 120 \frac{\text{г.моль}}{\text{л.}}$ этой массой соответствует $NaHSO_4$. ($M_{NaHSO_4} = 23 + 1 + 32 + 16 \cdot 4 = 120 \frac{\text{г.моль}}{\text{л.}}$)

тогда X — $NaHSO_4$. в колбе 1 произошла реакция:

реакция 1: $NaHCO_3 + NaHSO_4 = Na_2SO_4 + H_2O + CO_2 \uparrow$ +

реакция 2: $2NaHSO_4 + Zn = Na_2SO_4 + ZnSO_4 + H_2 \uparrow$ +

реакция 3: $2NaHSO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 \downarrow + HCl + NaCl$ +

Исходные.

соотношение ~~$V(\text{CO}_2)$~~ : $V(\text{CO}_2) : V(\text{H}_2) = 2:1$, что удовлетворяет
условию задачи,

из уравнения реакции в канве 2 видно, что $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) =$
 $= n(\text{NaHSO}_4) = n(\text{BaSO}_4) = 0,0333 \text{ моль}$, а $V(\text{CO}_2) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,0333 \text{ моль}$.

тогда $m_{\text{пр-ра}} = \frac{160}{3} = 33,33 \text{ г}$; $m(\text{CO}_2) = V(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = 0,0333 \cdot 44 =$

$= 1,465$. $m_{\text{пр-ра}} = m_{\text{пр-ра}} - m(\text{CO}_2) = 33,33 - 1,465 = 31,865 \text{ г}$.

$m(\text{NaHCO}_3) = M(\text{NaHCO}_3) \cdot V(\text{NaHCO}_3) = (23 + 1 + 12 + 16 \cdot 3) \cdot 0,0333 = 2,8$

$m_{\text{пр-ра}} = m_{\text{пр-ра}} + m(\text{NaHCO}_3) = 31,865 + 2,8 = 34,67 \text{ г}$.

$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = M(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{Na}_2\text{SO}_4) = (23 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4) \cdot 0,0333 = 4,73 \text{ г}$.

$W(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{m_{\text{пр-ра}}} = \frac{4,73}{34,67} = 0,1364 = 13,64\%$ +

$\sqrt{0,7}$

исходя из описания ЛБ можно сделать следующие
выводы:

ЛБ содержит альдегидную группу (т.к. реагирует с аммиачным
раствором оксида серебра).

ЛБ - содержит CH_3 -группу, присоединенную к карбонильной

($\text{C}=\text{O}$), (скорее всего не к альдегидной, т.к. тогда ЛБ - бы бы

CH_3 , а он не подходит по условиям и численным значениям)

найдем $n(\text{H}_2)$; $V(\text{H}_2) = \frac{PV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 7,34}{8,314(25+273)} = 0,3 \text{ моль}$. +

осадок — это скорее всего Ag , его $V(\text{Ag}) = \frac{m}{M} = \frac{32,4}{108} = 0,3 \text{ моль}$.
но альдегиды реагируют по следующей реакции $\text{C}(\text{Ag}(\text{NH}_3)_2)\text{OH}$

$\text{R}-\text{CHO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} = \text{R}-\text{COOH} + 2\text{Ag} \downarrow + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$. +

то есть $V(\text{RCHO}) : V(\text{Ag}) = 1:2$. что говорит нам о том, что
в нашей молекуле Б есть 1 альдегидная группа, и группа

Исходник

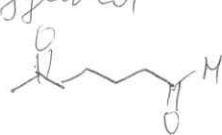
CH_3 — R. тогда $V(B) = \frac{1}{2} V(H_2) = \frac{1}{2} \cdot 0,3 = 0,15 \text{ моль}$ +

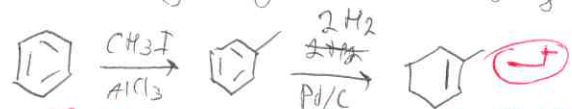
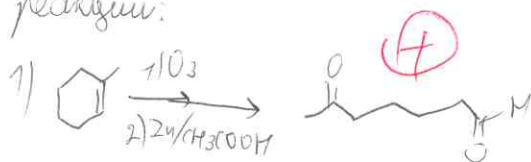
т.к. т. Гц А образуется из Б, то можно предположить, что двойная связь находится в конце. тогда $V(A) = V(B) = 0,15 \text{ моль}$.

$M(A) = \frac{M(H)}{V(A)} = \frac{14,4}{0,15} = 96 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$. т.к. ~~она~~ под эту формулу

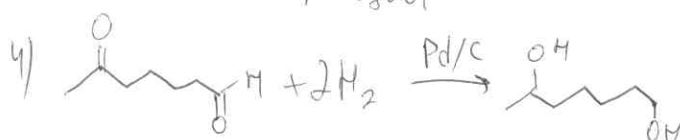
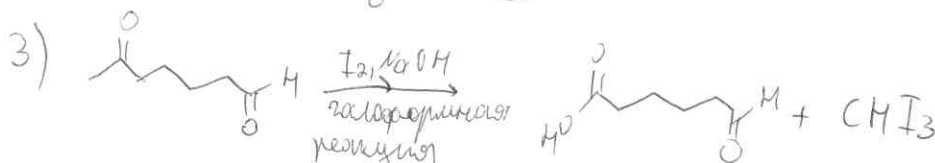
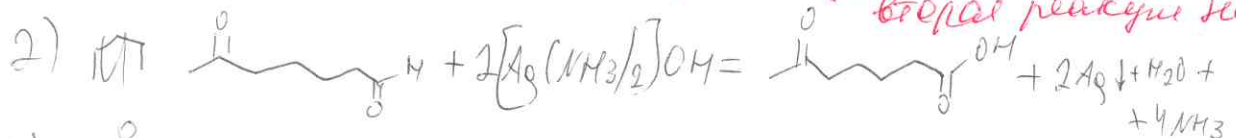
подходит: т.к. образуется альдегид и кетон, то эта двойная связь имеет 3 заместителя, причем 1 из них — это метил (CH_3). также эта двойная связь единственная в молекуле (т.к. Б из 1 молекулы А образуется Б (с альдегидом и кетоном в одной молекуле)). тогда можно составить формулу для Б: $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$, т.к. она содержит 1 двойную связь и 1 хвост. тогда $M(\text{C}_n\text{H}_{2n-2}) = 12 \cdot n + 2 \cdot n - 2 = 96$,

тогда $14n = 98$, $n = 7$. тогда А — C_7H_{12} . т.к. она содержит этой формуле соответствует:  (1-метилциклогексен).

при его окислении последующим расщеплением Zn/AcOH , образуется Б —  , оно удовлетворяет всем условиям! (всех синтет. А из бензола и б-оксиметана).

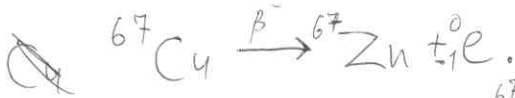
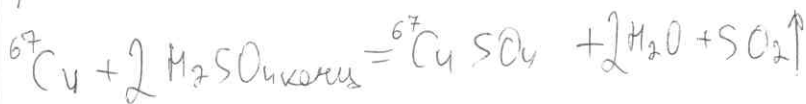


Нужно уравнения, а не схемы
второй реакции нет



Условие.

$$\sqrt{0} = 2$$

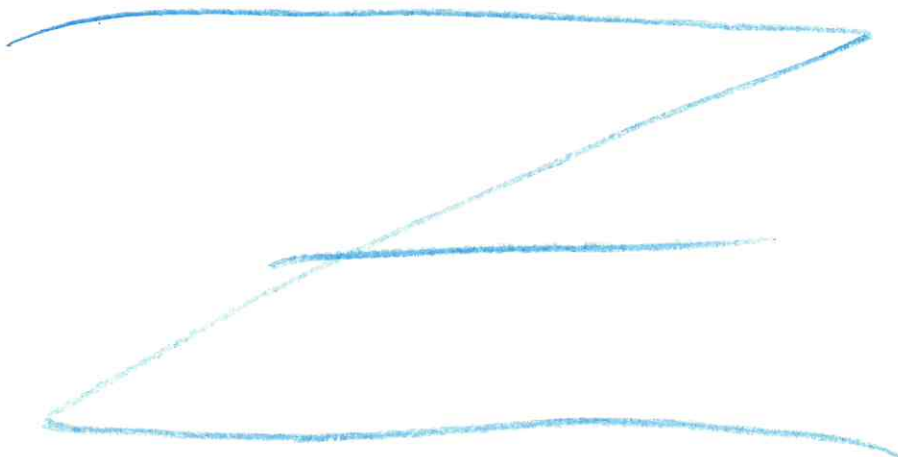


период полураспада ⁶⁷Cu в полусоединении будет примерно такой же, как и в чистой ⁶⁷Cu.
 потому, что в чистой ⁶⁷Cu; дело в том, что в ⁶⁷CuSO₄ медь присутствует в степени окисления ²⁺, поэтому:
 во-первых: при β⁻ распаде ~~медь~~ образуется ⁶⁷Zn²⁺ с устойчивой d-полностью заполненной d-орбиталью, что даёт дополнительный выигрыш по энергии.

во-вторых: медь сама находится в высокэнергетическом состоянии d⁹.

~~и в третьих — ⁶⁷Cu²⁺~~

период полураспада не изменится. скорость (и соответственно, период полураспада) в ядерных процессах не зависят (в β-распаде) от степени окисления металлов.



Черновик

$$PV = nRT \quad n_1 = n/2$$

$$K = \frac{K_{\text{прис}}}{K_{\text{дис}}} \approx \frac{C_0 \cdot K_{\text{прис}}}{n_f}$$



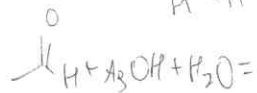
$$+ \bar{e} PV = \frac{m}{M} RT$$



$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{M_2}{M_1}$$

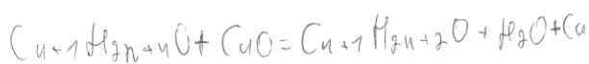


$$c = 0.216134$$



104

$$x C_n H_{2n+2}O + y C_{n+1} H_{2n+4}O = 0,4 \text{ моль}$$



$$x + y = \frac{72,6}{64}$$

$$\frac{x \cdot n + y \cdot (n+1)}{x \cdot n + y \cdot (n+1)} = 12.$$

$$K_{\text{HCO}_3^-} = \frac{[H^+][CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]}; \quad [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}] = C \times$$

$$[H^+] = [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}] + [OH^-]$$

