МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Шкодкин Вячеслав Васильевич**

Класс: **10**

Технический балл: **93**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

9117573

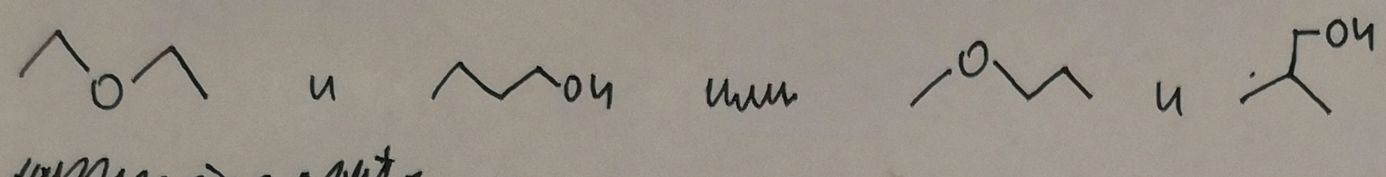
Беркович

1. верно
2. финальный расчет неправильный и непонятный – минус 6
3. неверная размерность константы – минус балл
4. верно
5. верно
6. верно

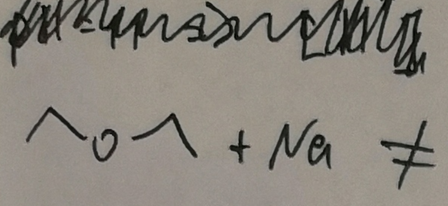
№1

$A = m_p + m_n = 42 + 32 = 74$ а.е.м. $\Rightarrow M = 74 \frac{г}{моль} \Rightarrow C_4H_{10}O$ (спирты и простые эфиры)

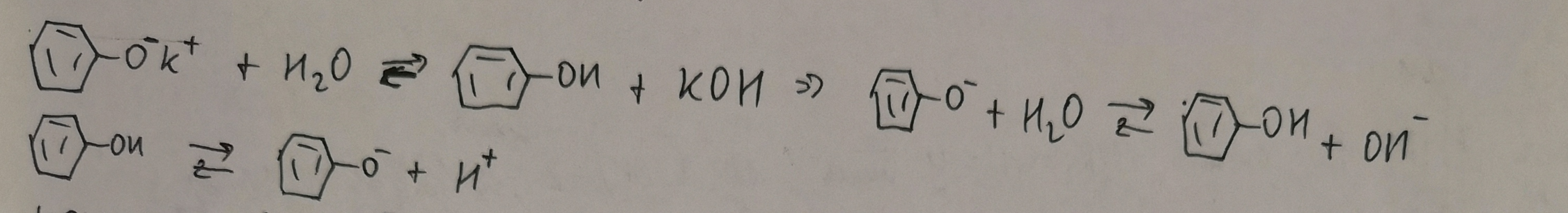
Изомеры:



и т.д.



№2.



$KOH \rightarrow K^+ + OH^-$

$pH = 11 \Rightarrow pOH = 3 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-3} M \Rightarrow [H^+] = 10^{-11} M$

$K_{дис} = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]}$

$C_н = 1 M$

$[C_6H_5O^-] = y M \Rightarrow [C_6H_5OH] = (1 - y) M$

$10^{-10} = \frac{10^{-11} y}{1 - y}$

$10^{-11} y = 10^{-10} - 10^{-10} y$

$1{,}1 \cdot 10^{-10} y = 10^{-10}$

$y = 0{,}909 M \Rightarrow [C_6H_5O^-] = 0{,}909 M.$

№3

$2A \rightleftarrows B$

$K_p = \frac{p_B}{p_A^2}$

$1{,}86 n(A) = n(B) \Rightarrow n_0 = n(B) + n(A) = 2{,}86 n(A) \Rightarrow 2{,}86 n(A) = \frac{pV}{RT} = 0{,}04$ моль $\Rightarrow$

$\Rightarrow n(A) = 0{,}014$ моль, $n(B) = 0{,}026$ моль.

$M_{ср} = \frac{m}{n} = \frac{n(A) \cdot M(A) + n(B) \cdot M(B)}{n_0} = 75{,}9$

$\frac{0{,}014 M(A) + 0{,}026 M(B)}{0{,}04} = 75{,}9$

$0{,}014 M(A) + 0{,}026 M(B) = 3{,}036 \Rightarrow M(B) = \frac{3{,}036 - 0{,}014 M(A)}{0{,}026} = 92 \frac{г}{моль}.$

Если $n(B) = 0{,}026$, то $n(A)_0 = 2n(B) + n(A) = 0{,}066$ моль.

$m_{см} = m_0 = M_{ср} \cdot n_0 = 3{,}036$ г (по зак. сохр. масс)

$M(A) = \frac{m_0}{n_0} = 46$ г/моль $\Rightarrow A - NO_2 \Rightarrow B - N_2O_4$

1

$r_o = r_n$

$r_n = k_n[A]^2$

$r_o = k_o[B]$

$k_n[A]^2 = k_o[B]$

$[A] = \frac{n}{V} = \frac{0{,}014}{1} = 0{,}014 M$; $[B] = \frac{n}{V} = \frac{0{,}026}{1} = 0{,}026 M$

$k_o = \frac{k_n[A]^2}{[B]} = 3{,}77 \cdot 10^{-5} M^{-1} \cdot мин^{-1}$

№4

R_1-OH R_2-OH

Пусть $M(R_1-OH) = x \frac{г}{моль}$; $M(R_2-OH) = y \frac{г}{моль}$; $n(R_1-OH) = z$ моль;

$n_2 = \frac{PV}{RT} = 0{,}3$ моль.

$n(R_2-OH) = 0{,}3 - z$ моль.

Тогда:

$x \cdot z + (0{,}3 - z) \cdot y = 15{,}9$

$n(H_2O) = n_2 = 0{,}3$ моль $\Rightarrow m(H_2O) = n \cdot M = 5{,}4$ г.

$m_2 = m_{сп} - m(H_2O) = 15{,}9 - 5{,}4 = 10{,}5$ г

$M_{ср} = 35 \frac{г}{моль}$.

Алкены: $M(=) = 28 \frac{г}{моль}$; $M(\wedge\!\!\!\!\backslash) = 42 \frac{г}{моль}$; $M(\wedge\!\!\!\!\backslash\!\!\!\!\backslash) = M(\wedge\!\!\!\!\backslash\!\!\!\!\backslash) = M(\wedge\!\!\!\!\backslash\!\!\!\!\backslash) = 56 \frac{г}{моль}$.

Если $=$ и $\wedge\!\!\!\!\backslash$, то:

$$\frac{28n(=) + 42n(\wedge\!\!\!\!\backslash)}{n(=) + n(\wedge\!\!\!\!\backslash)} = 35$$

$28n(=) + 42n(\wedge\!\!\!\!\backslash) = 35n(=) + 35n(\wedge\!\!\!\!\backslash)$

$7n(\wedge\!\!\!\!\backslash) = 7n(=) \Rightarrow n(\wedge\!\!\!\!\backslash) = n(=) \Rightarrow$ спирта – C_2H_5OH и $C_3H_7OH \Rightarrow n(C_2H_5OH) = n(C_3H_7OH) = n \Rightarrow$

$\Rightarrow m(C_2H_5OH) = 46n$; $m(C_3H_7OH) = 60n \Rightarrow 106n = 15{,}9 \Rightarrow n = 0{,}15$ моль $\Rightarrow$

$\Rightarrow m(C_2H_5OH) = 6{,}9$ г; $m(C_3H_7OH) = 9$ г.

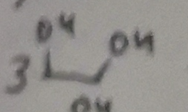
$\omega(C_2H_5OH) = \frac{6{,}9}{15{,}9} = 0{,}434$

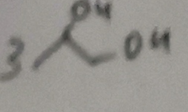
$\omega(C_3H_7OH) = \frac{9}{15{,}9} = 0{,}566$

$C_2H_5OH \xrightleftharpoons[H_2SO_4]{t^\circ} C_2H_4 + H_2O$

$C_3H_7OH \xrightleftharpoons[H_2SO_4]{t^\circ} C_3H_6 + H_2O$

$n(C_2H_4) = n(C_3H_6) = n = 0{,}15$ моль

$3C_2H_4 + 2KMnO_4 + 4H_2O =$  $+ 2MnO_2 + 2KOH$

$3C_3H_6 + 2KMnO_4 + 4H_2O =$  $+ 2MnO_2 + 2KOH$

2

$n(KMnO_4) = \frac{2}{3} n(C_2H_4) + \frac{2}{3} n(C_3H_6) = 0{,}2$ моль.

$V(KMnO_4) = \frac{n}{c} = \frac{0{,}2}{0{,}4} = 0{,}5$ л $= 500$ мл.

№5

$CuS + 8HNO_3(к.) \overset{t^\circ}{=} CuSO_4 + 8NO_2\uparrow + 4H_2O$ или $CuS + 10HNO_3 \overset{t^\circ}{=} Cu(NO_3)_2 + 8NO_2 + H_2SO_4 + 4H_2O$

$CuS + 4H_2SO_4(к.) \overset{t^\circ}{=} CuSO_4 + 4SO_2\uparrow + 4H_2O$

$n(CuS) = \frac{m}{M} = 0{,}1$ моль.

$m(HNO_3) = m_{р\text{-}ра} \cdot \omega = 75{,}6$ г

$n(HNO_3) = 1{,}2$ моль – изб. $\Rightarrow n(NO_2) = 8n(CuS) = 0{,}8$ моль $\Rightarrow m(NO_2) = 36{,}8$ г $\Rightarrow$

$\Rightarrow m'_{р\text{-}ра} = m(HNO_3)_{р\text{-}ра} + m(CuS) - m(NO_2) = 92{,}8$ г

$m(H_2SO_4) = m_{р\text{-}ра} \cdot \omega = 139{,}846$ г

$n(H_2SO_4) = 1{,}427$ моль – изб. $\Rightarrow n(SO_2) = 4n(CuS) = 0{,}4$ моль $\Rightarrow m(SO_2) = 25{,}6$ г $\Rightarrow$

$\Rightarrow m''_{р\text{-}ра} = m(H_2SO_4)_{р\text{-}ра} + m(CuS) - m(SO_2) = 126{,}7$ г.

Декагидрат карбоната натрия следует поместить в смесью с азотной кислотой и сульфидом меди.

$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O + 2HNO_3 = 2NaNO_3 + CO_2\uparrow + 11H_2O$

Пусть пусное кол-во $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ x моль $\Rightarrow n(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = x$ моль.

$n(HNO_3)_1 = n(HNO_3) - 8n(CuS) = 0{,}4$ моль.

Если HNO_3 в избытке, то:

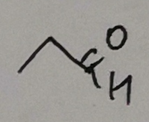
$m'_{р\text{-}ра} + 286x - 44x = 126{,}7$

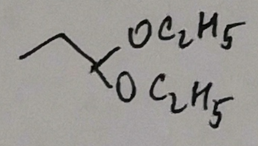
$242x = 33{,}9$

$x = 0{,}14$ моль $\Rightarrow$ всё сходится, т.к. израсходовалось 0,28 моль HNO_3 $\Rightarrow$

$\Rightarrow m(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = 40{,}04$ г.

№6

А – C_2H_5OH В – C_2H_4 Д – 

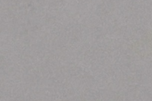
Б – HCOOH Г – CO Е – 

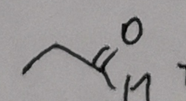
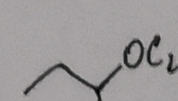
$M_{см} = 0{,}875 \cdot 32 = 28 \frac{г}{моль}$.

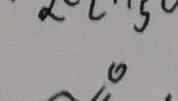
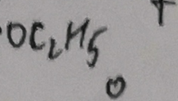
Нетрудно догадаться, что речь идёт об органических соединениях, а в 1-ой реакции происходит дегидратация. Если одно из в-в спирт, тогда это должен быть C_2H_5OH, а газ C_2H_4, $M(C_2H_4) = 28 \frac{г}{моль}$ $\Rightarrow$ молярная масса другого тоже равна $28 \frac{г}{моль}$ $\Rightarrow$ другой газ CO, а предшествующее в-во – HCOOH.

1) $C_2H_5OH \underset{H_2SO_4}{\overset{t^\circ}{=}} C_2H_4 + H_2O$

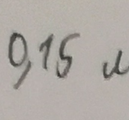
2) $HCOOH \underset{H_2SO_4}{\overset{t^\circ}{=}} CO + H_2O$

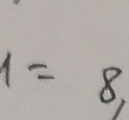
3) $C_2H_4 + CO + H_2 = C_3H_6O$ ()

4)  $+ 2C_2H_5OH =$  $+ H_2O$

5)  $+ 2Cu(OH)_2 =$  $+ Cu_2O + 2H_2O$

3

$n(H_2O) = \frac{m}{M} = 0{,}15$ моль $= n($  $)$

$m($  $) = n \cdot M = 8{,}7$ г.

	A	B
Б	~~[illegible]~~	–
П	0,052	–
С	0,014	0,026

0,066

–

3,036

76

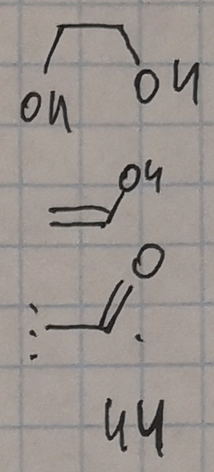
75,5

$nRT = pV$

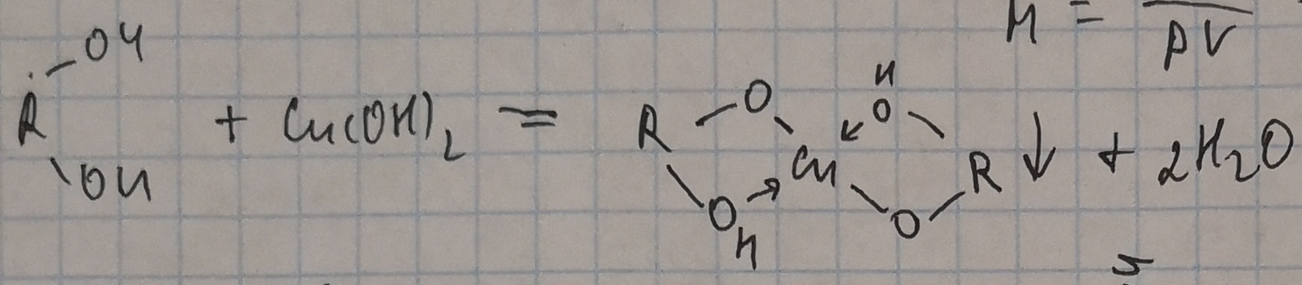
$\frac{m}{M} RT = pV$

$\frac{1}{M} = \frac{pV}{mRT}$

$M = \frac{mRT}{pV} =$



44



$M_{ос} = 216 \frac{г}{моль}$

$M(R) = \frac{216 - 64 - 16 \cdot 4 - 2}{2} = 43 \frac{г}{моль} \Rightarrow$

$\Rightarrow R -$

N_2O_4 92

$2NO_2$ 46

0,066

1,288 + 1,196

2,392 + 0,644

1,057

1,979

0,044

46 г/моль.

C_3H_7OH

$COCl_2$

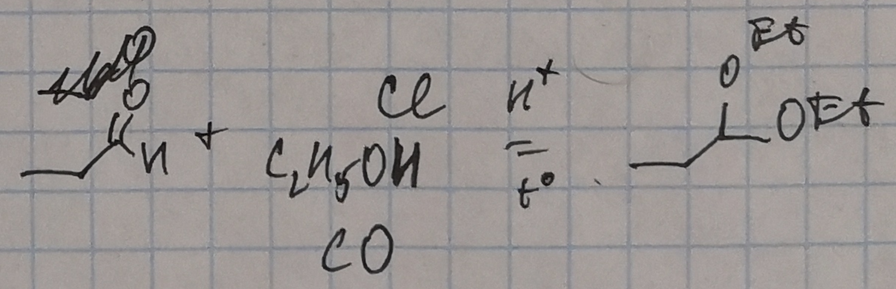
$SOCl_2$

76

CaCl

MgOCl

$CO + = + H_2 =$



C_2H_5OH

CO

HCOOH

$nRT = pV$

$n = \frac{m}{M}$

Черновик