МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Дорош Анна Александровна**

Класс: **11**

Технический балл: **84**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Проверяющий	Кабанова Е.Г.
Шифр работы	9589363
1 задание	**8 б**
2 задание	Нет уравнений реакций гидролиза и диссоциации кислоты, рассчитана концентрация [OH-] (4 б), равновесная концентрация фенолят-ионов принимается равной [OH-], при этом [H+] также равна [OH-]. записано выражение для константы (4 б) Равновесная концентрация фенолят-ионов получается выше исходной на порядок. - **8 б**
3 задание	**16 б**
4 задание	**20 б**
5 задание	**20 б**
6 задание	Нет расчета молярной массы газов (-6 б). Все вещества определены, реакции, кроме последней, записаны верно (9 б), неверно рассчитана масса Д (2 б) **12 б**
Всего	**84**

N1 $42\bar{e}$, $32n$

$C \to 6n, 6\bar{e}$

$O \to 8n, 8\bar{e}$

$H \to 0n, 1\bar{e}$

составим систему уравнений

пусть формула наших изомеров: $C_xH_yO_z$,

тогда $\begin{cases} 6x+8z=32 & \text{(ур-ние на кол-во нейтронов)} \\ 6x+1y+8z=42 & \text{(ур-ние на кол-во электронов)} \end{cases}$

$y=10$ $\quad C_xH_{10}O_z$ $\quad \cancel{6x+8y=}$

$6x+8z=32$, где x, z - целые

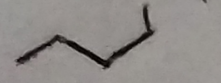
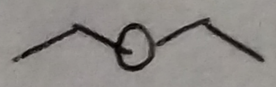
$x=1$ $\quad z$ - нецелое

$x=2$ $\quad z$ - нецел.

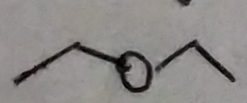
$x=3$ $\quad z$ - нецел.

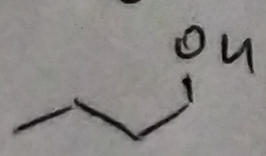
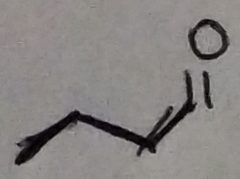
$x=4$ $\quad z=1$

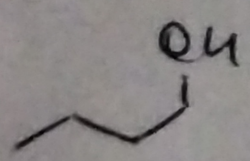
$C_4H_{10}O$ - это может быть спирт или же простой эфир.

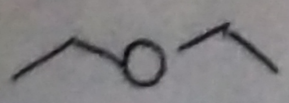
Пусть это будут  и 

Тогда их можно различить реакцией с CuO (для других пар спирт + эфир аналогично)

 + CuO ✗

 + CuO →  + $\underbrace{Cu\downarrow}_{\text{осадок как признак реакции}}$ + H_2O

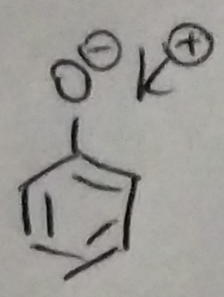
 - бутиловый спирт

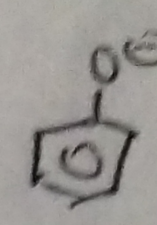
 - диэтиловый эфир.

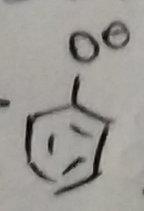
N2 C-? pH = 11

$pH = -\lg[H^+]$

$pH = 14 - pOH \longrightarrow pOH = 3$



~~[OH] = x~~ (концентрация ионов  = x)

[] = x

$pOH = -\lg x \longrightarrow x = 10^{-3}$ моль/л

$$K_g = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-][K^+]}{C(\text{C}_6\text{H}_5\text{OK}) - x} = 10^{-10}$$

$$\frac{x^2}{C - x} = 10^{-10}$$

$C - x \approx C$ (диссоциация мала)

$K_A = \frac{x^2}{C}$ $x = 10^{-3}$ $10^{-10} = \frac{(10^{-3})^2}{C}$

$C = 10^{-4}$ M

N3

$2A \rightleftarrows B$

$V = 1л \quad T = 303 K$

$\frac{\nu_B}{\nu_A} = \frac{1,86}{1} \qquad P = 101,325 кПа$

$PV = \nu RT \qquad M_{ср} = 75,9 г/моль \qquad A = NO_2 \quad B = N_2O_4$

$\downarrow$

$2NO_2 \rightleftarrows N_2O_4$

$\nu_{общ} = 0,04 \Rightarrow \nu_B = 0,026$

$\nu_A = 0,014$

$\vartheta_{прямой\ реакции} = \vartheta_{обратной}$

$\vartheta_п = k_1 \cdot [A]^2 \qquad \vartheta_о = k_2 [B]$

$5 \cdot 10^{-3} \cdot (0,014)^2 = k_2 \cdot 0,026$

$k_2 = 3,77 \cdot 10^{-5}$

чистовик, стр 3

№3 $2A \rightleftarrows B$

чистовик, стр 5

№4 продолжение

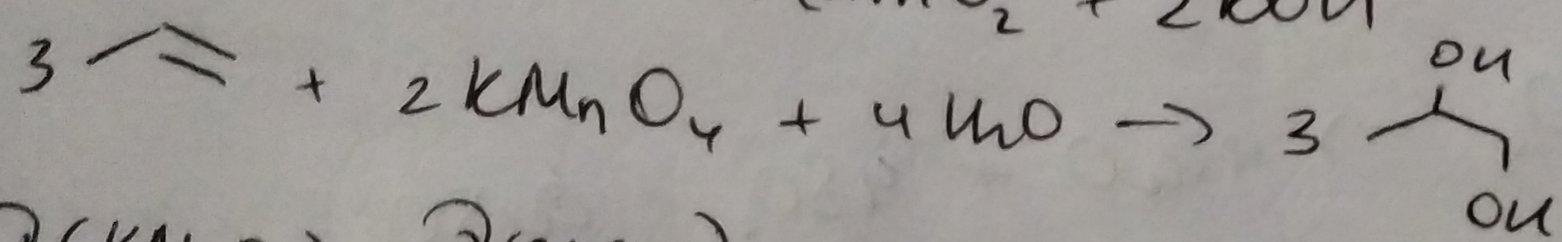
реакции:

$H_3C-CH_2-OH \xrightarrow{H_2SO_4} H_2C=CH_2 + H_2O$

$H_3C-CH_2-CH_2-OH \xrightarrow{H_2SO_4} H_3C-CH=CH_2 + H_2O$

$3H_2C=CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3\ OH-CH_2-CH_2-OH +$

$+ 2MnO_2 + 2KOH$



$\nu(KMnO_4) = \frac{\nu(\text{смеси})}{3} \cdot 2 = 0{,}2$ моль

$V_{р-ра} = \frac{\nu(KMnO_4)}{C} = \frac{0{,}2}{0{,}4} = 0{,}5$ л

$C = \frac{\nu}{V}$

N4 $m = 15,9$ г

$V = 11,5$ л $T = 453$ K $P = 101,325$ кПа

$PV = \nu RT$ $\nu = 0,3$ моль

↑ $\nu_{газов}$ после реакции

$\nu_{газов} = \nu_{спиртов} = 0,3$ моль

$\nu = \frac{m}{M}$ → $M_{ср.}$ спиртов $= 53$ г/моль

дегидратация первичных спиртов приводит к получению алкенов. Среди летучих это этен и пропен, значит наши спирты это H_3C-CH_2-OH и

$H_3C-CH_2-CH_2-OH$ $M(C_2H_6O) = 46$ г/моль

$M(C_3H_8O) = 60$ г/моль

пусть в 1 моле смеси находится x моль C_2H_6O, тогда $\nu(C_3H_8O) = 1-x$

составим уравнение на среднюю молярную массу смеси ~~газов~~ спиртов

$x \cdot M(C_2H_6O) + (1-x) \cdot M(C_3H_8O) = 53$

$46x + (1-x) \cdot 60 = 53$ ⟹ $x = 0,5$, т.е.

$\frac{\nu(C_2H_6O)}{\nu(C_3H_8O)} = \frac{1}{1}$

$\nu(C_2H_6O) = 0,15$ моль $= \nu(C_3H_8O)$

$m_{смеси} = 15,9$ г, тогда $\omega(C_2H_6O) = \frac{M \cdot \nu}{m} = 0,434 \approx 43,4\%$

$\omega(C_3H_8O) = \frac{M \cdot \nu}{m} = 0,566 \approx 56,6\%$

N5

$$\nu(CuS) = \frac{m}{M} = \frac{9,6}{96} = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu(HNO_3) = \frac{m(р\text{-}ра) \cdot w(HNO_3)}{100\% \cdot M(HNO_3)} = 1,2 \text{ моль}$$

$$\nu(H_2SO_4) = \frac{m(р\text{-}ра) \cdot w(H_2SO_4)}{100\% \cdot M(H_2SO_4)} = 1,427 \text{ моль}$$

1) $CuS + 4H_2SO_4 \rightarrow 4H_2O + 4SO_2 + CuSO_4$

2) $CuS + 8HNO_3 \rightarrow CuSO_4 + 4H_2O + 8NO_2$

$m(р\text{-}ра_1) = m(CuS) + m_{р\text{-}ра}(H_2SO_4) - m(SO_2) = 126,7 г$

$m(SO_2) = \nu(CuS) \cdot 4 \cdot M(SO_2) = 25,6$

считаем по недостатку

$m(р\text{-}ра_2) = m(CuS) + m(р\text{-}ра\ HNO_3) - m(NO_2) = 92,8 г$

$m(NO_2) = \nu(CuS) \cdot 8 \cdot M(NO_2) = 36,8$

т.е $\Delta m_{между\ р\text{-}рами} = 126,7 - 92,8 = 33,9 г$

$Na_2CO_3 + 2HNO_3 \rightarrow 2NaNO_3 + H_2O + CO_2$

$\Delta m = +m(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) - m(CO_2)$

пусть $m(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = y$, тогда

$$\frac{-y}{M(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O)} \cdot M(CO_2) + y = 33,9$$

$M(CO_2) = 44$ $M(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = 286$

$\Downarrow$ $y \approx 40 г$

$m(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = 40 г$, т.е. нужно добавить 40г этого вещ-ва в стакан, куда добавляли азотную кислоту

N2 C-? pH=11

чистовик, стр 7

N6

$H_2C=CH_2 + 2O_2 \xrightarrow{MnSO_4} 2CO + 2H_2O$

$H_3C-CH_2-OH \xrightarrow[t]{MnSO_4} H_2C=CH_2 + H_2O$

$CO + H_2C=CH_2 + H_2 \xrightarrow[t]{cat} H_3C-CH_2-C^{=O}_{H}$

$H_3C-CH_2-C^{=O}_{H} + 2Cu(OH)_2 \longrightarrow Cu_2O + H_3C-CH_2-C^{=O}_{OH} + H_2O$

$\nu(Cu_2O) = \frac{21,6}{144} = 0,15$ моль

$\Downarrow$

$\nu(C_3H_6O) = \frac{0,15}{2}$

$m(C_3H_6O) = \nu \cdot M = 58 \cdot \frac{0,15}{2} = 4,35$ г.

$H_3C-CH_2-C^{=O}_{H} + H_3C-CH(OH)-CH_2 \xrightarrow[OH^-]{t^\circ} H_3C-CH_2-C^{=O}_{H}-O-CH_2-CH_3 + H_2O$

Черновик (3)

1) 42ē , 32 n

^{12}C ^{1}H ^{16}O

6n 0n 8n

6e 1ē 8ē

32-18

$C_xH_yO_z$

$6x+8z=32$

$x=1$ $8z=26$ z-нет.

$x=2$ $8z=20$ z-нет

$x=3$ $8z=14$ z-нет

$x=4$ $8z=8$ $z=1$

$C_4H_{10}O$

$6x+8z=32$

$6x+1y+8z=42$

$y=10$

$x=1$ $z=?$

$x=2$ $z=$

$x=3$ $z=$

$x=4$ $z=1$

два изомера

$8z=14$

$18+8z=32$

$8z=20$

$12+8z=32$

$6+8z=32$

$24+8z=32$

$z=1$

спирт и простой эф.

$H_2C-CH_1-CH_2-CH_3$

H_3C-CH_2-OH

$H_3C-CH_2-CH_2-OH$

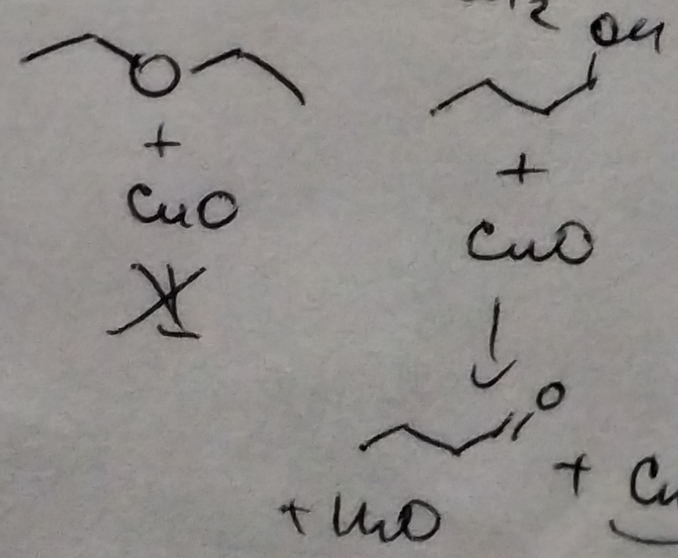
р-ция сер. дерк.

2) c -?

как их различить?

$k_{дис}=10^{-10}$

pH=11



черновик (4)

№3 $2A \rightleftarrows B$

$V = 1л$ $T = 303K$

$\frac{\nu_B}{\nu_A} = \frac{1,86}{1}$ $P = 101,325$ кПа

$M_{ср} = 75,9$ г/моль $K_{прям}B$ – ?

$K\vartheta_1 = 5 \cdot 10^{-3} \frac{л}{моль \cdot мин}$.

$101,325 \cdot 1 = \nu \cdot 8,31 \cdot 303$

$\nu = 0,04$

$\nu_B = 0,026$ $\frac{1,86 M_B + M_A}{2,86} = 75,9$

$\nu_A = 0,014$ $1,86 M_B + M_A = 217$.

46 $NO_2 \rightleftarrows N_2O_4$

$\vartheta_1 = k_1 \cdot [A]^2$ $\vartheta_2 = k_2 \cdot [B]$

$\vartheta_1 = 5 \cdot 10^{-3} \cdot (0,014)^2 = \vartheta_2 = k_2 \cdot 0,026$

$k_2 = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,014^2}{0,026} = 3,77 \cdot 10^{-5}$

№4 вод от менее гидро. атома

$m_1 = 15,9$ г

$V = 11,15$ л $t = 180°C = 453K$ $P = 101,325$ кПа

$PV = \nu RT$ $\nu = 0,3$ моль

$M_{ср.} = 53$ г/моль H_3C-CH_2-OH

$H_3C-CH_2-CH_2-OH$

CH_3-OH

выбираем среди

~~CH_3OH~~ CH_3CH_2OH и $H_3CCH_2CH_2OH$

$CuS + 4H_2SO_4 \rightarrow 4H_2O + 4SO_2 + CuSO_4$

$\nu(H_2SO_4\ ост) = 1{,}02$ моль

$m_{р-ра} = 142{,}7 + 9{,}6 - 0{,}1 \cdot 4 \cdot 64 = 126{,}7$ г

$CuS + 8HNO_3 \rightarrow CuSO_4 + 4H_2O + 8NO_2$

$m = 120 + 9{,}6 - 0{,}1 \cdot 8 \cdot 46 = 92{,}8$ г

$\nu(HNO_3\ ост) = 0{,}4$ моль

черновик

2

$Na_2CO_3 + 2HNO_3 \rightarrow 2NaNO_3 + H_2O + CO_2$

$\Delta m = 33{,}9$ г

$+ m(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) - \frac{m}{M} \cdot M(CO_2) = \Delta m$

$\frac{m}{286} \cdot 44 + m = 33{,}9$

$m = 29{,}38$ $\nu(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) =$

№6

A + H_2SO_4 и B + H_2SO_4

$H_2C=CH_2$ → B ↑ CO

$M = 28$

$R-CH=O + 2Cu(OH)_2$ → $R-COOH + Cu_2O + H_2O$

$H_3C-C(=O)-H$

$H_3C-C(H_2)-C(=O)-H$ → m-? $\xrightarrow{Cu(OH)_2}$

ос. 21,6 г

$\nu = \frac{21{,}6}{144} = 0{,}15$ моль

E

$H_3C-CH_2-C(H_2)-CH_2-CH_3$

№3

или 1) $CH_3OH + CH_3CH_2CH_2OH$ ✗ для CH_3OH внутримол. т.к невозможно

или 2) $CH_3CH_2OH + CH_3CH_2CH_2OH$

черновик

5

2) $x \cdot 46 + (1-x) \cdot 60 = 53$ $46x + 60 - 60x = 53$

$7 = 14x$ $x = 0,5$

$\frac{1}{1} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$

1) $x \cdot 32 + (1-x) \cdot 60 = 53$

$32x + 60 - 60x = 53$

$7 = 28x$ $x = 0,25$

$\frac{1}{4} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$

$n_1 = 0,15$

$n_2 = 0,15$

$CH_3CH_2OH + CH_3CH_2CH_2OH$

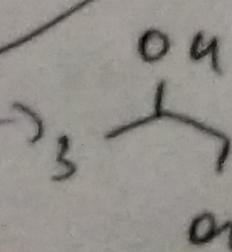
$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{1}{1}$

$CH_3CH_2OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_2=CH_2 + H_2O$

$3CH_2=CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow$

$\rightarrow HO-H_2C-CH_2OH + 2MnO_2 + 2KOH$

$3CH_2=CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow$

$\rightarrow$  $+ 2MnO_2 + 2KOH$

№5

$n(HNO_3) = \frac{25,6}{63} = 1,2$ моль

$n(H_2SO_4) = \frac{139,85}{98} = 1,427$

$n_1 = 0,1$ CuS $n_2 = 0,1$

$M = 95,5$

$CuS + 4H_2SO_4 \rightarrow 4H_2O + 4SO_2 + CuSO_4$

$m(р\text{-}ра) = 142,7 + 9,6 - 91,328 = 60,972$

$m(р\text{-}ра) = 120 + 9,6 - 55,7 = 74,4$

№2 $c - ?$ $pH = 11$ черновик (1)

$K_{дис} = 10^{-10}$

$K_A = \frac{[H^+][фен.]}{[Kфен]} = \frac{x \cdot x}{c - x} \approx K_A \approx \frac{x^2}{C(Kфен)}$

$x = [OH^+] = \sqrt{K_A \cdot C(HA)}$

$\cancel{pH = px}$ $\cancel{pOH = -lg(x)}$ $x = 10^{-11}$

$10^{-10} = \frac{x^2}{c}$ $\cancel{x = 10^{-11}}$ 10^{-4} $y = 10^{-4}$

$10^{-4} = \sqrt{10^{-10} \cdot c}$

$c = 10^{-12}$.

$pH = 14 - pOH$

$pOH = 3$ $-lg(x) = 3$ $x = 10^{-3}$

$10^{-10} = \frac{(10^{-3})^2}{c}$ $c = 10^{-4}$