Часть 1

Олимпиада: **Химия 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21300964**

ID профиля: **870787**

Вариант 1

11 класс
Вариант 1.

Чистовик.
Лист 1

Задача 1

(1) Пусть в оксиде Б 1 ат. кислорода (в молекуле) $\Rightarrow M_r(Б) = \frac{16}{0,2} = 80$ г/моль. $\Rightarrow$

$\Rightarrow M_r$(другого компонента оксида) $= 80 - 16 = 64$ г/моль.

$\Rightarrow$ Очевидно, что это CuO

$\Rightarrow M_r(A) = 80$ г/моль (по условию) $\Rightarrow M$(компонента в А) $=$

$= 80 \cdot 0,4 = 32$ г/моль. $\Rightarrow$ Это подходит только под SO_3.

А = SO_3 Г = ~~H_2S~~ SO_2 ($13,75 \cdot 4 = 64 \cdot 0,75 + 28 \cdot 0,25$)

Б = CuO Д = Cu

В = $CuSO_4$

(2) ~~$H_2SO_3 + NH_3 \xrightarrow{t} H_2S + N_2 + H_2O$~~ Сходится

Смесь (N_2 и SO_2) $\Rightarrow M_{см} = 64 \cdot 0,75 + 28 \cdot 0,25 = 55 = 13,75 \cdot 4$

Схема 2. $3CuO + 2NH_3 \xrightarrow{t^\circ} 3Cu + N_2 + 3H_2O$.

Схема 1 $3SO_3 + 2NH_3 \rightarrow 3SO_2 + N_2 + 3H_2O$.

По усл. $m(CuO) = m(SO_3) = 24$ г. $\Rightarrow$ $\nu(A) = \nu(Б) = \frac{24}{80} = 0,3$ моль.

$\nu(NH_3) = \frac{4,48}{22,4} = 0,2$ моль.

Реагируют они как 3 : 2 $\Rightarrow$ сходится.

(3) $CuO + SO_3 \rightarrow CuSO_4$.

(3) Если $CuSO_4$ растворить в воде, то раствор станет синим. (голубым)

→

цвет изменился из-за того, что образовался комплекс: $[Cu(H_2O)_4]SO_4 \cdot H_2O$, который имеет такой цвет.

(4) $CuSO_4 + 4NH_3 + 2H_2O \rightarrow [Cu(NH_3)_4(H_2O)_2]SO_4$

или просто:

$(CuSO_4 + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4)\times$

но первое уравнение более правильное, т.к. лучше отражает реалии.

Цвет раствора станет фиолетовым

Задача 2

По описанию можно предположить, что газ $B = PH_3$, поскольку он воспламеняется на воздухе (в присутствии P_2H_4). Также, фосфин образуется при кипячении фосфора в воде. $\Rightarrow X = P$ (или P_4)

$\Rightarrow \nu(PH_3) = \frac{2,24}{22,4} = 0,1$ моль

$\Rightarrow$ Один из компонентов соединения A – P.

$\Rightarrow$ Рассчитаем его массу и массу другого компонента.

$\Rightarrow m(P) = 0,1 \cdot 31 = 3,1$ г.

$m(др.эл.) = 5,8 - 3,1 = 2,7$ г.

Если элементы соотносятся в (A) как $1:1 \Rightarrow$

$\Rightarrow \nu(P) : \nu(Me) = 1:1 \Rightarrow M(Me) = \frac{2,7}{0,1} = 27$ г/моль $\Rightarrow$

$\Rightarrow A = Al$ (фосфид алюминия (IV)).

перейдём к заданиям

см. лист. ⇒

→ Решение задания: Уравнения / Лист 3 (4 чистовик.

(1) [1] $AlP + 3H_2O \rightarrow PH_3 + Al(OH)_3\downarrow$
(А) (В) (Б)

[2] $Al(OH)_3 + NaOH \rightarrow Na[Al(OH)_4]$

~~[3] $2PH_3 + O_2 \rightarrow H_3PO_4$~~ $P_2O_5 + 3H_2O$

$P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$ (Д)

($2P_2H_4 + O_2 \rightarrow 2P_2O_5 + 4H_2O$ - сгорание (Г) примем).

[4] $4P^0 + 6NaOH + 3H_2O \rightarrow 3Na^{+1}H_2PO_2 + P^{-3}H_3$.

[5] Считание PH_3 ~ раств. в H_2O написано в р-циях [3]. ⇒ получается Д (H_3PO_4).

(2) А - AlP (фосфид алюминия (III))

Б - $Al(OH)_3$ (гидроксид алюминия (III))

В = PH_3 (фосфин, гидрид фосфора (III)).

Г = P_2H_4 (дифосфин $H-\overset{H}{P}-\overset{H}{P}-H$).

Д = H_3PO_4 (ортофосфорная кислота).

Расчёты приведены в начале решения.

(3) Было 0,1 моль PH_3. ⇒ образовалось при сгорании ~~[illegible]~~ и растворении 0,1 моль H_3PO_4 и $\frac{10000}{18} = 555,56$ молв H_2O.

⇒ 150 мл. ⇒ $\frac{150}{10000} = 0,015$ от 0,1 моль.
часть

⇒ $\nu(H_3PO_4)_{\text{в 150 мл.}} = 0,015 \cdot 0,1 = \boxed{1,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}}$

$\nu(NaOH) = 0,04 \cdot 0,05 = 2 \cdot 10^{-3}$ моль

~~$\nu(NaOH)$ в 2 раза больше H_3PO_4~~

См. лист. →

~~⇒ реакция нейтрализации проведёт до~~ раствор изначально сильнощелочной.

~~в стакане.~~

~~$2NaOH + H_3PO_4 \rightarrow$~~
~~$2\cdot10^{-3}$ $1,5\cdot10^{-3}$~~

~~$p(H^+)$ раствора $= 14 + lg(0,04) = 12,6$~~

В растворе будут такие процессы:

сначала $1,5\cdot10^{-3}$ к-ты прор-ет с $1,5\cdot10^{-3}$ щел.:

$H_3PO_4 + NaOH \rightarrow NaH_2PO_4 + H_2O$.

Затем оставшиеся $5\cdot10^{-4}$ NaOH прореаг.

с $5\cdot10^{-4}$ NaH_2PO_4

$NaH_2PO_4 + NaOH \rightarrow Na_2HPO_4 + H_2O$.

⇒ В растворе будет $5\cdot10^{-4}$ Na_2HPO_4. моль

и $1\cdot10^{-3}$ NaH_2PO_4 моль.

Вещества: 1) Na_2HPO_4 ($5\cdot10^{-4}$ моль)

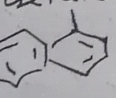
2) NaH_2PO_4 (10^{-3} моль).

Данный раствор проявляет свойства буферной системы.

Такие р-ры используют для поддержания pH среды. //.

Задача 3

1) $\Delta_f Q$ (метана $C_{18}H_{34}$) = 456 кДж/моль.

$\Delta_f Q$ () = 45 кДж/моль.

$\Delta_f Q(CO_2) = 393,5$ кДж/моль.

$\Delta_f Q(H_2O) = 285,8$ кДж/моль.

см. лист.

Чистовик. Лист 5

~~керосин~~ $+ O_2 \to$ ~~$CO_2 + H_2O$~~

$\Delta_r Q = $ ~~3927,8~~ кДж

ω(~~керосина~~) =

ω(~~керосина~~) – ?

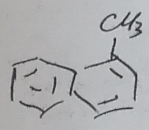
Теплота реакции горения метана:

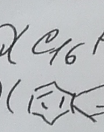
1) $C_{16}H_{34} + \frac{49}{2}O_2 \to 16CO_2 + \frac{17}{2}H_2O$

$\Delta_r Q_1 = \frac{17}{2}\Delta_f Q(H_2O) + 16\Delta_f Q(CO_2) - \Delta_f Q(C_{16}H_{34}) - \frac{49}{2}\cdot 0 =$

$= 17 \cdot 285 + 16 \cdot 393,5 - 456 =$

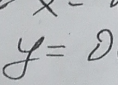
$= 10685$ кДж/моль.

2)  $+ \frac{37}{2}O_2 \to 11CO_2 + 5H_2O$.

$\Delta_r Q = 11\Delta_f Q(CO_2) + 5\Delta_f Q(H_2O) - \Delta_f$() $= 11 \cdot 393,5 + 5 \cdot 285,5 - 45 =$

$= 5712,5$ кДж/моль.

$\Rightarrow$ Пусть ~~ω~~ x – $\chi(C_{16}H_{34})$

$y = D($  $)$

$\Rightarrow \begin{cases} 10685x + 5712,5y = 3927,8 \\ x \cdot (12 \cdot 16 + 34) \cdot 0,773 + y(11 \cdot 12 + 10) \cdot 1,020 = 100 \end{cases}$

$\begin{cases} 10685x + 5712,5y = 3927,8 \\ 174,698x + 144,84y = 100 \end{cases} \Rightarrow \boxed{x = \frac{100 - 144,84y}{174,698}}$

$61,162(100 - 144,84y) + 5712,5y = 3927,8$

$6116,2 - 8858,7y + 5712,5y = 3927,8$

$3146,2y = 2188,4$

$y = 0,69557$ моль. $x = 3,4573 \cdot 10^{-4}$ моль.

$\Rightarrow \omega(C_{16}H_{34}) = 99,9\%$. Число = 99,9.

⇒ можно считать,
ибо при сгорании 100 мл = 77,4 г ⇒
Вод. 3927,8 кДж.

2) $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \to H_2O$. $Q = 285,8$ кДж/моль.

при сгор. 1'000'000 г. керосина

выдел. $Q = \frac{3927,8}{77,4} \cdot 1'000'000 = 50746770$ кДж.

⇒ $\nu(H_2) = \frac{50746770}{285,8} = 177560,427$ моль.

$V = \frac{\text{ans}}{22,4} = 7926,8$ л // Ответ.

3) $pV = \nu RT$

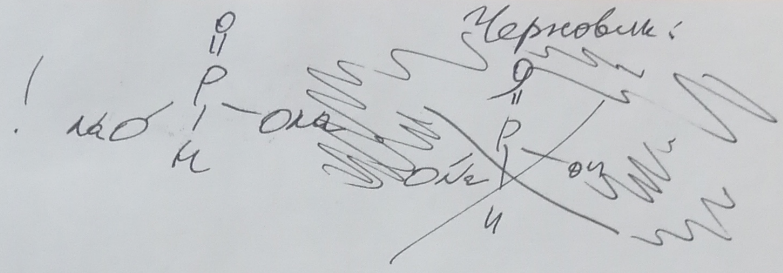
$40 \cdot 19,6 \cdot 10^6 = \nu \cdot 8,3144 \cdot 298$

$\nu = 316,43 \cdot 10^3$ моль $= 40$ кг.

⇒ 1 литр. = $\frac{40 \text{ кг}}{40} = \frac{1,9 \text{ кг}}{1 \text{ л.}}$ (H_2).
в галлоне.

1 л. (керосина) $= 1000 \cdot (0,773 \cdot 0,99 + 1,02 \cdot 0,001) = 773$ г. =
$= 0,773$ кг.

⇒ керосин весит меньше ⇒
не целесообразно.



$$\begin{cases} 10685x + 5712,5y = 3927,8 \\ 174,698x + 144,84y = 100 \end{cases}$$

$$y = \frac{100 - 174,698x}{144,84} =$$

$$10685x + 3944 - 6390,1x = 3927,8$$

$$3794,9x =$$

Черновик.

Часть 2

Олимпиада: **Химия 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21300964**

ID профиля: **870787**

Вариант 1

Вариант 1 ? (Чистовик) (Лист 1)

Задача 4

$\nu(CO_2) = \frac{15,68}{22,4} = 0,7$ моль. $\Rightarrow \nu(C) = 0,7$ моль.

$\nu(H_2O) = \frac{12,6}{18} = 0,7$ моль. $\Rightarrow \nu(H) = 1,4$ моль.

$m(O) = m(A) - m(C) - m(H) = 13 - 0,7 \cdot 12 - 1,4 = 3,2$ г.

$\nu(O) = \frac{3,2}{16} = 0,2$ моль.

Элементы в А соотносятся: $C_7H_{14}O_2$.

C : H : O

3,5 : 7 : 1

7 14 2

$\nu(NaOH) = 0,1 \cdot 1 = 0,1$ моль.

$\Rightarrow$ Если образ. к-та одноосн. $\Rightarrow M_r(к\text{-}ты) = \frac{6}{0,1} = 60$ г/м. т.к. $\nu(к\text{-}ты) = \nu(NaOH)$.

$\Rightarrow$ Б = CH_3COOH.

Спасибо за ошибку в условии.

~~$\Rightarrow$ Можно предположить, что А =~~ ~~$C_7H_{14}O_2$~~

кислота Д содержит 36,36% O $\Rightarrow$ Если кислота Д одноосн. то $M_r(Д) = \frac{32}{0,3636} = 88$ г/моль.

$\Rightarrow$ Д = $CH_3-CH_2-CH_2-COOH$. $\Rightarrow$

= окисляемой углеводород был:

(Г)

(В) он

$\Rightarrow$ Спирт:

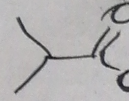
$\Rightarrow$ А =

Если бы был спирт вторичный,

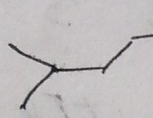
то при дегидратации образовалось бы другое соединение. $\Rightarrow$

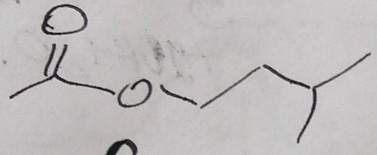
Чистовик. Лист 2.

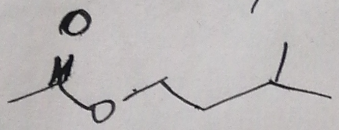
Если кислота Д сод. 36,36% O, то $M = \frac{32}{36,36} = 88$ г/моль.

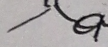
=>  (Д)

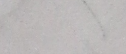
=> окисляемый  (Г)

=> Спирт  (В)

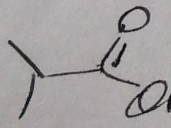
=> А = 

1) А =  — ~~4-метилбутановый эфир~~ ацето-3-метилбутановый эфир.

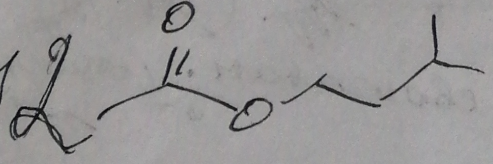
Б =  (CH_3COOH) — этановая (уксусная) кислота.

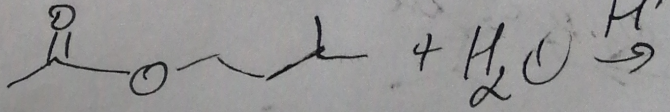
В = 2-метилбутанол ()

Г —  — 3-метилбут-1-ен.

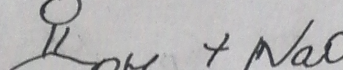
Д =  — 2-метилпропан-1-овая кислота.

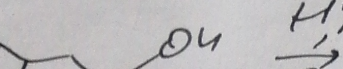
2) ~~$C_5H_{10}O_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$~~

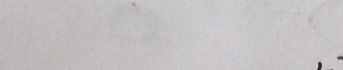
[1] 

[2] 

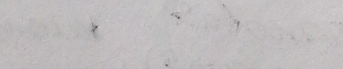
Чистовик. [Лист 3]

[3]  + NaOH → + H_2O.

[4]  + H_2O.

[5]  + $KMnO_4$ + H_2SO_4 → + CO_2 + K_2SO_4 + $MnSO_4$ + H_2O.

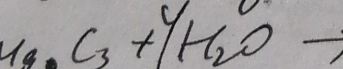
$C^{-2} \xrightarrow{-6e} C^{+4}$
$C^{-1} \xrightarrow{+2e} C^{+3}$ | 10 | 5
$Mn^{+7} \xrightarrow{+5e} Mn^{+2}$ | 5 | 10

[3] Синтез: 

① $Al_4C_3 + H_2O \rightarrow$

Сначала надо синтезировать карбид Mg:

① $2Mg + 3C \rightarrow Mg_2C_3$

② $Mg_2C_3 + 4H_2O \rightarrow$  $+ 2Mg(OH)_2$

③ $+ H_2$ ($BaSO_4$, Pd/хинолин)

④ $+ CO + H_2 \xrightarrow{Kt}$ +

Эфиль по 9 из. свойствам. (отношение от)

⑤ + $\xrightarrow{CrO_3 \cdot Py}$

В условии сказано схему ⇒ ур-я реакции не нужны

Задача 6.

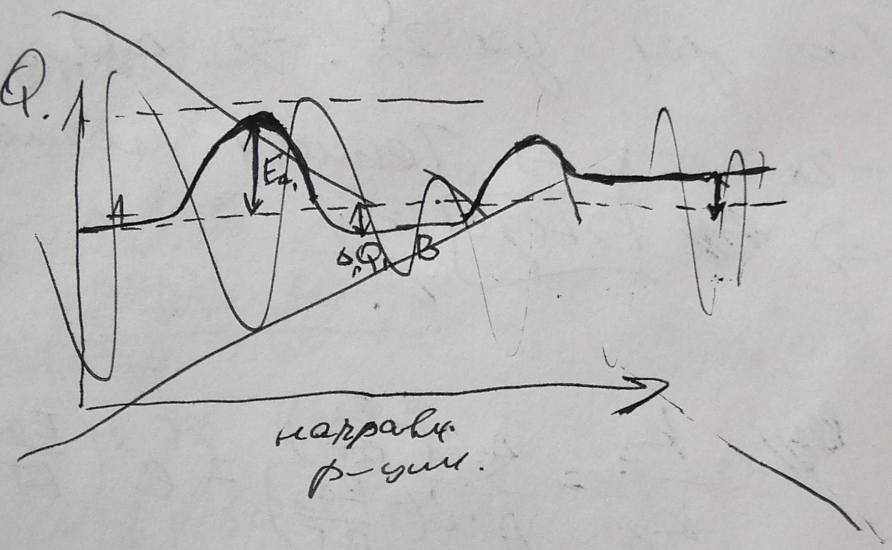
$E_a = E_{\text{ср. кол-ва}} - E_{\text{для вступ. в р-цию}}$

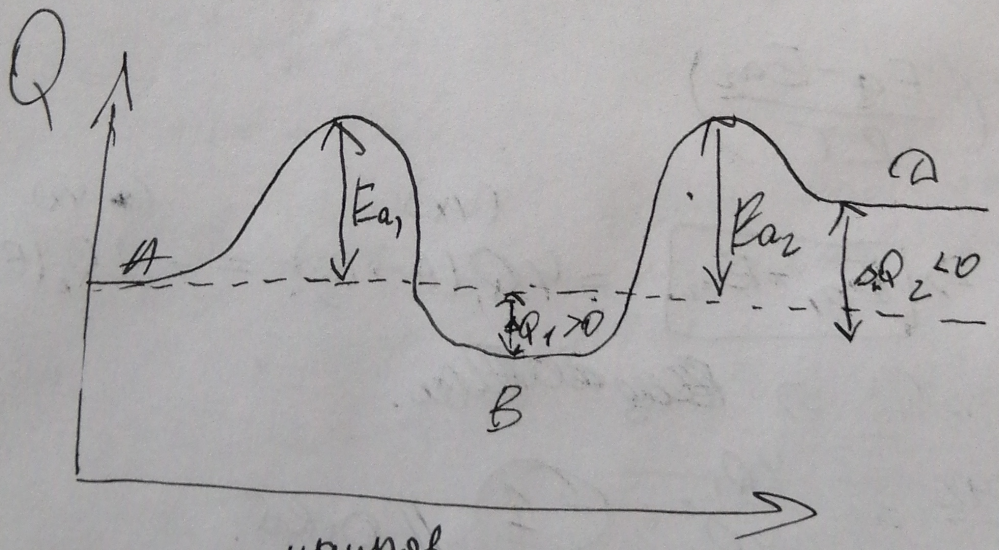
$$k = A \cdot e^{\left(-\frac{E_a}{RT}\right)}$$

$$A \xrightarrow{k_1} B \underset{k_2}{\overset{k_3}{\rightleftarrows}} D$$

$k_1 = k_2$.

1





см. лист.

Чистовик. | Лист 5

(2) Тепловой эффект. Будет эндотермическим, т.к. в переходе из B → D поглотилось Q в 2 раза >, чем выделилось.

Расчёты:

Пусть $\Delta Q_1 = x$ (отдел. тепла (+)

$\Delta Q_2 = y$ (поглощ. тепла (−)

По усл $y = 2x$. ⇒ $\Delta Q_{прод} = \Delta Q_1 + \Delta Q_2 =$

$= x - 2x = -x$ ⇒ Теплота поглотилась ⇒

⇒ эндо ✓

(3) $\frac{K_2}{K_3} = \frac{A \cdot e^{\wedge}(-\frac{Ea_2}{RT})}{A \cdot e^{\wedge}(-\frac{Ea_3}{RT})} = e^{\wedge}(\frac{Ea_3}{RT} - \frac{Ea_2}{RT}) =$

$= e^{\wedge}(\frac{Ea_3 - Ea_2}{RT})$

$K_1 = K_2$ ⇒ $Ea_1 = Ea_2$ $\quad \overset{(4x)}{= 4Q_1(A \to B)} = -\overset{(*4x)}{2Q_2(B-D)}$

$\Delta Q_3 = -\Delta Q_2$ ⇒

⇒ $\frac{Ea_2}{Ea_3} = \frac{4Q_1}{-4Q_1} = -1$ // Ответ.

$\frac{K_2}{K_3} = e^{\wedge}(\frac{-4x-4x}{RT}) = e(\frac{-8x}{8,31 \cdot 298})$

Не хватает информации в условии.

Чистовик | Лист 6

1 Задача 6

$\nu(AgNO_3) = \frac{68}{170} = 0{,}4$ моль

$\nu(Pb(NO_3)_2) = \frac{66{,}2}{331} = 0{,}2$ моль.

$\nu(Ni(NO_3)_2) = \frac{36{,}6}{59+62\cdot2} = 0{,}2$ моль.

$m = \frac{uFI}{t}$

1) $4AgNO_3 + 2H_2O \to 4Ag + 4HNO_3 + O_2$.

$Ag^+ + 1\bar{e} \to Ag^0$

$2H_2O - 4\bar{e} \to O_2 + 4H^+$

2) $2Pb(NO_3)_2 + 2H_2O \to 2Pb^0 + 4H^+ + O_2$

$Pb^{2+} + 2\bar{e} \to Pb^0$

3) $2Ni(NO_3)_2 + 2H_2O \to 2Ni + 4HNO_3 + O_2$.

$H_2O - 2\bar{e} \to 2H^+ + \frac{1}{2}O_2$

$Ni^{2+} + 2\bar{e} \to Ni$

Электроны сначала будут проталкать у тех, у кого E^0 ниже (металлов) $\Rightarrow$ они левее в ряду напряжений. Последовательность: $Ni^{2+} \to Pb^{2+} \to Ag^+$.

2) $m = \frac{uFI}{t}$ – Закон Фарадея.

4) $pH = 3$. ($pH = -\lg[H^+]$.)