Часть 1

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

Шифр: **21300879**

ID профиля: **95344**

Вариант 1

Числовик

№1

пусть в А кол-во атомов кислорода – x, в Б – y, тогда

$M(A) = \frac{16x}{0,6}$ г/моль $\quad M(Б) = \frac{16y}{0,2}$ г/моль

$\frac{16x}{0,6} = \frac{16y}{0,2}$

$16x = 48y$

$x = 3y$

подходящие составы веществ:

А	Б
XO_3	YO
XO_6	YO_2

$M = 80$ г/моль

подходит первый вариант

$M(x) = 80 - 48 = 32$ г/моль – S $\Rightarrow$ А – SO_3

$M(y) = 80 - 16 = 64$ г/моль – Cu $\Rightarrow$ Б – CuO

$CuO + SO_3 \longrightarrow CuSO_4$

В – $CuSO_4$

$3SO_3 + 2NH_3 \longrightarrow 3SO_2\uparrow + N_2\uparrow + 3H_2O$

$S^{+6} + 2\bar{e} \longrightarrow S^{+4} \quad | 3$

$N^{-3} - 3\bar{e} \longrightarrow N^0 \quad | 2$

$3CuO + 2NH_3 \longrightarrow 3Cu\downarrow + N_2\uparrow + 3H_2O$

$Cu^{+2} + 2\bar{e} \longrightarrow Cu^0 \quad | 3$

$N^{-3} - 3\bar{e} \longrightarrow N^0 \quad | 2$

4 условия

$M(\text{смеси}) = 13,75 \cdot 4 = 55$ г/моль

проверим:

$$M(\text{смеси}) = \frac{3M(SO_2) + M(N_2)}{4} = \frac{3 \cdot 64 + 28}{4} =$$

$= 55$ г/моль – всё верно

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

$n(SO_3) = n(CuO) = \frac{3}{2} n(NH_3) = 0,3$ моль – по уравнениям

$m(SO_3) = m(CuO) = 0,3 \cdot 80 = 24$ г – всё верно

Г – SO_2 А – Cu

если вещество $X(CuSO_4)$ растворить в воде, то цвет будет сине-голубым. это происходит потому, что вещество забирает воду себе, превращаясь в кристаллогидрат. если же раствор выпарить, то вода уйдёт, и кристаллы будут снова белого цвета

$CuSO_4 + 2NH_3 + 2H_2O \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4$

раствор станет практически прозрачным, и выпадет осадок синего цвета.

№ 2 Чистовик

$XY + HOH \longrightarrow X(OH)\downarrow + HY\uparrow$

т.к. Б растворяется в избытке щелочи, значит это гидроксид амфотерного металла

наиболее вероятно, что это Al,

бесцветный газ – фосфин, который также можно получить при гидролизе фосфора со щёлочью

$AlP + 3HOH \longrightarrow Al(OH)_3 + PH_3\uparrow$

$Al(OH)_3 + NaOH \longrightarrow Na[Al(OH)_4]$ I

А – AlP фосфид алюминия

Б – $Al(OH)_3$ гидроксид алюминия

В – PH_3 фосфин

I – P_2H_4 примесь

X – P фосфор

$4P + 3NaOH + 3H_2O \longrightarrow PH_3\uparrow + 3NaH_2PO_2$

$2PH_3 + 4O_2 \longrightarrow P_2O_5 + 3H_2O$

$n(AlP) = \frac{5,8}{58} = 0,1$ моль

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

$n(PH_3) = n(AlP)$ – по уравнению

$0,1 = 0,1$ – по факту $\Rightarrow$ всё верно

$P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$ фосфорная к-та

Д – H_3PO_4 фосфорная к-та

$n(P_2O_5) = \frac{1}{2} n(PH_3) = 0,05$ моль – по уф-нию

$n(H_3PO_4) = 2n(P_2O_5) = 0,1$ моль – по уф-нию

$c(H_3PO_4) = \frac{n}{V} = \frac{0,1}{10} = 0,01$ моль/л

$n(H_3PO_4) = 0,15 \cdot 0,01 = 1,5 \cdot 10^{-3}$ моль

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

числовик

$H_3PO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2HPO_4 + 2H_2O$

$Na_2HPO_4 + H_3PO_4 \longrightarrow 2NaH_2PO_4$

(ещё перед этим уравнением протекает р-ция:
$H_3PO_4 + 3NaOH \longrightarrow Na_3PO_4 + 3H_2O$
но для удобства в расчётах сразу перейти к следующему ур-нию, т.к. вся средняя соль перейдёт из Na_3PO_4 в гидрофосфат натрия

$n(H_3PO_4)_1 = \frac{1}{2} n(NaOH) = 0,001$ моль

$n(Na_2HPO_4) = n(H_3PO_4) = 0,001$ моль

$n(H_3PO_4)_{ост} = 0,0015 - 0,001 = 0,0005$ моль

$n(NaH_2PO_4) = 2 \cdot n(H_3PO_4)_{ост} = 0,001$ моль

по р-ре:

$n(Na_2HPO_4) = 0,001 - 0,0005 = 0,0005$ моль

$n(NaH_2PO_4) = 0,001$ моль

$m(Na_2HPO_4) = 142 \cdot 0,0005 = 0,071$ г

$m(NaH_2PO_4) = 120 \cdot 0,001 = 0,12$ г

Na_2HPO_4 и NaH_2PO_4 — соли, образованные сильным основанием, но слабой кислотой => среда солей щелочная => щелочные св-ва

Числовских

№3

3) $nRT = PV$ – уф-ие Менделеева-Клапейрона

$n = \frac{PV}{RT} = \frac{19600000 \cdot 0{,}04}{8{,}314 \cdot 298} = 316{,}44$ моль

$Q_1 = 285{,}8 \cdot 316{,}44 = 90438{,}22$ кДж – образуется при сгорании 40 л водорода

$Q_2 = \frac{3927{,}8}{0{,}1} \cdot 40 = 1571120$ кДж – образуется при сгорании 40 л нефтина

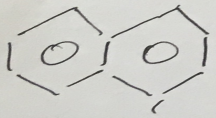
нецелесообразно заменять водородом нефтин, и тому те водород ~~углеводороды~~, и рановые, когда его использовали в качестве горючего, очень часто происходили несчастные случаи.

1) $2\,C_{16}H_{34} + 49O_2 \longrightarrow 32\,CO_2 + 34\,H_2O$ – нефтин

$Q_p = \frac{34 \cdot 285{,}8 + 32 \cdot 393{,}5 - 2 \cdot 456}{2} = 10698{,}6$ кДж/моль

~~$2\,C_{10}H_{10} + 25O_2 \longrightarrow 20\,CO_2 + 10H_2O$~~ – α-метилнафталин

$Q_p = \frac{10 \cdot 285{,}8 + 20 \cdot 393{,}5 - 45 \cdot 2}{2} = \frac{5319}{}$ кДж/моль



– α-метилнафталин

пусть $n(C_{16}H_{34}) = x$ моль, $n(C_{10}H_{10}) = y$ моль,

тогда $V(C_{16}H_{34}) = \frac{2{,}26x}{0{,}773}$ мл, $V(C_{10}H_{10}) = \frac{1{,}30y}{1{,}02}$ мл

$Q_1(C_{16}H_{34}) = 10698{,}6x$ кДж $Q_2(C_{10}H_{10}) = 5319y$ кДж

составим систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{2{,}26x}{0{,}773} + \frac{1{,}30y}{1{,}02} = 100 \\ 10698{,}6x + 5319y = 3927{,}8 \end{cases}$$

отсюда $x = 0,1634$ $y = 0,4098$ числовым

$\varphi(C_6H_{14}) = \frac{0,1634}{0,1634 + 0,4098} = 0,285 = 28,5$

метановое число равно 28,5

2) 100 мл — 3927,8 кДж

90 г

$Q = \frac{10000000 \cdot 3927,8}{90} = 436422222,2$ кДж

$n(H_2) = \frac{436422222,2}{285,8} = 1527019,672$ моль

$V = 34205240$ л $= 34205,24$ м^3

Часть 2

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

Шифр: **21300879**

ID профиля: **95344**

Вариант 1

№4

$n(CO_2) = \frac{15,68}{22,4} = 0,7$ моль

$n(H_2O) = \frac{12,6}{18} = 0,7$ моль

$m(O) = 13 - 8,4 - 1,4 = 3,2$ г

$n(O) = \frac{3,2}{16} = 0,2$ моль

Числовик

$n(C) = 0,7$ моль

$n(H) = 1,4$ моль

$C : H : O = 0,7 : 1,4 : 0,2 = 3,5 : 7 : 1 =$

$= 7 : 14 : 2$ $\quad C_7H_{14}O_2$

$C_7H_{14}O_2 + H^+ \longrightarrow Б + В$

$n(Б) = n(C_7H_{14}O_2)$

$n(C_7H_{14}O_2) = \frac{13}{130} = 0,1$ моль

$M(Б) = \frac{6}{0,1} = 60$ г/моль

$C_7H_{14}O_2$ — сложный эфир, образованный предельной кислотой и предельным спиртом $\Rightarrow$ общая формула Б:

$C_nH_{2n+1}COOH$

$M(Б) = 14n + 46 = 60$

$14n = 14$

$n = 1 \Rightarrow$

Б - CH_3COOH (уксусная кислота)

$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$

$n(NaOH) = 0,1 \cdot 1 = 0,1$ моль

$n(CH_3COOH) = n(NaOH) = 0,1$ моль — и по уравнению и по факту $\Rightarrow$ всё верно

$C_5H_{11}OH$ — общая (молекулярная) формула спирта

четотик т. к. у кислоты, которая образуется при окислении этилового углеводорода неразветвленного из этого спирта, имеется ~~вторичный~~ атом углерода, с таким не образуется никаких более кислот => спирт первичный, а имеет метиловый радикал у 3-его атома, т. е:

В – $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-CH_2-OH$ 3-метилбутанол-1

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-CH_2-OH \xrightarrow{Al_2O_3} CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH=CH_2 + H_2O$$

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH=CH_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow$$

$$\longrightarrow CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-COOH + CO_2 + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 4H_2O$$

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

$$M(Д) = \frac{32}{0,3636} = 88 \text{ г/моль}$$

Д – $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-COOH$ ($M = 88$ г/моль – всё верно)
2-метилпропановая к-та

Г – $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH=CH_2$ 3-метилбутен-1

Числовик

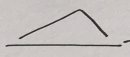
Способ синтеза D:

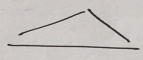
$C + 2H_2 \longrightarrow CH_4$

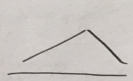
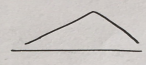
$2CH_4 \longrightarrow CH \equiv CH + 3H_2\uparrow$

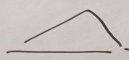
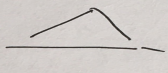
$2CH \equiv CH \longrightarrow CH \equiv C - CH = CH_2$

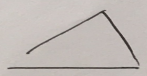
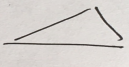
$CH \equiv C - CH = CH_2 + 3H_2 \longrightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3 \longrightarrow$  $+ H_2$

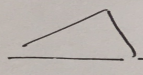
 $+ Cl_2 \longrightarrow$  $+ HCl$

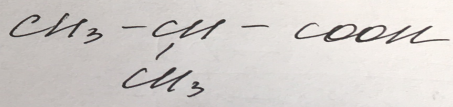
 $+ Cl_2 \longrightarrow$  $+ HCl$

 $+ Cl_2 \longrightarrow$  $+ HCl$

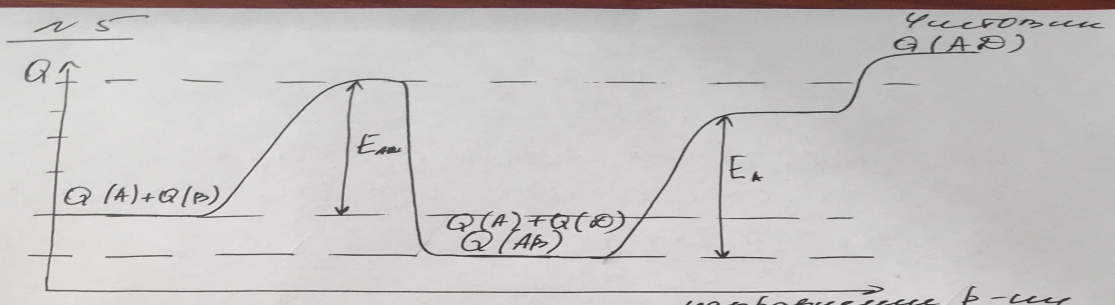
 $+ 3NaOH_{aq} \longrightarrow$  $+$

$+ 3NaCl + H_2O$

 $+ H_2 \longrightarrow CH_3CH_2CH_2COOH$

$CH_3CH_2CH_2COOH \xrightarrow{AlCl_3}$ 

3



общий эффект — экзотермический

$Q(A \to B) = +\frac{E_A \cdot 0{,}25}{2}$ $Q(B \to D) = -\frac{E_A \cdot 0{,}25}{2}$

$Q(A \to D) = \frac{E_A \cdot 0{,}25}{2} - \frac{E_A \cdot 0{,}25}{2} = -\frac{E_A \cdot 0{,}25}{2}$

— тепловой эффект

$k = A \cdot e^{-\frac{E_A}{RT}}$

$\ln k = \ln A + \left(-\frac{E_A}{RT}\right)$

$\ln k = \ln A - \frac{E_A}{RT}$ $\quad \frac{E_A}{RT} = \ln A - \ln k$

$E_A = RT(\ln A - \ln k)$

$E_A(B \to D) = RT(\ln A - \ln k_2)$

$E_A(D \to B) = RT(\ln A - \ln k_3)$

$$\frac{E_A(B \to D)}{E_A(D \to B)} = \frac{\ln A - \ln k_2}{\ln A - \ln k_3}$$

$$\frac{E_A(B \to D)}{E_A(D \to B)} = \frac{\ln \frac{A}{k_2}}{\ln \frac{A}{k_3}}$$

Числовик

№6

1) $4AgNO_3 + 2H_2O \xrightarrow{э} 4Ag\downarrow + O_2\uparrow + 4HNO_3$

$2Pb(NO_3)_2 + 2H_2O \xrightarrow{э} 2Pb\downarrow + O_2\uparrow + 4HNO_3$

$2Ni(NO_3)_2 + 2H_2O \xrightarrow{э} 2Ni\downarrow + O_2\uparrow + 4HNO_3$

сначала никель, потом свинец, потом серебро, это определяется по ряду активности металлов

2) $m = kIt \qquad k = \frac{M}{FZ}$

$m = \frac{M}{FZ} It$ M - масса иона, F - постоянная фарадея, Z - валентность, I - сила тока, t - время

$\underline{AgNO_3}$

$m = \frac{108}{96500 \cdot 1} \cdot 3 \cdot 19320 = 64,87$ г

$n(Ag) = \frac{64,87}{108} = 0,6$ моль

$\underline{Pb(NO_3)_2}$

$m = \frac{207}{96500 \cdot 2} \cdot 3 \cdot 19320 = 62,16$ г

$n(Pb) = \frac{62,16}{207} = 0,3$ моль

$\underline{Ni(NO_3)_2}$

$m = \frac{59}{96500 \cdot 2} \cdot 3 \cdot 19320 = 17,72$

$n(Ni) = \frac{17,72}{59} = 0,3$ моль

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

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

$n(Ni(NO_3)_2) = \frac{36,6}{183} = 0,2$ моль

из приведённых расчётов следует, что
250 сами подвергались электролизу
по очереди, а не одновременно
количество, сколько времени потратил каждый:

$$t = \frac{m \cdot FZ}{I \cdot M} = n \frac{FZ}{I}$$

$$t = 0{,}2 \cdot \frac{96500 \cdot 2}{3} = 12866{,}7 \text{ с}$$

$$t_{об} = 19320 - 12866{,}7 = 6453{,}3 \text{ с}$$

далее электролизуется свинец:

$$m = \frac{M}{FZ} It = \frac{207}{96500 \cdot 2} \cdot 3 \cdot 6453{,}3 = 20{,}76 \text{ г}$$

$$n(Pb) = \frac{20{,}76}{207} = 0{,}1 \text{ моль}$$

в р-ре осталось: 0,1 моль $Pb(NO_3)_2$,
0,4 моль $AgNO_3$
0,6 моль HNO_3
H_2O

$m_{р-р} = 670{,}5 - 0{,}2 \cdot 59 - 0{,}1 \cdot 32$ [illegible] $= 633{,}2$ г

$n(HNO_3) = (0{,}4 + 0{,}2)$ моль $= 0{,}6$ моль

3) $t(Pb) = 0{,}1 \cdot \frac{96500 \cdot 2}{3} =$ 6433,3 с = 107 мин

$t(Ag) = 0{,}4 \cdot \frac{96500 \cdot 2}{3} = 25733{,}3$ с = 429 мин

$t = 107 + 429 = 536$ мин

4) $n(HNO_3) = 0{,}6$ моль

$\omega(HNO_3) = \frac{0{,}6 \cdot 63}{633{,}2} = 0{,}06 = 6$ %

$m(HNO_3) = 10 \cdot 0{,}06 = 206$ г $n = \frac{0{,}6}{63} = 0{,}0095$ моль

$c(HNO_3) = \frac{0{,}0095}{0{,}1} = 0{,}0952$ моль/л

б

4 вариант

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

$[H^+] = c(HNO_3) = 0{,}09524$ моль/л

$ph = 1{,}02$