Часть 1

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

Шифр: **21300634**

ID профиля: **85630**

Вариант 1

Чистовик

№2

Гидролиз бинарного соединения даёт водор. соединение с Аммиаком. Поскольку это все соедин. образ-ся при реакции простого в-ва с щелочью, то очев-но, что простое в-во — неМе (т.к. обр-ся вод. соед.)

Тогда исходя из хим. св-в щёлочи X — Si или P

Пусть A — $Э_n У_m$

$$n(A) = \frac{m(A)}{M(A)} = \frac{5.80г}{M(A)}$$

$$Э_n У_m^{-m} + K_2O \rightarrow H_n У + n Э(OH)_m$$

коэф. не имеет знач.

$$n(H_n У) = \frac{V(H_n У)}{22,4 \frac{л}{моль}} = 0,1 моль = n(A) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M(A) = 58 \frac{г}{моль}$$

Поск-ку на месте У либо Si, либо P переберём вар-ты:

У=Si:

m	M(Э)·n
1	30
2	2
3	—
4	—
5	—
6	—
7	—
8	—

← только

в случае Э — Н

n	Э
1	—
2	—
3	—
4	—

n	Э
1	—
2	—
3	—
4	—
5	—
6	—
7	—
8	—

n — г Si_2H_2 не сущ-т

=> не подх. => У — P

У = P:

m	M(Э)·n
1	27
2	—
3	—
4	—
5	—
6	—
7	—
8	—

n	Э
1	Al
2	
3	Be
4	—
5	—
6	—
7	—
8	—

=> AlP

=> Be_3P не сущ.

Т.о. A — AlP

$$AlP + 3H_2O \rightarrow \underset{Б}{Al(OH)_3}\downarrow + \underset{В}{PH_3}\uparrow$$

Г — PH_5 (т.к. тот же кол. сост.)

X →

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

$$2H_2O + 2P + NaOH \rightarrow PH_3 + NaH_2PO_2$$

$$4PH_3 + 8O_2 \rightarrow P_4O_{10} + 6H_2O$$

$$P_4O_{10} + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_4$$ ← Д

Ответ: 1) см. реш.

2) А — AlP - фосфид алюминия

Б — $Al(OH)_3$ - гидроксид алюминия

В — PH_3 - фосфин

Г — PH_5 - фосфан

Д — H_3PO_4 - ортофосфорная кислота

(2)

Чистовик

№3

Пункт 2: $\rho_{керосин} = 800 \frac{кг}{м^3} = 0{,}8 \frac{г}{см^3}$

$Q_{керосина} = \frac{m_{керосин}}{\rho_{керосин}} \cdot Q_{0\,керосина} = Q_{H_2} = \frac{V}{22{,}4 \frac{л}{моль}} \cdot Q_{0\,H_2}$

$\frac{1000000\,г}{0{,}8 \frac{г}{см^3}} \cdot (3927{,}8\ кДж/100мл) = \frac{285{,}8\ кДж/моль}{22{,}4 \frac{л}{моль}} \cdot V$

$12{,}759 \frac{кДж}{л} \cdot V = 49097500\ кДж$

$V = 3848.0068\ м^3$ ← Ответ:

Пункт 3: $pV = \nu RT$ (1 закон Менделеева-Клапейрона)

$\nu = \frac{pV}{RT}$

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

$m = \frac{pVM}{RT} = \frac{19{,}6 \cdot 10^6\ Па \cdot \frac{40\,л}{1000 \frac{л}{м^3}} \cdot 2 \frac{г}{моль}}{8.314 \frac{Кг \cdot м^2}{с^2 \cdot К \cdot моль} \cdot 298\ К} = 632{,}878\,г \Rightarrow \nu = \frac{m}{M} = 316.439\ моль$

$Q = \nu \cdot Q_{0\,н} = 90438.219\ кДж = \frac{m}{0{,}8 \frac{г}{см^3}} \cdot \frac{3927{,}8\ кДж}{100\ мл} = Q_{кер.}$

$m = 1842.013\,г > 632.878\,г \Rightarrow$

$m(кер.)$ $m(H_2)$

С точки зрения массы, необход. на одно и то же кол-во теплоты H_2 выгоднее, но он дороже.

Ответ: да, если не учитывать цену

нет, если цена добычи учитыв-ся.

(4)

Чистовик

Пусть $A - X_2^{+k_1}O_{k_1}$

$B - Y_2^{+k_2}O_{k_2}$

$\omega(O) = \frac{M(O)\cdot k_1}{M(O)\cdot k_1 + M(x)\cdot 2} = \frac{16k_1}{16k_1 + 2M(x)} = 0,6$

$M(x) = 10,67\,k_1$

k_1	X
1	B — не сток не подх.
2	—
3	S — $\Rightarrow SO_3$
4	—
5	—
6	Cu — не сток не подх.
7	A_3 — не сток не подх.
8	Rb — не сток не подх.

$2M(y) + k_2M(O) = M(SO_3)$

$2M(y) + 16k_2 = 80$

k_2	y
1	Cu $\Rightarrow CuO$
2	Mg — MgO_2 не сущ.
3	O_4 — не подх.
4	—
5	—
6	—
7	—
8	—

Т.о. $A - SO_3$

$Б - CuO$

$A + Б \to B$

$CuO + SO_3 \to CuSO_4$ (B — бел)

$3SO_3 + 2NH_3 \xrightarrow{t^\circ} 3SO_2 + N_2 + 3H_2O$

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

коэф. совпали

$n(SO_3) = \frac{24\,г}{80\,\frac{г}{моль}} = n(CuO) = 0,3$ моль

$V_1(N_2) = V_2(N_2) = \frac{n(CuO)}{3}\cdot 2\cdot 22,4\,\frac{л}{моль} = 4,48$ л получили

$D_{He}(N_2; SO_2) = \frac{\frac{1}{4}M(N_2) + \frac{3}{4}M(SO_2)}{4\,\frac{г}{моль}} = 13,75$

(1/4 и 3/4 — объёмн. доли из коэф. реакции; 4 — сложили)

$CuSO_4$ в воде голубой из-за присутств. в р-ре $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$ — голубой

в NH_3: $[Cu(H_2O)_6]^{2+} + 4NH_3 \to [Cu(NH_3)_4(H_2O)_2]^{2+} + 4H_2O$ — сине-фиолетов.

$[Cu(H_2O)_6]SO_4 + 4NH_3 \to [Cu(NH_3)_4(H_2O)_2]SO_4 + 4H_2O$

Ответ:

1) А – SO_3, Б – CuO, В – $CuSO_4$; Г – SO_2, A_3 – Cu
2) в растворе
3) голубой; см. решение
4) сине-фиолет.; см. решение

Чистовик
№2 (продолж.)

Пункт 3: [redacted]

$n(NaOH) = C(NaOH) \cdot V_{р-р}(NaOH) = 0.002$ моль

$n(H_3PO_4) = \frac{P \cdot V(H_3PO_4)}{M(H_3PO_4)} = 1,53$ моль => в [redacted] изб-ке => $H_3PO_4 + NaOH \rightarrow$

$\rightarrow NaH_2PO_4 + H_2O$

$P \approx P_{H_2O} = 1 \text{ г/см}^3$

Образ-ся дигидроортофосфат натрия и вода

$m(NaH_2PO_4) = M(NaH_2PO_4) \cdot n(NaOH) = 0.24$ г

$m_{обр}(H_2O) = M(H_2O) \cdot n(NaOH) = 0.036$ г

Кисл-та в изб-ке => Кислотные св-ва

Ответ на пункт 3: 0,24 г NaH_2PO_4

0.036 г H_2O

кислотн. св-ва

Часть 2

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

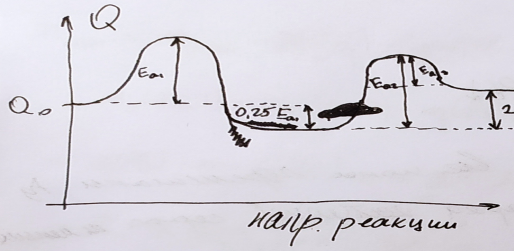
Шифр: **21300634**

ID профиля: **85630**

Вариант 1

Чистовик. Часть 2

№5



$K_1 = K_2$ (т.к. A — const) $\Rightarrow E_{a1} = E_{a2}$ (из ур. Аррениуса)

Эндотерм. превращ.: $Q_{кон} = Q_0 - 0,25E_{a1} + E_{a2} - 0.5E_{a1} = Q_0 + 0.25E_{a1} \Rightarrow Q_{кон} > Q_0$ ⇓ эндотерм.

(просто из диагр.)

$$\frac{E_{a2}}{E_{a3}} = \frac{E_{a1}}{E_{a2} - 0.5E_{a1}} = 2 \Rightarrow E_{a_2} = 2E_{a_3}$$

(E_{a_2}: $B \to \Delta_1$; E_{a_3}: $\Delta_1 \to B$; E_{a1} — из диагр.)

$$\frac{K_2}{K_3} = \frac{A e^{\frac{-E_{a_2}}{RT}}}{A e^{\frac{-E_{a_3}}{RT}}} = e^{\frac{E_{a_3} - E_{a_2}}{RT}} = e^{\frac{-E_{a_3}}{RT}} = K_3$$

$$\boxed{K_2 = K_3^2}$$

Ответ: 1) см. реш.

2) эндотермич.

3) $E_{a_{B \to \Delta_1}} = 2E_{a_{\Delta_1 \to B}}$

$K_2 = K_3^2$

Чистовик. Часть 2.

а) $4AgNO_3 + 2H_2O \xrightarrow{эл.ток} 4Ag\downarrow + 4HNO_3 + O_2\uparrow$

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

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

Ni и Pb будут идти параллельно, т.к. в р-ре все ионы перемешаны, Ag будет в конце, т.к. наименьший заряд катионов серебра и меньше

Исправление Пункт 2

$\nu_0 = \nu_{AgNO_3} + \nu_{Pb(NO_3)_2} + \nu_{Ni(NO_3)_2} = \frac{m(AgNO_3)}{M(AgNO_3)} + \frac{m(Pb(NO_3)_2)}{M(Pb(NO_3)_2)} + \frac{m(Ni(NO_3)_2)}{M(Ni(NO_3)_2)} = 0.8$ моль

$Q = I t = 3A \cdot 19320c = 57960$ Кл

0,4 моль; 0.2 моль; 0.2 моль

Тогда катодом (не будет достаточно) $Q = 3 \cdot 19320 =$

$\nu_{реал\ AgNO_3} = \frac{Q}{F} = 0.2$ моль

$\nu_{реал\ Ni(NO_3)_2} = \frac{Q \cdot 2}{2F} = 0.15$ моль

$\nu_{реал\ Pb(NO_3)_2} = -\!\!-\!\!- = 0.15$ моль

Не прореаг. полностью => Остались: 0.05 моль $Ni(NO_3)_2$; 0.05 моль $Pb(NO_3)_2$; 0.4 моль $AgNO_3$; 27.46 моль H_2O

$\frac{m_{р-ра} - \Sigma m_{соли}}{M(H_2O)} - n(Ni(NO_3)_2) - n(Pb(NO_3)_2)$ прореаг. → 0.6 моль HNO_3

$2(\nu_{реал}(Ni(NO_3)_2) + \nu_{реал}(Pb(NO_3)_2))$

Пункт 3: $t_\Sigma = t_{Ni(NO_3)_2} + t_{Pb(NO_3)_2} + t_{AgNO_3} = \frac{\nu_{Ni(NO_3)_2} F \cdot 2}{I} + \frac{\nu(Pb(NO_3)_2) \cdot F \cdot 2}{I} + \frac{\nu_{AgNO_3} \cdot F}{I} = 38600c$

$\Delta t = t_\Sigma - t = 19280c = 321.33$ мин

4

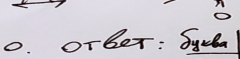
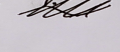
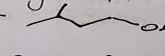
Читовик. Часть 2

Тогда В имеет формулу $C_5H_{11}OH$ M_r(прод.)

После дегидратации: C_5H_{10} только одна кислота в которой $\omega(O) = 0{,}3636 =$

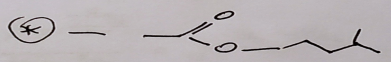
$$= \frac{\Sigma M(O)}{2M(O) + xyM(C) + 2yM(H)} = \frac{32}{14y + 32} \Rightarrow y = 4 \Rightarrow C_nH_8O_2 \Rightarrow$$

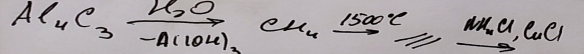
с третичн. углер.

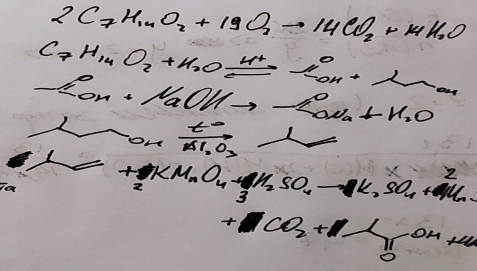
$\Rightarrow$ Д —  $\Rightarrow$ Г —  $\Rightarrow$ В — 

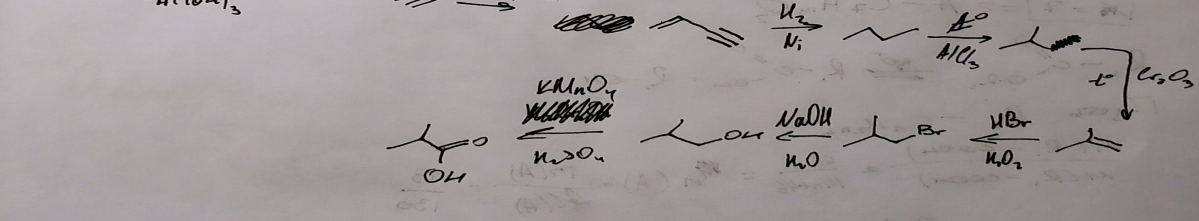
Т. о. ответ:

буква	структ.	назв.
А		3-метилбутанол-1-овый эфир уксусн. кислоты
Б		уксусная кислота
В		3-метилбутанол-1
Г		3-метилбутен-1
Д		метилпропановая кислота









(2)

Чистовик, часть 2

№4

Поск-ку при сжиг. А обр-ся H_2O и CO_2, А имеет ф-лу $C_xH_yO_z$

$$C_xH_yO_z + O_2 \longrightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$$

↑ коэф. по кислороду значат.

$$n(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{22{,}4\ \frac{л}{моль}} = x \cdot n(C_xH_yO_z) = x \cdot \frac{13}{M(C_xH_yO_z)} = 0{,}7\ моль$$

$$n(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = 0{,}7\ моль$$

$$\frac{n(CO_2)}{n(H_2O)} = \frac{2x}{y} \Rightarrow y = 2x \Rightarrow A: C_xH_{2x}O_z$$ Из хим. и физ. св-в А

$z = 2$ (сложный эфир)

$$\frac{13z}{xM(C) + 2xM(H) + 2M(O)} = \frac{13}{14x+32} = n(C_xH_yO_z) = \frac{n(CO_2)}{x} = \frac{0{,}7}{x}$$

$$\frac{13x}{14x+32} = 0{,}7$$

$$3{,}2x = 22{,}4$$

$$\boxed{x = 7} \Rightarrow A - C_7H_{14}O_2$$

$$R_1-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR_2 \xrightarrow{H^+} R_1-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + R_2-OH$$

Пусть $R_1 - C_nH_{2n+1}$

$$\frac{m(R_1-COOH)}{M(R_1-COOH)} = \frac{6}{14n+46} = n(A) = \frac{m(A)}{M(A)} = \frac{13}{130}$$

$$n \cdot 1.4 = 1.4$$

$$n = 1 \Rightarrow Б - H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

$M(Б) = 60\ г/моль$

$n(Б) = \frac{m(Б)}{M(Б)} = 0.1\ моль = n(NaOH) = V(NaOH) \cdot C(NaOH) = 0.1\ моль$ сошлось ①

Чистовик. Часть 2.

№6 (прод.)

$m_{кон} = m_{р\text{-}ра} - m_1(O_2) - m_2(O_2) - m_1(Ni) - m_2(Pb) + m_1(HNO_3) + m_2(HNO_3) - m_1(H_2O) - m_2(H_2O) - m_2(Pb(NO_3)_2) - m_1(Ni(NO_3)_2) = m_0 - M(O_2)\cdot 2\cdot \frac{n}{2} - M(Pb)\cdot n - M(Ni)\cdot n + 4n\cdot M(HNO_3) - M(H_2O)\cdot 2n - M(Pb(NO_3)_2)\cdot n - M(Ni(NO_3)_2)\cdot n = 581.1$ г

$n(Ni(NO_3)_2) = n(Pb(NO_3)_2) = n$

$\rho \approx \rho_{H_2O} = 1$ г/см³ $\Rightarrow V_{кон} = 581.1$ см³ $\Rightarrow C_{HNO_3} = \frac{n(HNO_3)}{V_{р\text{-}ра}} = 0.00103$ моль/мл

$pH = -\lg[K^+] = -\lg\left(\frac{n(HNO_3)}{V_{р\text{-}ра}}\right) = -\lg\left(\frac{C_{HNO_3}\cdot \rho_{H_2O}}{0.1}\right) = 0.98$

поскольку сильный электролит и одноосн. к-та

Ответ:
1) Pb, Ni сначала, потом Ag; см. решение
2) $Ni(NO_3)_2$ 0.05 моль
$Pb(NO_3)_2$ 0.05 моль
H_2O 27.46 моль
HNO_3 0.6 моль
$AgNO_3$ 0.4 моль
3) 321.33 мин
4) 0.98