

Часть 1

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

Шифр: **21300988**

ID профиля: **303965**

Вариант 1

Цинковин

Задача 1

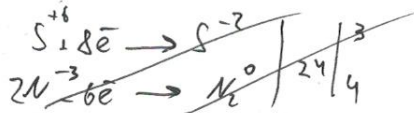
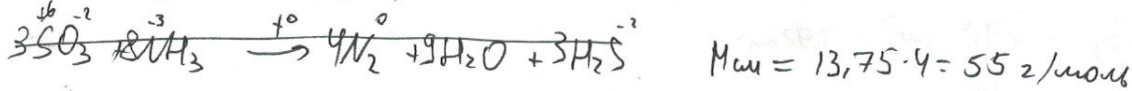
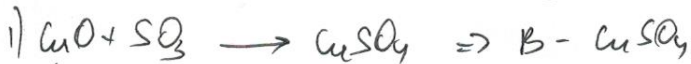
Пусть в в-ве А х атомов кислорода, тогда: $M(A) = \frac{16x}{0,6} = 26,67x$

Если $x=3$, то $M(A) = 80 \text{ г/моль}$, тогда $A - \text{SO}_3$

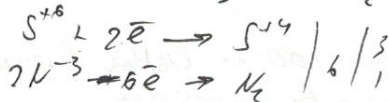
Пусть в в-ве Б у атомов кислорода, тогда $M(B) = \frac{16y}{0,2} = 80y$

Если $y=1$, то $M(B) = 80 \text{ г/моль}$

$M(A) = M(B)$ - верно, тогда Б - CuO



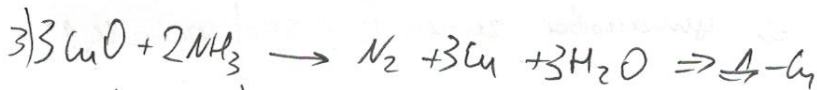
Пусть $n(\text{N}_2) = 4 \text{ моль}$, тогда $n(\text{H}_2\text{S}) = 3 \text{ моль}$
 $M_{\text{см}} = \frac{28 \cdot 4 + 34 \cdot 3}{7} = 55 \text{ г/моль}$



Пусть $n(\text{N}_2) = 1 \text{ моль}$, тогда $n(\text{SO}_2) = 3 \text{ моль}$

$M = \frac{28 \cdot 1 + 64 \cdot 3}{4} = 55 \text{ г/моль}$

$M = M_{\text{см}} \Rightarrow \Gamma - \text{SO}_2$



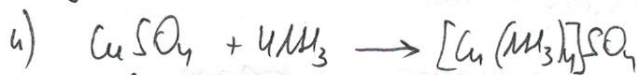
$n(\text{CuO}) = n(\text{SO}_3) = \frac{24}{80} = 0,3 \text{ моль}$

$n(\text{NH}_3) = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль}$ - верно по ур-нению р-ции

Ответ: 1) А - SO₃; Б - CuO; В - CuSO₄; Г - SO₂; Δ - Cu

2) Уравнение написано верно

3) Если растворили в-во Б в воде, то получили раствор голубого цвета, т.к. ионы меди Cu²⁺ окрашивают раствор в голубой цвет



Раствор станет синего цвета

①

Задача 2.

Умножим

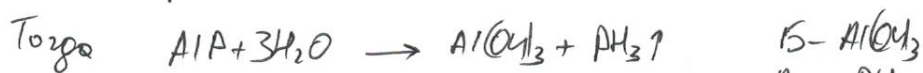


Т.к. B - разбавленный водный раствор, то B - $Al(OH)_3$ или $Al(OH)_3$ или $Al(OH)_3$

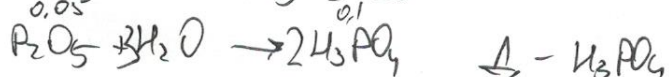
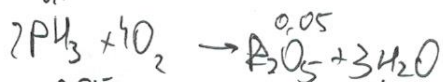
$$n(B) = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ моль}$$

Пусть $n(B) = n(A) = 0,1 \text{ моль}$, тогда $M(A) = \frac{5,8}{0,1} = 58 \text{ г/моль}$

Если предположить, что A содержит Al, то A - AlP



Т.к. газ Г имеет такой же молекулярный вес, как PH_3 , то можно предположить, что Г - PH_3

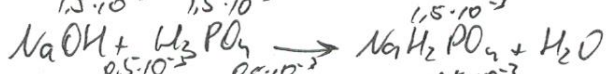


$$n(PH_3) = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow n(P_2O_5) = 0,05 \text{ моль} \Rightarrow n(H_3PO_4) = 0,1 \text{ моль}$$

$$C(H_3PO_4) = \frac{0,1}{10} = 0,01 \text{ М}$$

$$n(H_3PO_4)_{\text{в р-ре}} = 0,01 \cdot 0,150 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

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



После первой р-ции осталось $2 \cdot 10^{-3} - 1,5 \cdot 10^{-3} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль NaOH}$

$$n(NaH_2PO_4) = 1,5 \cdot 10^{-3} - 0,5 \cdot 10^{-3} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$n(Na_2HPO_4) = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Ответ: 1) Р-ции проверить все

2) А - ~~AlP~~ AlP - фосфид алюминия

Б - $Al(OH)_3$ - гидроксид алюминия

В - PH_3 - фосфин

Г - PH_3 - фосфин

Д - H_3PO_4 - фосфорная кислота

Х - фосфор

$$3) n(NaH_2PO_4) = 0,001 \text{ моль}$$

$$n(Na_2HPO_4) = 0,0005 \text{ моль}$$

(2)

Задача 3.



$$Q_1 = 11 \cdot 393,5 + 5 \cdot 285,8 - 456 = 5301,5 \text{ кДж/моль}$$

$$Q_2 = 16 \cdot 393,5 + 17 \cdot 285,8 - 45 = 11109,6 \text{ кДж/моль}$$

Исходные =

$$M_{\text{бензола}} = 0,773 \cdot 226 = 172,6 \text{ г}$$

$$V_{\text{бензола}} = \frac{226}{0,773} = 292 \text{ см}^3 = 292 \text{ мл}$$

$$V_{\text{д-мет. воздуха}} = \frac{142}{1,02} = 139,2 \text{ мл}$$

$$5301,5 - 139,2$$

$$x - 100 \Rightarrow x = 3808,55 \frac{\text{кДж}}{100 \text{ мл}} - \text{при сгорании 100 мл д-м. воздуха бензола с миним. кол-во воздуха}$$

$$11109,6 - 292 \Rightarrow y = 3804,66 \frac{\text{кДж}}{100 \text{ мл}} - \text{при сгорании 100 мл } C_{16}H_{34} бензола с миним. кол-во воздуха$$

Керосин представляет собой смесь.

$$f_{\text{д-мет. керосин}} = \frac{3804,66 - 3808,55}{3804,66} = 0,062 \Rightarrow \text{стандартное число } (1 - 0,062) \cdot 100 = 93,8$$

2) ~~Пыль 100 мл - 0,5% керосин~~

$$1 \text{ моль } H_2 - 22,4 \text{ л} - 285,8 \text{ кДж}$$

$$22,4 - 285,8$$

$$0,1 - x \Rightarrow x = 1,276 \text{ кДж/100 мл} - \text{при сгорании 100 мл } H_2$$

$$\frac{0,1}{22,4} \cdot 285,8 = 1,276 \text{ кДж/100 мл} - \text{в столько раз при сгорании 100 мл керосина меньше, сколько}$$

$$\text{Примем } f_{\text{керосин}} \approx 0,82/\text{мл} \Rightarrow V_{\text{кер}} = 1250000 \text{ мл}$$

$$V(H_2) = 1250000 \cdot 3071,2 = 3847750000 \text{ мл} = 3847750 \text{ л} \approx 3850000 \text{ л}$$

$$3) \text{ } PV = \frac{m}{M} RT$$

$$PV = nRT$$

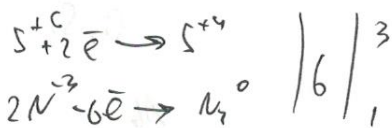
$$0 = \frac{PV}{RT} = \frac{19,6 \cdot 10^6 \cdot 40 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 298} = 316 \text{ моль}$$

$$Q = 316 \cdot 285,8 = 90185 \text{ кДж} - \text{столько выделится при сгорании бензола}$$

это во много раз меньше чем при сгорании керосина $\Rightarrow$ не целесообразно

Ответ: 1) 93,8 2) 3850000 л 3) Нет

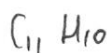
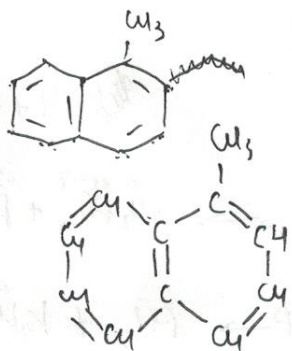
Чепухов



$$\frac{28 + 3 \cdot 64}{4}$$



H₂N



$$Q_1 = 11Q(\text{CO}_2) + 5Q(\text{H}_2\text{O}) - Q(\text{C}_{11}\text{H}_{10})$$

$$= 11 \cdot \frac{393,5}{438,5} + 5 \cdot \frac{285,8}{18} - 456 = 5301,5 \text{ кДж/моль}$$

$$Q_2 = 16 \cdot \frac{393,5}{44} + 17 \cdot \frac{285,8}{18} - 45 = 11109,6 \text{ кДж/моль}$$

$$M = \rho \cdot V_m \quad \begin{array}{l} \text{моль} \\ \text{г/моль} \end{array}$$

$$V_m = \frac{M}{\rho} = \frac{292}{0,773} = 292 \text{ л/моль}$$

$$V_m = 139,2 \text{ л/моль}$$

$$3927,1$$

$$Q_k = 393,5 + 285,8 - \frac{5301,5 - 139,2}{Q_k} \cdot 100$$



$$123,14$$

$$Q_{\text{сгорания}} = 123,14 \text{ кДж/моль}$$

$$\varphi = \frac{3,23}{100} = 3,23 \text{ %}$$

$$L_4 = \varphi(\text{C}_{16}\text{H}_{34})$$

φ

$$x = 3801,55 \text{ кДж/100 мм}$$

$$11109,6 - 292$$

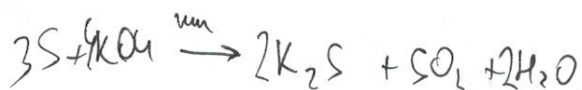
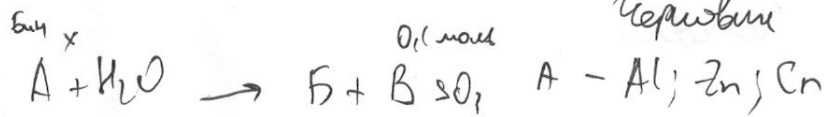
$$x - 100$$

$$x = 3804,66 \text{ кДж/100 мм}$$

$$a + b = 10$$

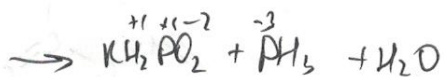
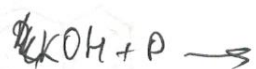
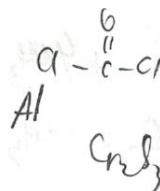
$$\frac{3}{3927,1} \approx 3801,55 \text{ кДж} + 3804,66$$

$$a + b = 100$$



$$P(1/6 H_{3H}) = 100\%$$

красочный



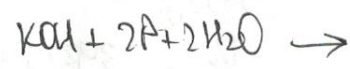
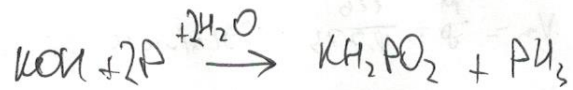
$$3801.55 \cdot a + 3804.66 \cdot b =$$



$$V_1 = \frac{226}{0.1773} \approx 292 \text{ см}^3/\text{моль}$$



$$V_{\text{норм}} \approx 139.1$$



Часть 2

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

Шифр: **21300988**

ID профиля: **303965**

Вариант 1

Умножить

Задача №4:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{15,68}{22,4} = 0,7 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{C}) = 0,7 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{12,6 \cdot 1}{18} = 0,7 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{H}) = 1,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{O}) = m(\text{A}) - m(\text{C}) - m(\text{H}) = 15 - 12 \cdot 0,7 - 1 \cdot 1,4 = 3,72$$

$$n(\text{O}) = \frac{3,72}{16} = 0,2325 \text{ моль}$$

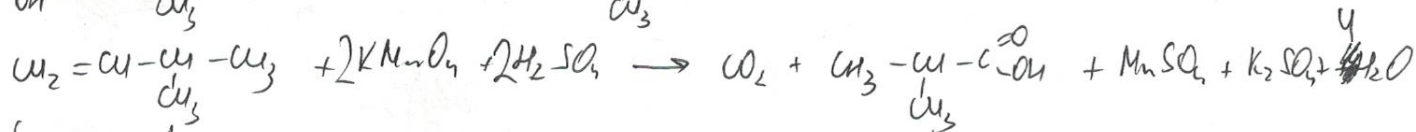
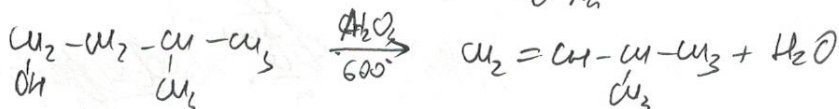
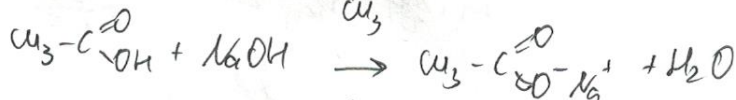
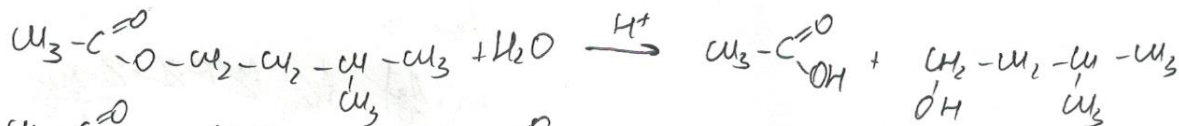
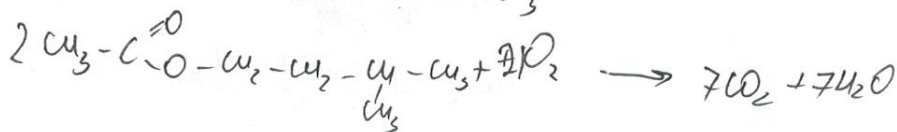
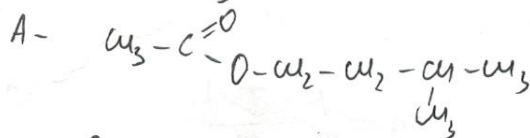
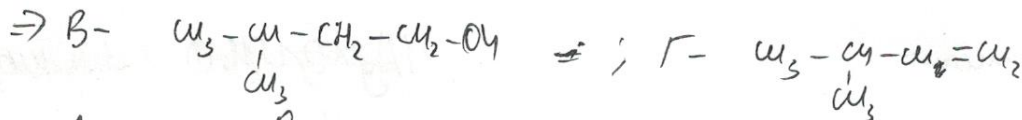
$$\text{C}:\text{H}:\text{O} = 0,7:1,4:0,2325 = 3,5:7:1 = 7:14:2 \Rightarrow \text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$$

$$n(\text{NaOH}) = 0,1 \cdot 1 = 0,1 \text{ моль}$$

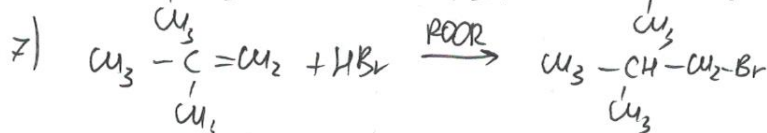
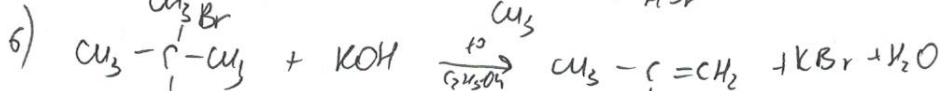
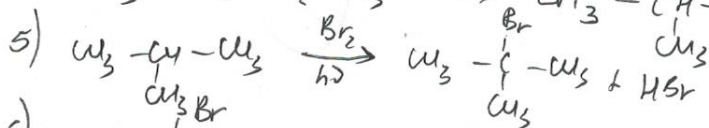
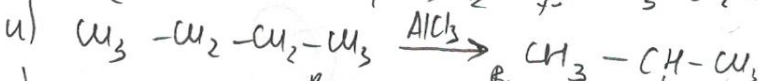
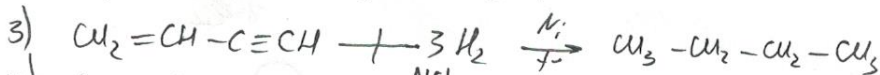
$$\text{Пусть } n(\text{NaOH}) = n(\text{B}) = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow M(\text{B}) = \frac{6}{0,1} = 60 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{B} - \text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$$

$$\text{Или } M(\text{A}) = \frac{16,2}{0,3636} = 44,58 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$$

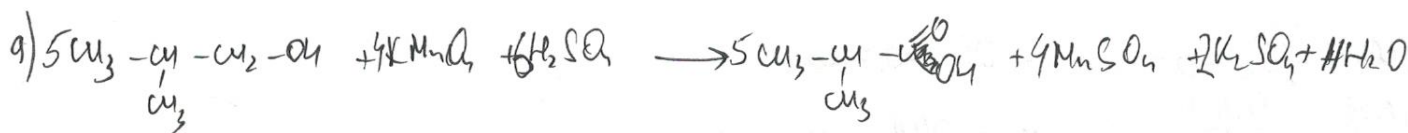
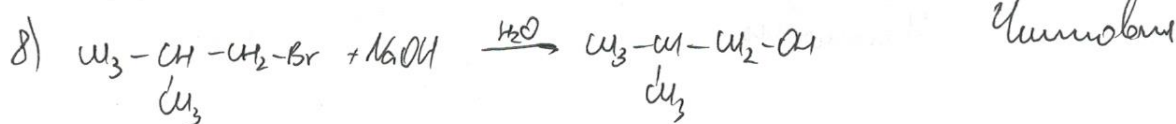
С учётом вторичного атома углерода получаем $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{C}(=\text{O})\text{OH} \Rightarrow$



Синтез А:



1



Ответ: 1) А- $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ 3-метил-3-метилбутановой эфир ~~эфир~~ уксусной кислоты

Б- $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{OH}$ - уксусная кислота

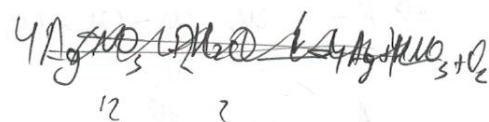
В- $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ 3-метилбутанол-1

Г- $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 3-метилбутен-1

Д- $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{OH}$ 2-метилпропановая кислота

2) Реакция окисления

3) Умножить уравнения



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

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

~~$\Delta g = \frac{M}{n} \cdot I \cdot t$~~

~~$m(\text{Ag}) = \frac{M}{n} \cdot I \cdot t + \frac{M}{n} \cdot I \cdot t$~~

~~$2\text{Ag} \rightarrow \frac{2 \cdot 107.87}{n} \cdot I \cdot t + \frac{2 \cdot 107.87}{n} \cdot I \cdot t$~~

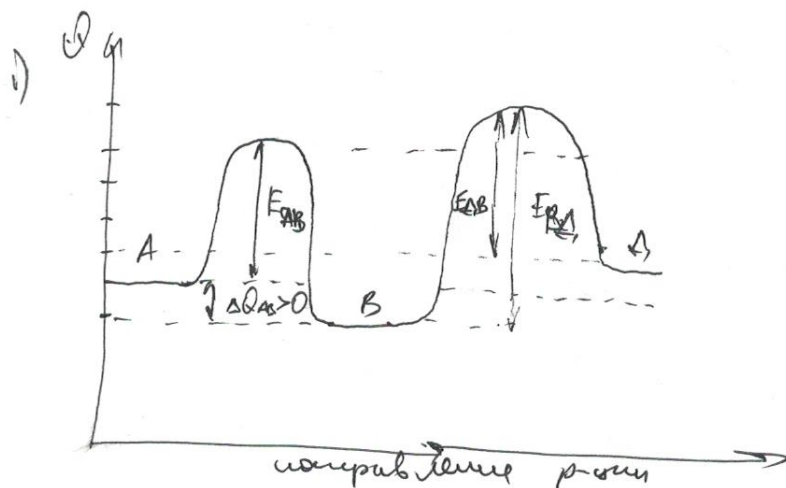
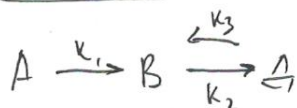
~~$2\text{Ag} \rightarrow 2$~~

~~$t = \frac{16 \cdot 107.87}{2 \cdot 96500}$~~

8000

(2)

Задача 3



2) Укажем энергия активации для $Q(A)$.

Заметим, что уменьшилась на $\Delta Q_{AB} = 0,25 E_{AB}$

Заметим, что при переходе из B в A энергия активации увеличивается на $2 \Delta Q_{AB}$, т.е. на $0,5 E_{AB}$

$$Q(A) = Q(A) - \Delta Q_{AB} + 2 \Delta Q_{AB} = Q_A + \Delta Q_{AB} = Q_A + 0,25 E_{AB} \Rightarrow$$

$\Rightarrow Q(A) > Q(B) \Rightarrow$ менее пологий спуск $\Rightarrow$ р-ый экзотермический

$$3) E(BA) = E_{AB} + 2 \Delta Q_{AB} = 6 \Delta Q_{AB} \quad (E_{AB} = 4 \Delta Q_{AB})$$

$$E(AB) = E_{AB} = 4 \Delta Q_{AB}$$

$$\frac{E(BA)}{E(AB)} = \frac{6}{4} = 1,5$$

$$k_2 = A \cdot e^{-\frac{E_{BA}}{RT}} \Rightarrow \ln k_2 = -A \cdot \frac{E_{BA}}{RT}$$

$$k_3 = A \cdot e^{-\frac{E_{AB}}{RT}} \Rightarrow \ln k_3 = -A \cdot \frac{E_{AB}}{RT}$$

$$\ln k_2 = 1,5 \ln k_3 \Rightarrow k_2 = k_3^{1,5}$$

$$\frac{\ln k_2}{\ln k_3} = \frac{E_{BA}}{E_{AB}} = 1,5$$

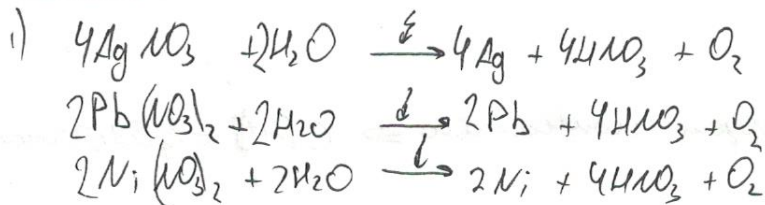
Ответ: 1) График построен

2) Экзотермический

$$3) \frac{E_{BA}}{E_{AB}} = 1,5; \quad k_2 = k_3^{1,5}$$

3

Задача 6



~~Первая~~ Первая р-ция электролиза идет с AgNO_3 , т.к. ему нужно для восстановления 1 электрон для восстановления.

Т.к. ~~имеем более электропроводящий, чем~~ имеем более восстанавливаемый металл, т.к. по сравнению со свинцом он более сильный окислитель. Поэтому будет восстанавливаться ~~ион свинца~~

AgNO_3 потом $\text{Ni(NO}_3)_2$ потом $\text{Pb(NO}_3)_2$

$$2) \quad \nu(\text{AgNO}_3) = \frac{68}{170} = 0,4 \text{ моль} \Rightarrow \nu(\text{Ag}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Ni(NO}_3)_2) = \frac{66,6}{183} = 0,2 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Pb(NO}_3)_2) = \frac{66,2}{331} = 0,2 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Ag}) = \frac{I \cdot t}{n \cdot F} = \frac{3 \cdot 19320}{96500} = 0,6 \text{ моль} \Rightarrow \text{За данное время восстановится}$$

$n=1$ т.к. 1 э на восстановление

$\Downarrow$ ~~нужно 0,6 моль Ag.~~ $\rightarrow$ электрому пойдет дальше

$$\Rightarrow \nu(\text{HNO}_3) = 0,6 \text{ моль}$$

В равноре: $\nu(\text{HNO}_3) = 0,6 \text{ моль}$

$$\nu(\text{Pb(NO}_3)_2) = 0,2 \text{ моль}$$

э

$$\nu(\text{Ag}) = 0,4 \text{ моль} = \frac{I \cdot t}{n \cdot F} \Rightarrow t = \frac{\nu(\text{Ag}) \cdot n \cdot F}{I} = 12866,7 \text{ с}$$

$$t_{\text{ост}} = 5133,3 \text{ с}$$

$$\nu(\text{Ni}) = \frac{I \cdot t}{n \cdot F} = \frac{3 \cdot 5133,3}{2 \cdot 96500} = 0,08 \text{ моль} \quad (n=2, \text{ т.к. для восстановления нужно } 2\text{э})$$

В равноре: $\nu(\text{HNO}_3) = 0,4 + 0,08 \cdot 2 = 0,56 \text{ моль}$

$$\nu(\text{Ni(NO}_3)_2) = 0,2 - 0,08 = 0,12 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Pb(NO}_3)_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$3) \quad \nu(\text{Ni})_{\text{ост}} = 0 \quad \nu(\text{Ni(NO}_3)_2)_{\text{ост}} = 0,12 \text{ моль} \Rightarrow \nu(\text{Ni})_{\text{ост}} = 0,12 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Ni}) = \frac{I \cdot t_{\text{ост}}}{n \cdot F} \Rightarrow t_{\text{ост}} = \frac{\nu(\text{Ni}) \cdot n \cdot F}{I} = \frac{0,12 \cdot 2 \cdot 96500}{3} = 7720 \text{ с} \approx 128,67 \text{ мин}$$

4) В равноре: HNO_3 ; $\text{Ni(NO}_3)_2$; $\text{Pb(NO}_3)_2$

$$m_{\text{раств}} = 670,5 - \underbrace{0,4 \cdot 108}_{\text{вытравлен серебро}} - \underbrace{0,08 \cdot 59}_{\text{вытравлен никель}} - \underbrace{32 \cdot (0,1 + 0,06)}_{\text{никоброд}} = 617,462$$

$$\nu(\text{HNO}_3) = \frac{63 \cdot 0,56}{617,46} = 0,057$$

(4)

$$m_{\text{рр}} = 10, \Rightarrow m(\text{HNO}_3) = 10 \cdot 0,057 = 0,57$$

$$\gamma(\text{HNO}_3) = \frac{0,57}{63} = 9,05 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$c(\text{HNO}_3) = \frac{9,05 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 0,0905 \text{ моль}$$

кислота сильная $\Rightarrow$ диссоциирует полностью $\Rightarrow c(\text{H}^+) = 0,0905 \text{ моль}$
 $\text{pH} = -\lg(c(\text{H}^+)) = -\lg 0,0905 = \underline{1,0434}$

Ответ: 1) Уравнение химической реакции взаимодействия AgNO_3 , ионов $\text{Ni}(\text{CO}_3)_2$, ионов $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Уравнение проверено верно

2) В равновесии $\gamma(\text{HNO}_3) = 0,56 \text{ моль}$; $\gamma(\text{Ni}(\text{CO}_3)_2) = 0,12 \text{ моль}$; $\gamma(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 0,2 \text{ моль}$

3) $128,67 \text{ мм}$

4) $1,0434$

(5)

$$k_1 = A e^{-\frac{E_{A1}}{RT_1}}$$

Уравнение

$$k_2 = A e^{-\frac{E_{A2}}{RT_2}}$$

$$m \quad Q_{AB} = 0,25 E_A \Rightarrow E_{A1} = 4 Q_{AB}$$

$$Q_{BA} = 2 Q_{AB} = 0,5 E_A \Rightarrow E_{A2} =$$

$$E_{A2} = 6 Q_{AB}$$

$$E_{A2} = 4 Q_{AB} =$$

$$\frac{Q_{BA}}{Q_{AB}} = \frac{6}{4} = 1,5$$

$$\frac{k_2}{k_3} = \frac{e^{-\frac{E_{A1}}{RT}}}{e^{-\frac{E_{A2}}{RT}}} = \exp\left(\frac{E_{A2}}{RT} - \frac{E_{A1}}{RT}\right) = \exp\frac{1}{RT}(E_{A2} - E_{A1})$$

то

$$k_2 = A e^{-\frac{E_{A1}}{RT}}$$

$$k_3 = A e^{-\frac{E_{A2}}{RT}}$$

$$\ln k_2 = A - \frac{E_{A1}}{RT}$$

$$\ln k_3 = A - \frac{E_{A2}}{RT}$$

$$\frac{\ln k_2}{\ln k_3} = \frac{E_{A1}}{E_{A2}} = 1,5$$

$$1,5 \ln k_3 = \ln k_2$$

$$\ln k_3^{1,5} = \ln k_2$$

$$k_3^{1,5} = k_2$$

$$\sqrt[3]{k_3^3} = k_2$$

$$k_3^3 = k_2^2$$

$$\frac{k_3^3}{k_2^2} = 1$$

$$y = x^{1,5} \quad \frac{k_3^3}{k_2^2} = 1$$

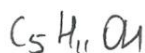
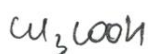
$$k_3 = \sqrt[3]{k_2^2}$$

$$\left(\frac{k_3}{k_2}\right)^2 \cdot k_3 = 1$$

$$\frac{k_3}{k_2} = \frac{1}{\sqrt{k_3}}$$

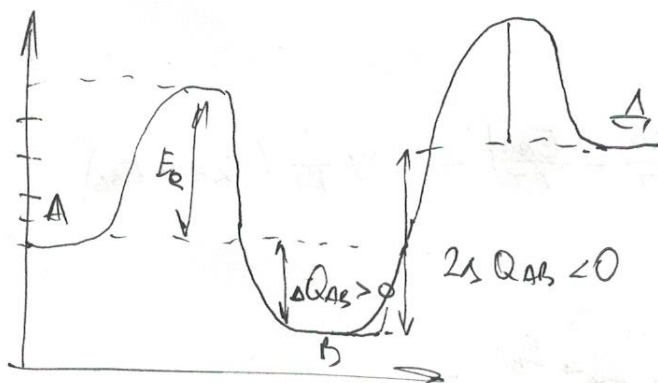


$$12n + 2n + 32 = 60$$



56

Q



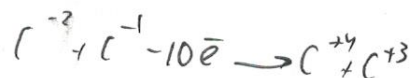
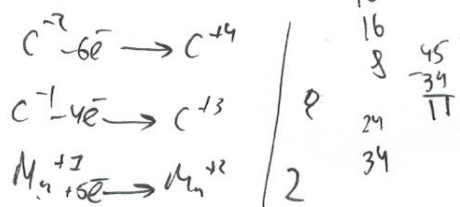
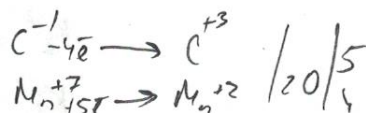
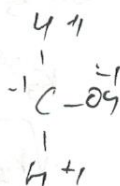
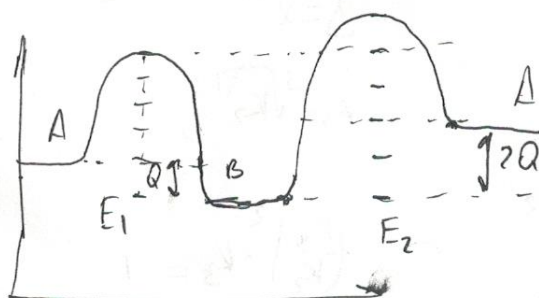
uap

$$Q_{AB} = 0,25 E_a$$

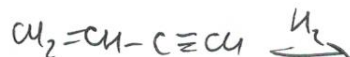
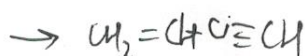
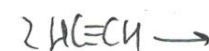
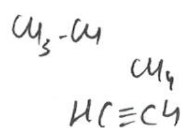
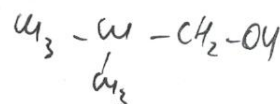
$$Q_{BA} = 2Q_{AB} = 0,5 E_a$$

$$Q_{\Sigma} = Q_{BA} - Q_{AB} = 0,5 E_a - 0,25 E_a = 0,25 E_a$$

$$Q_{BA} = 0,5$$



$M_n +$



$$\frac{E_{BA}}{E_{AB}} = 1$$

$$k_2 = e^{-\frac{E_a}{RT_2}}$$

$$k_3 = e^{-\frac{E_a}{RT_3}}$$

$$\frac{k_3}{k_2} = e^{-\left(\frac{E_a}{RT_3} - \frac{E_a}{RT_2}\right)}$$

$$\frac{k_3}{k_2} = e^{-\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_3} - \frac{1}{T_2}\right)}$$

$$k_1 = k_2 \quad A e^{-\frac{E_a}{RT}} =$$

