

Часть 1

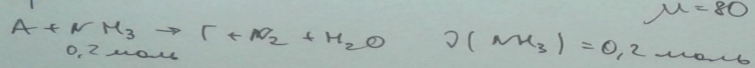
Олимпиада: **Химия 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21300369**

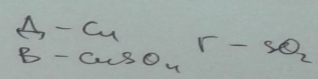
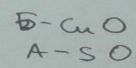
ID профиля: **162782**

Вариант 1

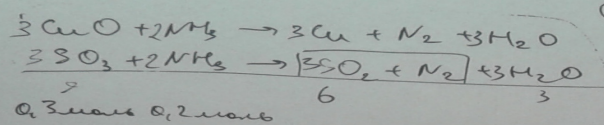
Черновик



$\mu = 80$

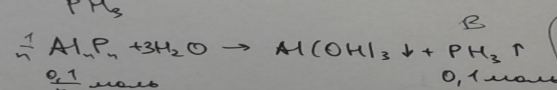
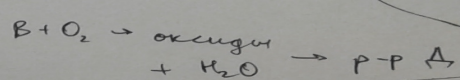
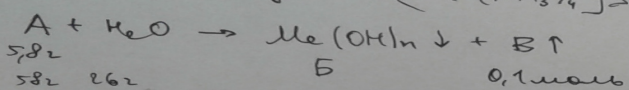
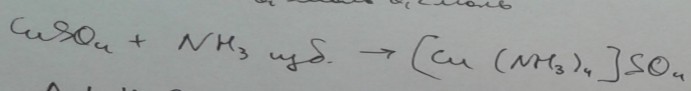


$\mu(A) =$

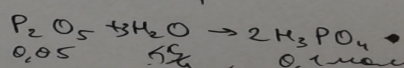
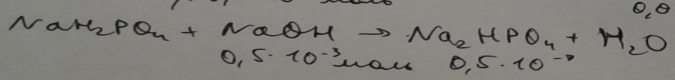
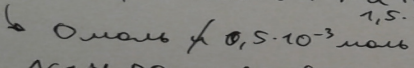
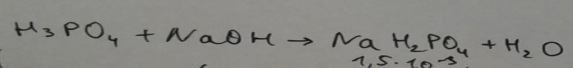
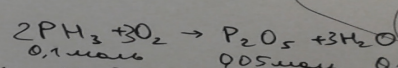
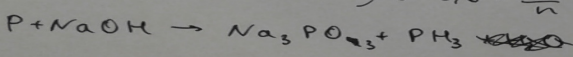


$\mu_{cp} = 55$

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

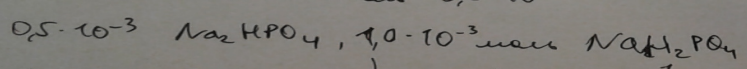


$\mu = 5,8 : \frac{0,1}{n} = 58n$

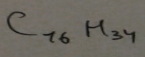
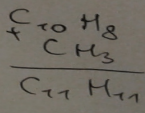
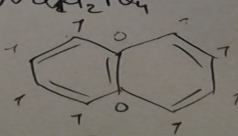
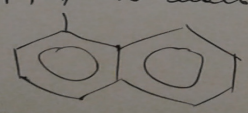


$C = 0,01 M$

$V_{NaOH} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$



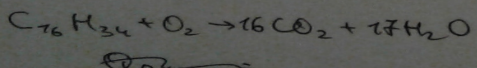
$\frac{V_{ген.}}{V_{исх.}}$



$Q = \frac{456,0 \text{ кДж}}{\mu} \cdot \frac{2}{\text{моль}} = \mu$

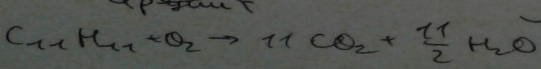
$\mu_{ген.} = 202 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

$\frac{1 \text{ кДж}}{\text{моль}} = \frac{2}{\text{моль}} = \frac{\mu_{ген.}}{2}$
 $3659 \text{ на } 100 \text{ мл}$



$\frac{Q \cdot p}{\mu} = 1,56 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} \Rightarrow$

$\mu_{ген.} = 3659 \text{ кДж}$
 $\mu_{нагр.} = 4209 \text{ кДж}$
 $3659 + 4209(1-x) = 3927,8$
 $x = 0,51 \Rightarrow \mu_{исх.} = 51$



Чистовик

Задача 1.

1) Из вещества Б: $\mu_{\text{min}}(\text{оксидов}) = \frac{16}{0,2} = 80 \text{ г/моль} \Rightarrow$ подходит Б = CuO

Тогда для вещества А: кол-во О = $\frac{80 \cdot 0,6}{16} = 3 \Rightarrow$ подходит А = SO_3

Значит, В = CuSO_4

Д - простое в-во $\Rightarrow$ это Cu $\Rightarrow$ реакция по схеме 1: $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \rightarrow 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

Значит, в схеме 2: $3\text{SO}_3 + 2\text{NH}_3 \rightarrow 3\Gamma + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \Gamma = \text{SO}_2$

Процентная смесь Г и N_2 по условию: $\frac{3 \cdot \mu(\text{SO}_2) + 1 \cdot \mu(\text{N}_2)}{4 \cdot 4} = 13,75$ удовл. условию

Если взять 24 г оксида: $D(\text{окс.}) = \frac{m}{\mu} = \frac{24}{80} = 0,3 \text{ моль}$

$D(\text{NH}_3) = \frac{V}{V_M} = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль}$ удовл. условию

Ответ: А = SO_3 , Б = CuO , В = CuSO_4 , Г = SO_2 , Д = Cu

2) Схема 1: $3\text{SO}_3 + 2\text{NH}_3 \rightarrow 3\text{SO}_2 + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

Схема 2: $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \rightarrow 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

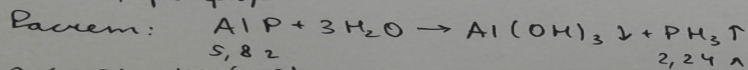
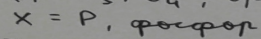
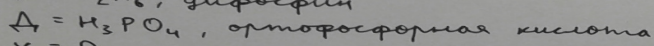
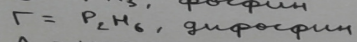
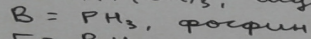
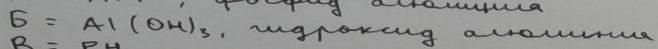
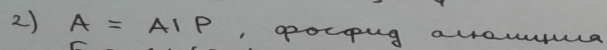
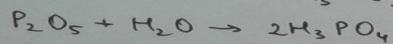
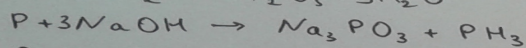
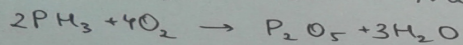
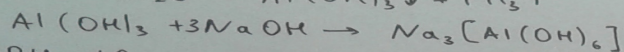
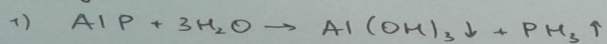
Получение В: $\text{CuO} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{CuSO}_4$

3) Если растворить в-во В в воде, то цвет раствора будет голубым, так как ~~ион~~ гидратированный ион Cu^{2+} имеет такую окраску.

4) $\text{CuSO}_4 + 4\text{NH}_3 \text{ р-р} \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$, ~~станов~~ эрко-синий раствор

Чистовик

Задача 2.



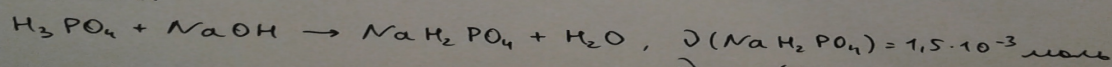
$$\nu(\text{AlP}) = \frac{m(\text{AlP})}{M} = \frac{5,8}{58} = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{PH}_3) = \frac{V}{V_M} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ моль} \quad \left| \Rightarrow \text{удовл. условию} \right.$$

3) По уравнению из п.1: $\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = \nu(\text{PH}_3) = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow c(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{\nu(\text{H}_3\text{PO}_4)}{V} = \frac{0,1}{10} = 0,01 \text{ М} \Rightarrow \nu_{\text{взятое}} = c \cdot V_{\text{взятого}} = 0,01 \cdot 0,15 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$

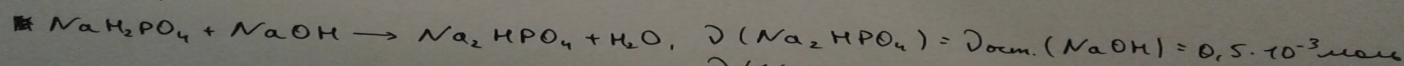
$$\nu(\text{NaOH}) = c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} = 0,04 \cdot 0,05 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

I этап:



$$\nu_{\text{ост.}}(\text{NaOH}) = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

II этап:



$$\nu(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Получаем, что в р-ре: $\nu(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$

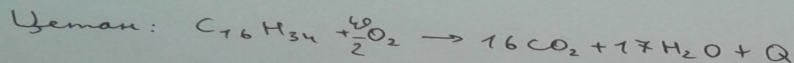
$$\nu(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Данный раствор имеет свойства буфера

Чистовик.

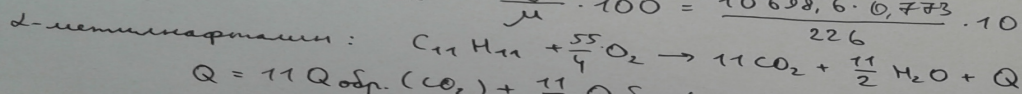
Задача 3.

1) Найдем тепло, выделившееся при сгорании 100 мл цетана и 2-метилнафталина.



$$Q = 16 Q_{обр.}(CO_2) + 17 Q_{обр.}(H_2O) - Q_{обр.}(цет.) = 16 \cdot 393,5 + 17 \cdot 285,8 - 456,0 = 10698,6 \text{ кДж / моль}$$

$$Q \text{ на } 100 \text{ мл} = \frac{Q \cdot \rho}{M} \cdot 100 = \frac{10698,6 \cdot 0,773}{226} \cdot 100 = 3659,3 \text{ кДж}$$



$$Q = 11 Q_{обр.}(CO_2) + \frac{11}{2} Q_{обр.}(H_2O) - Q_{обр.}(нафт.) = 11 \cdot 393,5 + \frac{11}{2} \cdot 285,8 - 45,0 = 5855,4 \text{ кДж / моль}$$

$$Q \text{ на } 100 \text{ мл} = \frac{Q \cdot \rho}{M} \cdot 100 = \frac{5855,4 \cdot 1,020}{226} \cdot 100 = 4176,6 \text{ кДж}$$

Тогда: $3659,3 \text{ л} + 4176,6(1-\text{л}) = 3927,8$ - теплота сгорания керосина
 $248,8 = 517,3 \text{ л} \Rightarrow \text{л} = 0,48 \Rightarrow \text{цетановое число керосина} = 48$

Ответ: 48

2) на 100 мл керосина выделяется 3927,8 кДж, $\rho_{\text{керосина}} = 0,87 \text{ г/см}^3 \Rightarrow$
 $\Rightarrow 80 \text{ г керосина} - 3927,8 \text{ кДж}$

$$1 \text{ т керосина} - X \text{ кДж} \quad \left| \Rightarrow X = \frac{3927,8 \cdot 10^6}{80} = 49,1 \cdot 10^6 \text{ кДж}$$

Это кол-во теплоты выделится при сгорании $\frac{49,1 \cdot 10^6}{285,8} = 172 \cdot 10^3 \text{ моль } H_2$

При н.у.: $V(H_2) = V_m \cdot \nu(H_2) = 22,4 \cdot 172 \cdot 10^3 = 3,85 \cdot 10^6 \text{ л}$

Ответ: $3,85 \cdot 10^6 \text{ л}$

3) Найдем $\nu(H_2)$ в одном баллоне: $pV = \nu RT \Rightarrow \nu = \frac{pV}{RT} = \frac{19,6 \cdot 10^6 \cdot 40 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 298} = 316 \text{ моль}$

Q , выделившееся при сгорании 316 моль H_2 : $Q_1 = 316 \cdot 285,8 = 90438,2 \text{ кДж}$

Q , выделившееся при сгорании 76,5 кг (масса балла с H_2) керосина:

$$80 \text{ г кер.} - 3927,8 \text{ кДж} \Rightarrow Q_2 = \frac{3927,8 \cdot 76,5 \cdot 10^3}{80} = 3,756 \cdot 10^6 \text{ кДж}$$

$Q_2 > Q_1 \Rightarrow \text{заменить керосин на } H_2 \text{ невыгодно}$

Часть 2

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

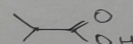
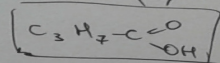
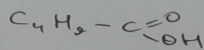
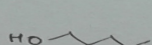
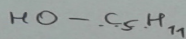
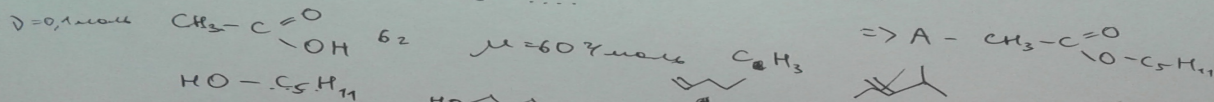
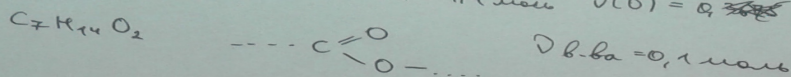
Шифр: **21300369**

ID профиля: **162782**

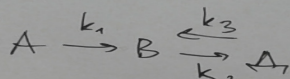
Вариант 1

Черновик

$C_7H_8O_2$ $\nu(C) = 0,7 \text{ моль}$ $\nu(H) = 1,4 \text{ моль}$ $\nu(O) = 0,2 \text{ моль}$



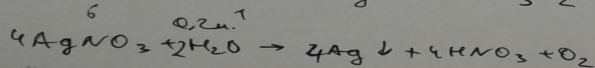
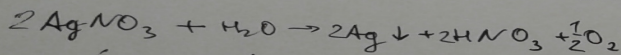
$\mu(Pb) = 207$
 $\mu(Ni) = 59$



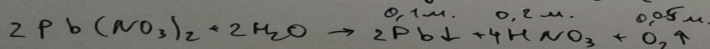
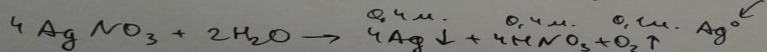
$Q = \nu F n = I t \Rightarrow \nu = \frac{I t}{F n} = \frac{0,60}{n}$

$\nu(+)=0,60 \text{ моль}$

$m(H_2O) = 500 \text{ г}$



$\nu(NO_3^-) = 0,6 \text{ моль} = \nu(HNO_3)$



$\gamma_{\text{моль}}: 6872$

$\mu_{\text{Pb}} = 6072$

$c(HNO_3) = 1,2 \text{ M} \Rightarrow c(HNO_3)_{\text{раств}} = 0,12 \text{ M}$

$pH = -\lg[H^+] \approx 0,9$

$\nu = \frac{I t}{F n} \Rightarrow t = \frac{\nu F n}{I} = \frac{0,1 \cdot 2 \cdot 96500}{3} = 107 \text{ мин}$

12

12

8

2

2

4

4

8

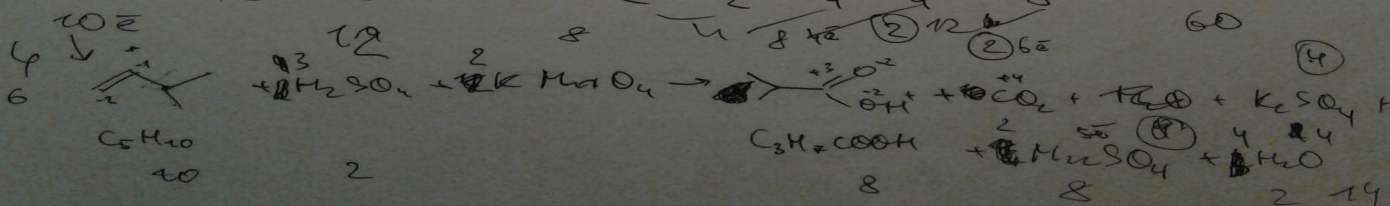
8

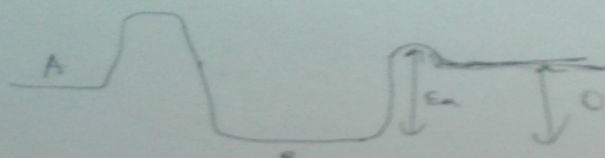
12

60

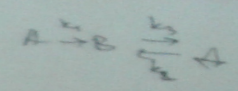
60

60





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



$$k_1 = k_2 \Rightarrow E_{a1} = E_{a2}$$

$$k_3 =$$

$$k_3 = A \cdot e^{-\frac{2/E_{a1}}{RT}}$$

Чистовик
Задача 4.

1) Запах груши $\Rightarrow$ А - сложный эфир

$$D(C) = \frac{V(CO_2)}{V_H} = \frac{15,68}{22,4} = 0,7 \text{ моль}$$

$$D(H) = \frac{m(H_2O)}{\mu(H_2O)} \cdot 2 = \frac{12,6}{18} \cdot 2 = 1,4 \text{ моль}$$

$$D(O) = \frac{m_{\text{в-ва}} - m_C - m_H}{\mu(O)} = \frac{13 - 0,7 \cdot 12 - 1,4 \cdot 1}{16} = 0,2 \text{ моль}$$

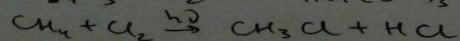
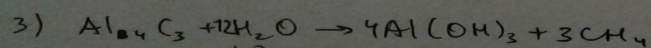
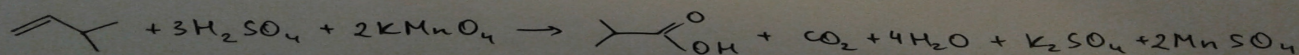
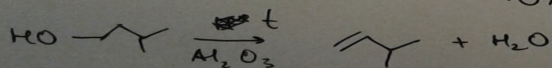
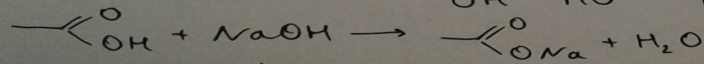
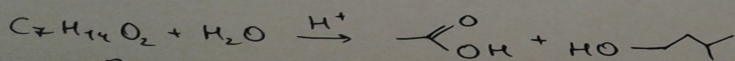
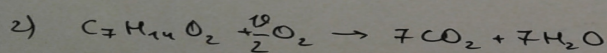
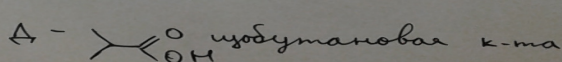
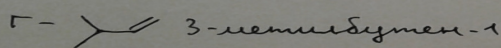
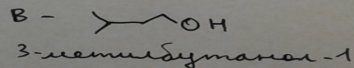
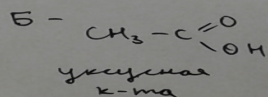
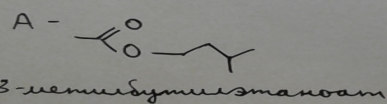
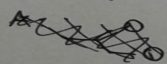
Значит, формула в-ва $C_7H_{14}O_2$, $D_{\text{в-ва}} = 0,1 \text{ моль}$

К-та Б: $R-C(=O)OH$, $D = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow \mu(B) = \frac{62}{0,1 \text{ моль}} = 620 \text{ г/моль} \Rightarrow R = CH_3$

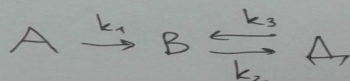
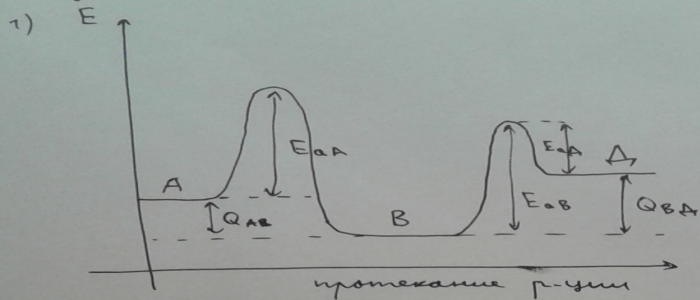
Отсюда: В: $HO-C_5H_{11} \Rightarrow \Gamma: CH_2=CH-C_3H_7 \Rightarrow \Delta: C_3H_7-COOH$

~~Есть предположение~~ Есть предположение: $\omega(O) = 36,36\%$
 $\Rightarrow C_3H_7$ имеет вид γ

Получаем:



Числовик.
Задача 5.



2) $Q_{\text{сумми}} = Q_{AB} - Q_{BA} = Q_{AB} - 2Q_{AB} = -Q_{AB} < 0 \Rightarrow$ *повышаемое, эндотермич. процесс*

3) ~~$k_1 = A \cdot e^{-\frac{E_{aA}}{RT}}$~~ $k_1 = A \cdot e^{-\frac{E_{aA}}{RT}}$, $k_2 = A \cdot e^{-\frac{E_{aB}}{RT}}$, $k_3 = A \cdot e^{-\frac{E_{aD}}{RT}}$

$$k_1 = k_2 \Rightarrow A \cdot e^{-\frac{E_{aA}}{RT}} = A \cdot e^{-\frac{E_{aB}}{RT}} \Rightarrow E_{aA} = E_{aB}$$

$$Q_{BA} = E_{aB} - E_{aA} = 2Q_{AB} = 2 \cdot 0,25 E_{aA} = 0,5 E_{aA} \Rightarrow E_{aD} = E_{aB} - 0,5 E_{aA} = 0,5 E_{aA}$$

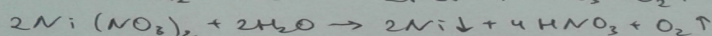
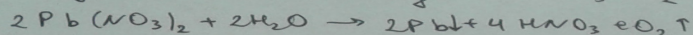
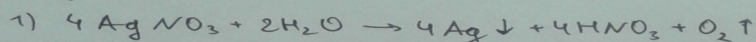
Значит, $\frac{E_{aB}}{E_{aA}} = \frac{E_{aA}}{0,5 E_{aA}} = 2$

$$\frac{k_3}{k_2} = \frac{e^{-\frac{E_{aD}}{RT}}}{e^{-\frac{E_{aB}}{RT}}} = e^{\frac{E_{aB} - E_{aD}}{RT}} = e^{0,5 \cdot \frac{E_{aA}}{RT}} = (e^{-\frac{E_{aA}}{RT}})^{-0,5} = \left(\frac{k_1}{A}\right)^{-0,5} = \left(\frac{A}{k_2}\right)^{0,5}$$

Получаем: $k_3 = (k_2 A)^{0,5} = \sqrt{k_2 A}$

Чистовик.

Задача 6.



Последовательность протекания электролиза: AgNO_3 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$
(от менее активного металла к более активному)

2) Закон электролиза: $\mathcal{Q} = \frac{I t}{F n} = \frac{3 \cdot 19320}{96500 \cdot n} = \frac{0,60}{n}$

Для AgNO_3 $n=1 \Rightarrow \mathcal{Q}_{\text{эл.}} = \frac{0,60}{1} = 0,6 \text{ моль}$

$\mathcal{Q}(\text{AgNO}_3) = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{\mu} = \frac{68}{170} = 0,4 \text{ моль} \quad \Rightarrow \text{весь AgNO}_3 \text{ подвергнется электролизу}$

Для $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ $n=2 \Rightarrow \mathcal{Q}_{\text{эл.}} = \frac{0,20}{2} = 0,1 \text{ моль}$ (только после AgNO_3 начинается электролиз $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)

$\mathcal{Q}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)}{\mu} = \frac{66,2}{331} = 0,2 \text{ моль}$

$\Rightarrow$ пройдет электролизу $0,1 \text{ моль Pb}(\text{NO}_3)_2$, останется $0,1 \text{ моль Pb}(\text{NO}_3)_2$, на этом электролиз завершится

По ур-ням реакций: $\mathcal{Q}(\text{HNO}_3) = 0,6 \text{ моль}$ (после электролиза)

Получаем, что в р-ре:

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

$\mathcal{Q}(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2)}{\mu} = \frac{36,6}{183} = 0,2 \text{ моль}$

$\mathcal{Q}(\text{AgNO}_3) = 0$

$\mathcal{Q}(\text{HNO}_3) = 0,6 \text{ моль}$

3) $I t = \mathcal{Q} F n \Rightarrow t = \frac{\mathcal{Q} F n}{I}$

Нужно, чтобы закончился электролиз $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \Rightarrow t = \frac{0,1 \cdot 96500 \cdot 2}{3} = 6433 \text{ с} = 107 \text{ мин}$

4) ~~$\mathcal{Q}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)$~~ $m(\text{H}_2\text{O}) = 670,5 - 68 - 66,2 - 36,6 = 500 \text{ г}$ (исходально) $\Rightarrow$

$\Rightarrow V_{\text{р-ра}} = 500 \text{ мл}$

$c(\text{HNO}_3) = \frac{\mathcal{Q}(\text{HNO}_3)}{V_{\text{р-ра}}} = 1,2 \text{ М}$

$m_{\text{р-ра отобр.}} = 10 \text{ г} \Rightarrow V_{\text{р-ра отобр.}} = 10 \text{ мл} \Rightarrow$ в мерной колбе р-р разбавлен

в 10 раз $\Rightarrow c'(\text{HNO}_3) = 0,12 \text{ М}$

рН формирует $\text{HNO}_3 \Rightarrow \text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = -\lg c'(\text{HNO}_3) = -\lg 0,12 \approx 0,92$