

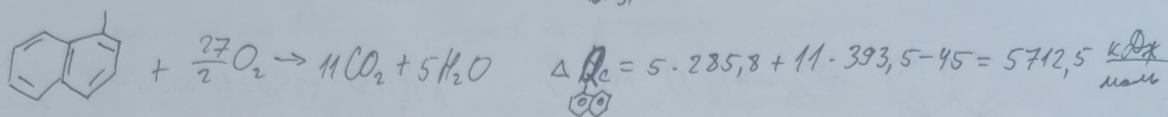
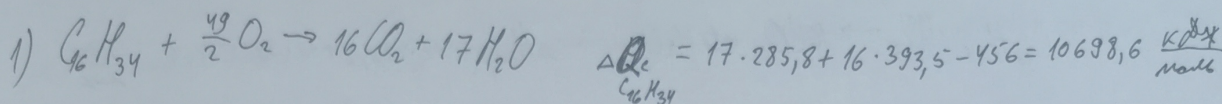
Часть 1

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

Шифр: **21300526**

ID профиля: **168736**

Вариант 1



$$3927,8 = V_{\text{кер.}} \cdot X_{\text{C}_{16}\text{H}_{34}} \cdot 10698,6 + V_{\text{кер.}} \cdot (1 - X_{\text{C}_{16}\text{H}_{34}}) \cdot 5712,5$$

$$100 \text{ мл} = V_{\text{C}_{16}\text{H}_{34}} + V_{\text{C}_{10}\text{H}_8}$$

$$\frac{M_{\text{C}_{16}\text{H}_{34}} \cdot V_{\text{кер.}} \cdot X_{\text{C}_{16}\text{H}_{34}}}{0,7732/\text{мл}} = V_{\text{C}_{16}\text{H}_{34}} ; \quad \frac{M_{\text{C}_{10}\text{H}_8} \cdot V_{\text{кер.}} \cdot (1 - X_{\text{C}_{16}\text{H}_{34}})}{1,0202/\text{мл}} = V_{\text{C}_{10}\text{H}_8}$$

Решив уравнения, получим:

$$V_{\text{кер.}} \cdot X_{\text{C}_{16}\text{H}_{34}} = 0,135 \text{ моль} ; \quad V_{\text{C}_{16}\text{H}_{34}} = 39,469 \text{ мл}$$

$$V_{\text{кер.}} \cdot (1 - X_{\text{C}_{16}\text{H}_{34}}) = V_{\text{кер.}} \cdot X_{\text{C}_{10}\text{H}_8} = 0,434 \text{ моль} ; \quad V_{\text{C}_{10}\text{H}_8} = 60,533 \text{ мл}$$

$$X_{\text{C}_{16}\text{H}_{34}} = \frac{39,469}{100} \approx 39,5 - \text{цетановое число}$$

$$M_{100 \text{ мл керосина}} = 0,135 \cdot M_{\text{C}_{16}\text{H}_{34}} + 0,434 \cdot M_{\text{C}_{10}\text{H}_8} + V_{\text{C}_{10}\text{H}_8} \cdot \rho_{\text{C}_{10}\text{H}_8} = 92,252$$

$$2) \text{ в } 1000 \cdot 10^3 = 1 \text{ т} \quad \frac{1000 \cdot 10^3}{92,252} \cdot 3927,8 = 425\,777\,777,78 \text{ кДж}$$

Для выделения такого же кол-ва теплоты нужно сжечь: $\frac{425\,777\,777,78}{285,8} = V_{\text{H}_2} = 1\,489\,777,529 \text{ моль}$ или $V_{\text{H}_2} \cdot 22,4 = 333\,7096,649 \text{ л (н.у.)}$

$$3) V_{\text{H}_2 \text{ в баллоне}} = \frac{10^6 \cdot 19,6 \cdot 10^{-3} \cdot 40}{8,314 \cdot 298} = 316,439 \text{ (моль)} ; \quad Q_{\text{сгор. баллон}} = 316,439 \cdot 285,8 = 90\,438,2662 \text{ (кДж)}$$

от сгорания 76,5 кг керосина: $\frac{76,5 \cdot 10^3}{92,25} \cdot 3927,8 = 325\,7200 \text{ кДж}$

от сгорания 40 л керосина: $\frac{40 \cdot 10^3}{100} \cdot 3927,8 \text{ кДж} = 15\,71120 \text{ кДж} \Rightarrow Q_{\text{сгор. керосина}} > Q_{\text{сгор. H}_2}$

от сгорания 76,5 кг керосина: $\frac{76,5 \cdot 10^3}{92,25} \cdot 3927,8 = 325\,7200 \text{ кДж}$

Ответ: 1) 39,5 ; 2) 333 7096,649 л ; 3) керосин (40 л керосина / 76,5 кг керосина дадут больше тепла при сгорании).

Задача 1.

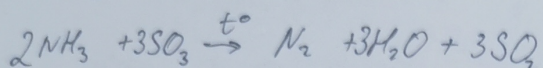
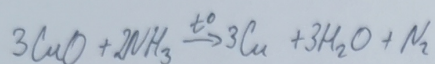
т.к. M_A и M_B равны, то $\frac{16 \cdot a}{0,6} \cdot 0,2 = 16 \cdot b$

$A - M_2O_a ; a=6$

$B - M_2O_b ; b=2$

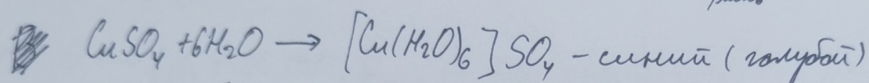
$A - SO_3 ; B - CuO$ (подходит под описание)

$SO_3 + CuO \rightarrow CuSO_4$ (безводный белый) $B - CuSO_4 ; D - Cu ; E - SO_2$

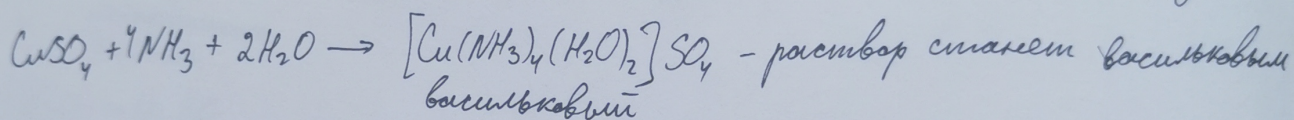


проверка: $M_{Cu} \cdot 13,75 = \frac{3}{4} \cdot M_{SO_2} + \frac{1}{4} \cdot M_{N_2}$
 верно

$V_{NH_3} = 0,2 \text{ моль} \Rightarrow V_{CuO} = V_{SO_3} = 0,3 \text{ моль}$ $0,3 \text{ моль} \cdot (64 + 16) = 24 \text{ г}$ - верно
 2/моль



при растворении $CuSO_4$ в воде образуется синий (голубой) аквакомплекс меди²⁺.

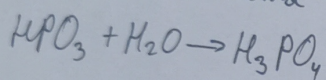
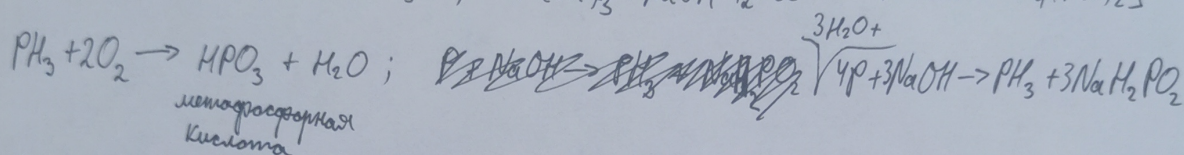
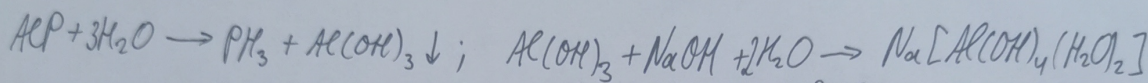


Ответ: $A - SO_3 ; B - CuO ; C - CuSO_4 ; D - Cu ; E - SO_2 ;$ синий (голубой); васильковый

Крайне токсичный газ, образующийся при кипячении простого в-ва в щелочи - похоже на PH_3 ; Пусть А - гидрид металла М

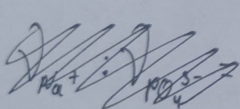
$\text{M}_3\text{P} + \text{3H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{M}(\text{OH})_n + n\text{PH}_3$; информация о растворимости $\text{M}(\text{OH})_n$ в щелочи наталкивает на проверку $n=3$: $58 = \frac{2,24}{22,4 \cdot 3} \cdot (31 \cdot 3 + 3 \cdot M_M)$; М - Al

А - AlP; Б - Al(OH)₃; В - PH₃; Г - P₂H₄; Х - P; Д - H₃PO₄
 ↑ гидрид ↑ гидроксид ↑ гидрид ↑ дигидрид ↑ фосфор ↑ ортофосфорная кислота
 алюминия алюминия



$$150 \text{ мл } \text{H}_3\text{PO}_4 \quad C_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{V_{\text{HPO}_3}}{V_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{V_{\text{PH}_3}}{101 - \frac{V_{\text{PH}_3} \cdot 18,2 / \text{мл}}{P_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 1000}} = \frac{0,1}{9,9982} \text{ М} = 0,0100018 \text{ М}$$

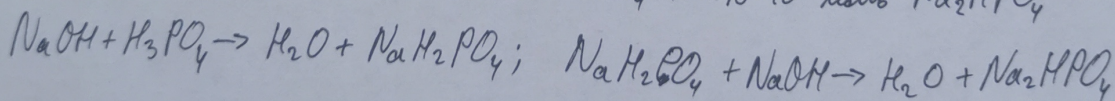
$$V_{\text{NaOH}} = 0,04 \text{ М} \cdot \frac{50}{1000} \text{ л} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ моль}; \quad V_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{150}{1000} \cdot 0,01 \text{ М} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$



При смешивании р-ров NaOH и H₃PO₄ образуются:

1,5 · 10⁻³ моль NaH₂PO₄ и ещё 0,5 · 10⁻³ моль NaOH, т.е.

1 · 10⁻³ моль NaH₂PO₄ и 0,5 · 10⁻³ моль Na₂HPO₄



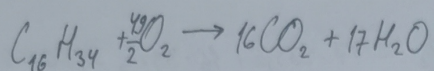
$$\frac{V_{\text{NaH}_2\text{PO}_4}}{V_{\text{Na}_2\text{HPO}_4}} = \frac{1}{0,5} = 2;$$

Данный раствор проявляет буферные свойства (смешана слабая кислота H_2PO_4^- и её соль Na_2HPO_4)

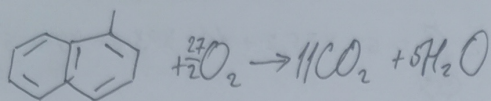
Также частицы HPO_4^{2-} и H_2PO_4^- проявляют свойства амфотеров (могут как отдавать, так и принять протон).

Ответ: AlP, Al(OH)₃, PH₃, P₂H₄, P, H₃PO₄; $\frac{V_{\text{NaH}_2\text{PO}_4}}{V_{\text{Na}_2\text{HPO}_4}} = \frac{2}{1}$; буферные св-ва.

Черновик



$$\Delta H_{сгор.} = 17 \cdot 285,8 + 16 \cdot 393,5 - 456 \frac{кДж}{моль}$$



$$\Delta H_c = 5 \cdot 285,8 + 11 \cdot 393,5 - 45 \frac{кДж}{моль}$$

M

A_2O_n

B_2O_m

$$\frac{16n}{A_2 + 16n} = 0,8$$

$$1,2A = 6,4n$$

$$A = 5,333n$$

$$\frac{16m}{B_2 + 16m} = 0,2$$

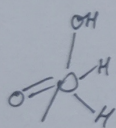
$$0,4B = 12,8m$$

$$B = 32m$$

SiO

CuO

TeO_2



M_2O_3

$$16 \cdot 3$$

$$16$$

$$0,6$$

$$0,2$$

$$6$$

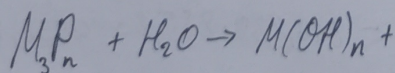
$$2$$

$$-3 + 1$$

SO_3

CuO

$$5,82$$



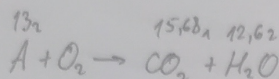
Часть 2

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

Шифр: **21300526**

ID профиля: **168736**

Вариант 1



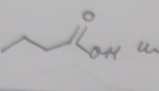
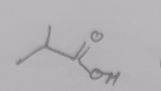
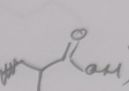
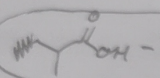
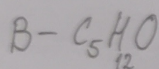
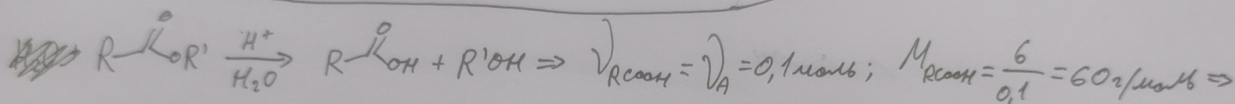
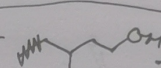
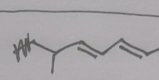
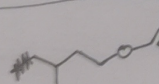
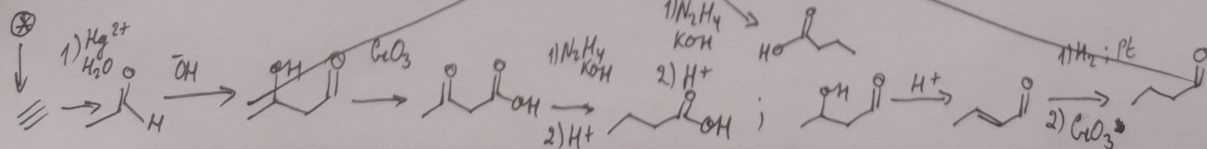
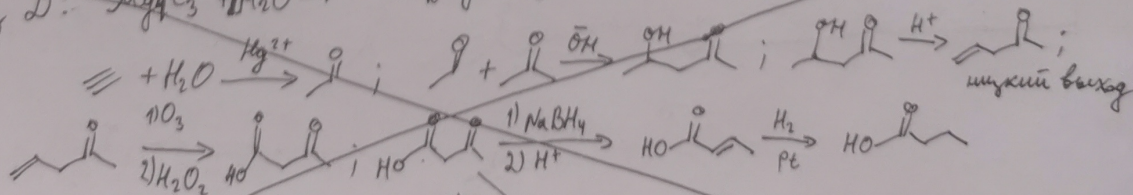
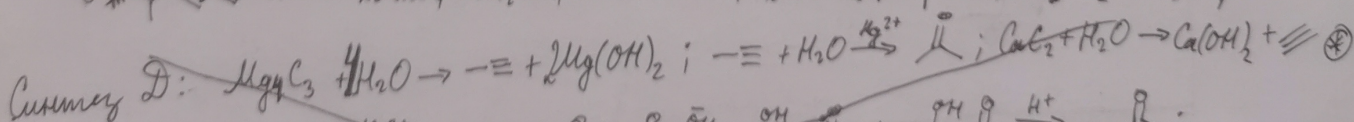
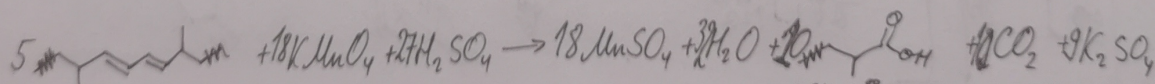
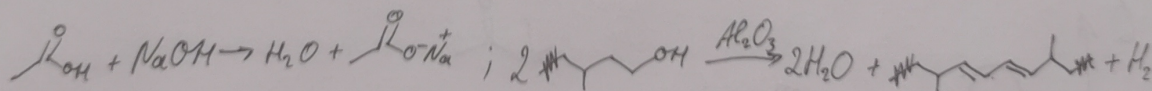
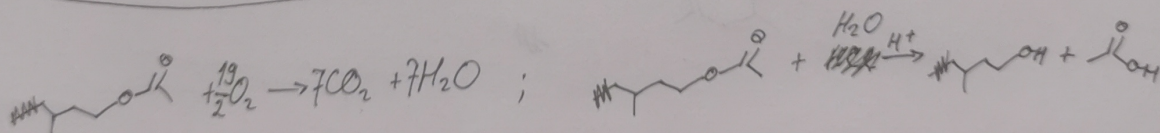
$$V_{CO_2} = 0,7 \text{ моль} = V_{H_2O}; 1 \cdot 2V_H + V_C \cdot 12 = 9,82 \Rightarrow V_O = \frac{13-9,8}{16} = 0,2 \text{ моль}$$

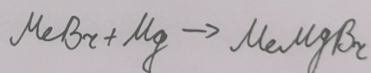
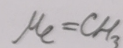
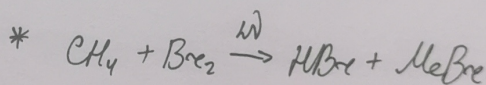
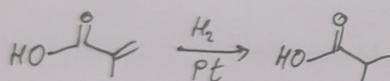
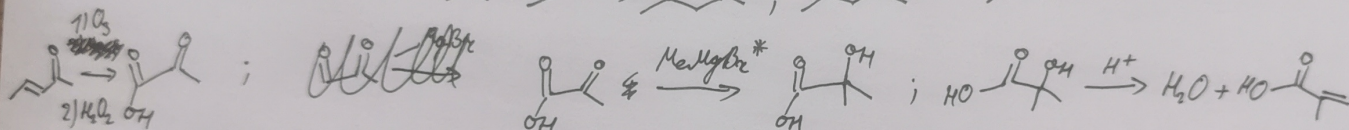
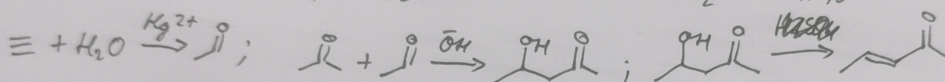
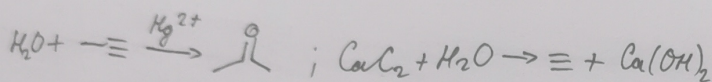
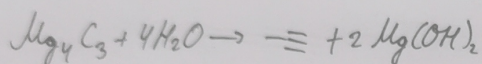
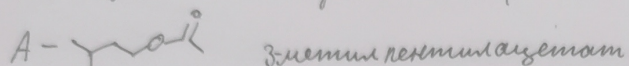
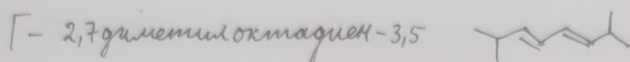
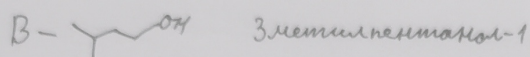
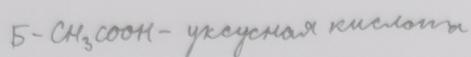
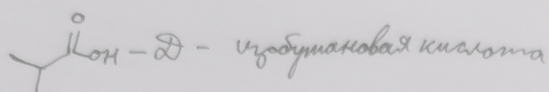
$$V_O : V_C : V_H = 2 : 7 : 14$$

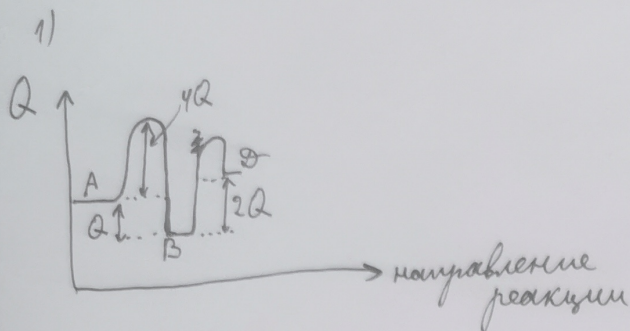
формула A - $C_7H_{14}O_2$

$$V_{NaOH} = 0,1 \text{ моль} = \frac{132}{(12 \cdot 7 + 14 + 32) \text{ г/моль}} = V_{\text{кислоты}} \quad \text{— сходится с формулой}$$

$$\text{Если в D } 2O, \text{ то } \frac{16 \cdot 2}{0,3636} - 16 \cdot 2 = M_{C_4H_8}$$

 $C_4H_8O_2$ — формула Dдля D:  или  (подходит только ) — D (бутановая (масляная) кислота)из структуры D: B -  (пентанол-4) $\Rightarrow$ B - CH_3COOH (уксусная (этановая) кислота)Г синтезируется по Лебедеву: Г -  (декадиен-46)A -  (пермитагемат)





т.к. $k_1 = k_2$, а $k = A \cdot e^{\frac{-E_a}{RT}}$, то
не зная соотношений между A_1 и A_2 ,
нельзя предположить точно
~~близкий~~ соотношение между
 E_{a1} и E_{a2}

$$E_{a1} = E_{A \rightarrow B}; E_{a2} = E_{B \rightarrow D}$$

2) $Q = Q - 2Q = -Q \Rightarrow$ реакция экзотермическая

3) предположим, что $A_1 = A_2$, тогда $E_{a1} = E_{a2} = 4Q$

$$E_{a_{B \rightarrow D}} = 4Q; E_{a_{D \rightarrow B}} = 4Q - 2Q = 2Q \Rightarrow \frac{E_{a_{B \rightarrow D}}}{E_{a_{D \rightarrow B}}} = 2; k_2 = A \cdot e^{\frac{-E_{a_{B \rightarrow D}}}{RT}}; k_3 = A \cdot e^{\frac{-E_{a_{D \rightarrow B}}}{RT}}$$

$\uparrow (Q_{B \rightarrow D})$

~~$$\frac{k_2}{k_3} = e^{\frac{E_{a_{B \rightarrow D}}}{RT} + \frac{E_{a_{D \rightarrow B}}}{RT}}$$~~

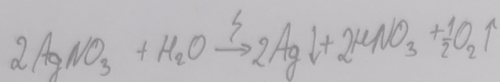
$$\ln k_2 = \ln A - \frac{E_{a_{B \rightarrow D}}}{RT}$$

$$\ln k_3 = \ln A - \frac{E_{a_{D \rightarrow B}}}{RT}$$

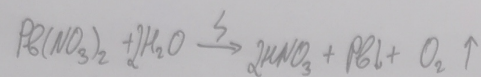
$$\ln k_2 - \ln k_3 = \frac{-E_{a_{B \rightarrow D}} + E_{a_{D \rightarrow B}}}{RT}$$

$$\ln \frac{k_2}{k_3} =$$

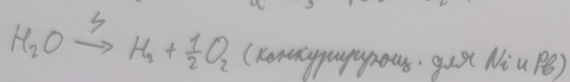
- 1) Лучше всего идёт электролиз ^{не} активных металлов (потенциал их реакции восстановления меньше).



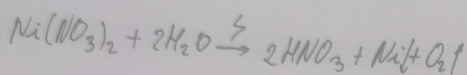
$$E_{\text{р-ции}}^* = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}}$$



процесс на катоде ~~восстановления~~ - процесс с восстановлением металла



$$\Delta G = -nFE_{\text{р-ции}} \Rightarrow \text{чем больше } E_{\text{р-ции}}, \text{ тем меньше } \Delta G - \text{ тем лучше идёт р-ция}$$



$E_{\text{катода}}$ для менее активных металлов больше, чем для активных металлов.
 Ni Pb Ag
 электролиз идёт хорошо

$$2) \frac{M_{\text{Ag}} \cdot 3A \cdot t_{\text{Ag}}}{1 \cdot F} = m_{\text{Ag}} = w_{\text{Ag}} \cdot 68; \quad w_{\text{Ag}} = \frac{108}{108 + 2M_{\text{HNO}_3}} = 0,4655$$

$$t_{\text{Ag}} = 9426,7 \text{ сек.} \approx 157 \text{ мин.}$$

$$\frac{M_{\text{Pb}} \cdot 3A \cdot t_{\text{Pb}}}{2 \cdot F} = w_{\text{Pb}} \cdot 66,2; \quad w_{\text{Pb}} = \frac{207}{207 + 2M_{\text{HNO}_3}} = 0,625$$

$$t_{\text{Pb}} = 12864,67 \text{ сек.} \approx 214,4 \text{ мин.}$$

* t_{Ag} и t_{Pb} - время, за которое осадятся Ag и Pb, если нет ограничения в 57,22 мин.)
 $V_{\text{Ni}(\text{NO}_3)_2} = 0,2 \text{ моль}$

$$5 \cdot 60 + 22 - t_{\text{Pb}} - t_{\text{Ag}} = t_{\text{Ni}} < 0 \Rightarrow \text{весь } \text{Ni}^{2+} \text{ остался в р-ре}$$

$$t_{\text{Pb}} = 60 \cdot 5 + 22 - 157,1 = 164,9 \text{ мин.} - \text{столько времени будет оседаться Pb}$$

$$m_{\text{Pb}} = \frac{207 \cdot 3A \cdot 164,9 \cdot 60}{2 \cdot 96500} = 31,835 \text{ г Pb}; \quad w_{\text{Pb}} \cdot 66,2 - 31,835 = 9,54 \text{ г Pb}^{2+} \text{ в р-ре}$$

$$V_{\text{Pb}(\text{NO}_3)_2} = 0,046 \text{ моль катодн.}$$

В р-ре после электролиза: 0,046 моль $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ и 0,2 моль $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$.

$$3) * 5 \cdot 60 + 22 - t_{\text{Ag}} - t_{\text{Pb}} = -49,5 \text{ мин.} - \text{время нужно увеличить на 49,5 мин.}$$

$$4) V_{\text{выделив. HNO}_3} = V_{\text{AgNO}_3} + 2V_{\text{Pb}(\text{NO}_3)_2} = 0,4 \text{ моль} + 2 \cdot (-0,046 + 0,2) = 4,308 \text{ моль}; \quad M_{\text{водн}} = M_{\text{водн}} \text{ в нач.} - M_{\text{водн}} \text{ в конект.}$$

$$M_{\text{водн}} = 499,72 \Rightarrow C_{\text{HNO}_3} = \frac{4,308 \text{ моль}}{499,7 \text{ мл}} = 8,62 \cdot 10^{-4} \text{ М}; \quad V_{\text{р-ра}} \approx 10 \text{ мл} \Rightarrow C_{\text{HNO}_3} = \frac{8,62 \cdot 10^{-4} \cdot 100}{100} = 8,62 \cdot 10^{-4} \text{ М}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}(8,62 \cdot 10^{-4}) = 3,06$$

Черновик

