

Часть 1

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

Шифр: **21300798**

ID профиля: **97038**

Вариант 1

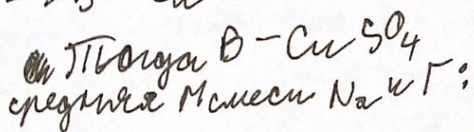
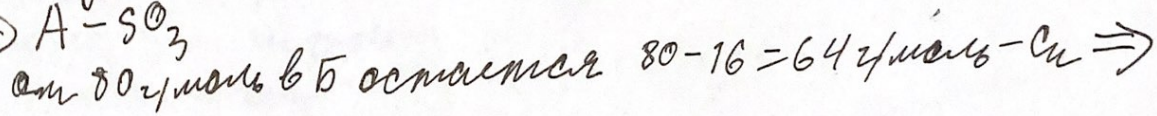
Чистовик
Задача (начало)

Рассчитает ^{показатель} индекс АнБ в расчете на 1 км² роз:

$$M_D = \frac{16}{0,2} = 80 \text{ г/моль}$$

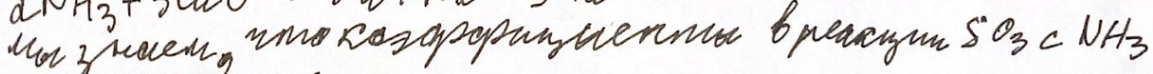
Документы, в А 3 кислорода, а в Б 1 кислорода
 $80 - 3 \cdot 16 = 32$ г

Получили, в аз. кислорода, а в в. кислорода
Получили от 80 ч. аз. в аз. кислорода $80 - 3 \cdot 16 = 32$ ч. аз. - S=



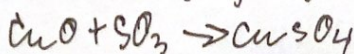
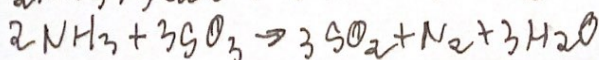
$$M_{cr} = 4013,75 = 5521 \text{ мм}$$

Тада срезним зони саопш-
тавимо уредности реактив $\text{SiO}_2 \cdot \text{NH}_3$.


$$2\text{NH}_3 + 3\text{SO}_3 \rightarrow 3\text{H}^+ + \text{Na} + 3\text{H}_2\text{O}$$

Основной компонент, это SO_2 Плавильный М.ср:

$\Gamma - \text{SO}_2$, $\Delta - \text{Cu}$. Проверим NH_3 : $\text{NH}_3 = 22,4 \cdot \frac{\text{досл. } 2}{3} = 22,4 \cdot \frac{24}{80} \cdot 2 = 4,48 \text{ н.к.}$ - количество в условии

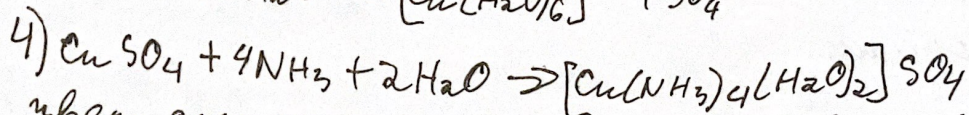
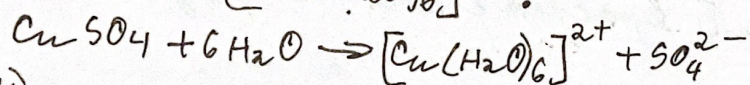


Чистовик

Страница 2

Задача 1 (продолжение)

3) Восстановитель будет галубым из-за ~~образовании~~ образования катиона $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$:

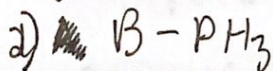


цвет станет темно-фиолетовым (васильково-синий)

Ответ: 1) А - SO_3 , Б - CuO , В - CuSO_4 , Г - SO_2 , Д - Cu
3) галубый
4) васильково-синий

Задача 2 (начало)

Высокотоксичный газ, воспламеняющийся на воздухе и образующийся при реакции простого вещества с щелочью — фосфин PH_3



$$V_{\text{PH}_3} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ моль}$$

Допустим, $V_A = V_{\text{PH}_3}$ в А содержится 1 атом Р)

Тогда $M_A = \frac{5,80}{0,1} = 58 \text{ г/моль}$. ~~нз~~ Выходим 312/моль

Остаток 272 моль — Al. Значит А — AlP.

Действительно, при гидролизе Al образуется $\text{Al}(\text{OH})_3$ — Б, растворяющийся в избытке щелочи PH_3 — В.

Фосфин воспламеняется в присутствии диэрофорина — P_2H_4 — Г. Тогда X — P. При сжигании PH_3 образуется P_2O_5 , который окисляется при реакции с H_2O H_3PO_4 — А

Ответ: А — AlP — фосфид алюминия

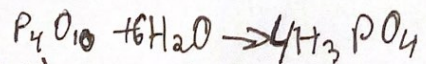
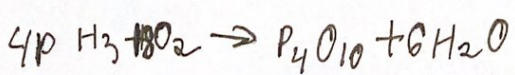
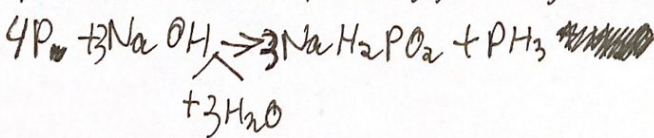
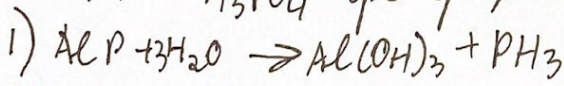
Б — $\text{Al}(\text{OH})_3$ — гидроксид алюминия

В — PH_3 — фосфин

X — P — фосфор

Г — P_2H_4 — диэрофорин

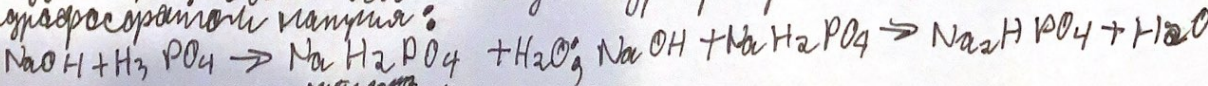
А — H_3PO_4 — фосфорная кислота



3) $V_{\text{H}_3\text{PO}_4} = V_{\text{PH}_3} = 0,1 \text{ моль}$ — исходное вещество, его было 10 мл из него взяли 150 мл $V_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{0,1 \cdot 0,15}{10} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$

$V_{\text{NaOH}} = 50 \cdot 0,04 : 1000 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$

будет образовываться смесь диэрофосфата натрия с гидрофосфатом натрия:



Чистовина

Страница 41

Задача 2 (продолжение)

Первоначально образовалось $1,5 \cdot 10^{-3}$ моль NaH_2PO_4 ,
осталось еще $0,5 \cdot 10^{-4}$ моль NaOH . Они прореагируют
с $0,5 \cdot 10^{-4}$ моль NaH_2PO_4 , давая $5 \cdot 10^{-4}$ моль Na_2HPO_4

~~и~~ и оно образовалось смесь из: ~~1 моль NaH_2PO_4 и 0,5 моль Na_2HPO_4~~

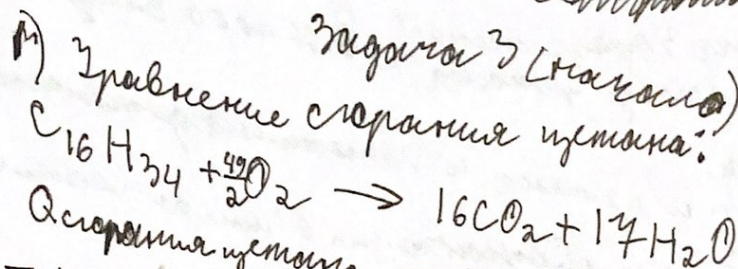
1 моль NaH_2PO_4 и 0,5 моль Na_2HPO_4

Эта смесь — буферный раствор. Обладает
свойством почти не изменять pH при разбавлении
или ~~незначительном~~ небольшом подкислении или
подщелачивании

Ответ: 1 моль NaH_2PO_4 и 0,5 моль Na_2HPO_4

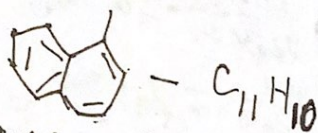
числовик ~~вспомогательный~~

задача 3 (накало)

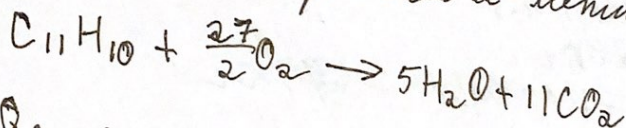


Q сгорания цетана = $16Q_{обр}CO_2 + 17Q_{обр}H_2O - Q_{обр}цетана =$
 $= 16 \cdot 393,5 + 17 \cdot 285,8 - 456 = 10698,6 \text{ кДж/моль}$

α-метилнафталин:



Уравнение сгорания α-метилнафталина:



Q сгорания α-метилнафталина = $11Q_{обр}CO_2 + 5Q_{обр}H_2O - Q_{обр}C_{11}H_{10} =$
 $= 11 \cdot 393,5 + 285,5 \cdot 5 - 45 = 5712,5 \text{ кДж/моль}$

Пусть ~~в смеси~~ Керосин - смесь цетана и α-метилнафталина. Пусть $V_{цетана} = x$ - объемная доля цетана
 Тогда $V_{цетана} = 100x \text{ (мл)}$
 $V_{\alpha\text{-метилнафталина}} = 100(1-x) = 100 - 100x \text{ (мл)}$

$m_{цетана} = 100x \cdot 0,773 = 77,3x \text{ (г)}$

$m_{\alpha\text{-метилнафталина}} = 1,02 \cdot 100(1-x) = (1-x) \cdot 102 \text{ (г)}$
 $V_{цетана} = \frac{77,3x}{16 \cdot 12 + 34} = 0,342x \text{ (моль)}$

$V_{\alpha\text{-метилнафталина}} = \frac{(1-x) \cdot 102}{11 \cdot 12 + 10} = 0,718(1-x) \text{ моль}$

Q сгор 100 мл керосина = ~~Q сгорания~~ Q сгорания цетана $\cdot V_{цетана} + Q_{сгорания}$
 $\alpha\text{-метилнафталина} \cdot V_{\alpha\text{-метилнафталина}} = 0,342x \cdot 10698,6 +$
 $+ (1-x) \cdot 0,718 \cdot 5712,5 = 3927,8$

По условию это равно $3927,8 \text{ кДж}$
 $4101,6 - 442,7x = 3927,8$
 $x = \frac{4101,6 - 3927,8}{442,7} = 0,39$ Значит цетана в смеси 39
 Ответ: 39

Условия

Задача 3 (продолжение) 6% по объему
2) В керосине 39% по объему цетана и 61% по объему
ос-метилнафталина
значит рассчитаем ρ цетана и ос-метилнафталина

В 100 мл керосина 39 мл цетана и 61 мл ос-метил-
нафталина

это 30,1472 г цетана и 62,22 г ос-метилнафталина
Суммарно это 92,3672

$$\text{значит } \rho_{\text{цетана}} = \frac{30,1472}{92,3672} = 0,326$$

$$\rho_{\text{ос-метилнафталина}} = \frac{62,22}{92,3672} = 0,674$$

значит в тонне керосина:

$$m_{\text{цетана}} = 1000 \cdot 0,326 = 326 \text{ кг}$$

$$m_{\text{ос-метилнафталина}} = 1000 \cdot 0,674 = 674 \text{ кг}$$

$$\rho_{\text{цетана}} = \frac{326 \cdot 1000}{16,12 + 34} = 1442,5 \text{ моль}$$

$$\rho_{\text{ос-метилнафталина}} = \frac{674 \cdot 1000}{11,12 + 10} = 4746,5 \text{ моль}$$

$$Q_{\text{сгорания 1 тонны керосина}} = 1442,5 \cdot 10698,6 + 4746,5 \cdot 5712,5 =$$

$$= 42547111,8 \text{ кДж}$$

$$\rho_{\text{H}_2} = \frac{42547111,8}{285,8} = 14887 \text{ моль}$$

$$V_{\text{H}_2} = 14887 \cdot 22,4 = 333469 \text{ л} = 333,469 \text{ м}^3$$

Ответ: 333,469 м³

3) ~~Можно~~ $PV = \nu RT$

$$\rho_{\text{H}_2} = \frac{PV}{RT} = \frac{19,6 \cdot 10^3 \cdot 40}{8,31 \cdot 298} = 316,6 \text{ моль}$$

$$Q_{\text{H}_2} = 316,6 \cdot 285,8 = 90484 \text{ кДж}$$

$$Q_{\text{сгорания 1 тонны керосина}} = 42547111,8 \text{ кДж} \Rightarrow Q_{\text{сгорания 1 кг керосина}} =$$

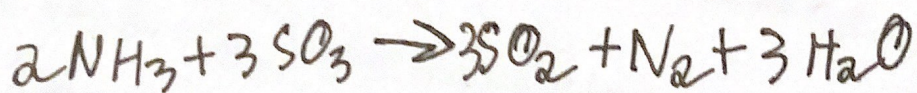
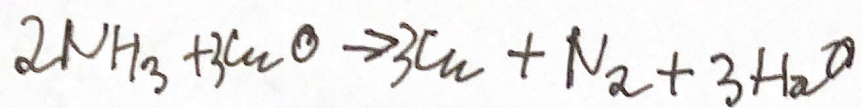
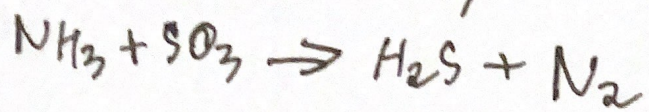
$$= 42547 \text{ кДж} \Rightarrow \text{так как } Q_{\text{H}_2} \text{ намного меньше}$$

$$\frac{90484}{42547} = 2,13 \text{ кг вместо } 76,5 \text{ кг баллона} \Rightarrow \text{нецелесообразно.}$$

к тому же водород горит и ~~горит~~ взрывоопаснее

Ответ: нецелесообразно

Чепровик



Часть 2

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

Шифр: **21300798**

ID профиля: **97038**

Вариант 1

Чистовик

Страничка 1

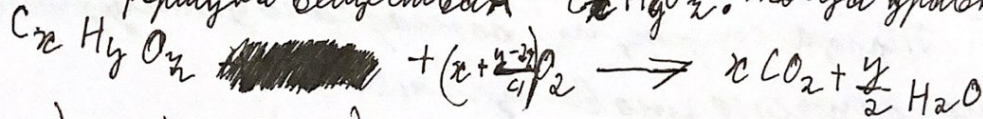
Задача 4 (начало)

$$\nu_{CO_2} = \frac{15,68}{22,4} = 0,7 \text{ моль}$$

$$\nu_{H_2O} = \frac{12,6 \cdot 1}{18} = 0,7 \text{ моль}$$

(других элементов нет, так как при сгорании только CO_2 и H_2O)

Пусть формула вещества А — $C_x H_y O_z$. Тогда уравнение сгорания:



$$\nu_A = \frac{\nu_{CO_2}}{x} = \frac{2\nu_{H_2O}}{y} \Rightarrow \nu_H = 2\nu_C$$

$$M_A = \frac{13}{0,7} \cdot x = \frac{130}{7} x \text{ г/моль}$$

Значит, что M должно быть целым, так как А состоит из C, H и O . Тогда x должно быть кратно 7

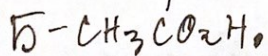
Допустим, оно 7. Тогда $M_A = 130$ г/моль. Вычет M

7 C и 14 H — получим 32 г/моль — молярная масса 2 атомов O . Значит формула А — $C_7 H_{14} O_2$

Всего кислорода — сложный эфир одноосновной кислоты

$$\nu_{NaOH} = 0,1 \cdot 190 = 0,1 \text{ моль}$$

$$M_B = \frac{6}{0,1} = 60 \text{ г/моль} - \text{молярная масса } CH_3COOH$$



Спирт содержит 5 атомов углерода

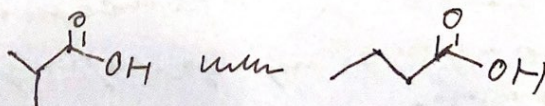
так как невозможно симметрично расщепить 5-углеродный спирт, при окислении

учетом CO_2 и остается кислота с 4 углеродами. Кислота содержит

$$2 \text{ кислорода} \Rightarrow M_A = \frac{16 \cdot 2}{0,2636} = 88 \text{ г/моль}$$

Это соответствует $C_4 H_8 O_2$

Варианта:



так как А содержит ~~4~~ ^{премиальный} атом углерода, А — ~~CH_3COOH~~ CC(=O)O

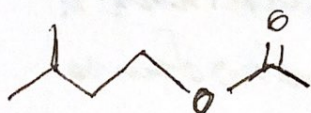
Задача 4 (продолжение)

~~Итак, мы~~ Она могла получиться, только ~~из~~
при окислении алкена структурой:

CC(C)=CC - Г Тогда спирт, из которого дегидрати-
рует было получено это вещество:



Тогда исходное вещество А:



Ответ: А: CC(C)CCOC(=O)C - изопентилацетат
(или 3-метилбутиловый эфир уксусной кислоты)

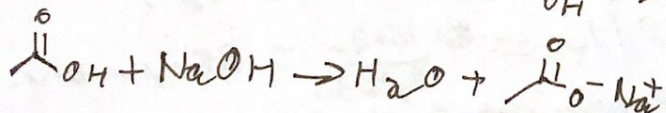
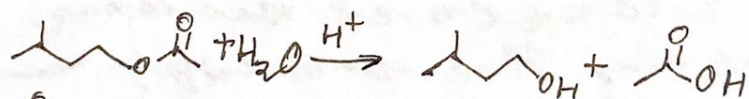
Б- CC(=O)O - уксусная (этановая) кислота

В- CC(C)CCO - ~~пропанол~~ 3-метилбутанол - 1

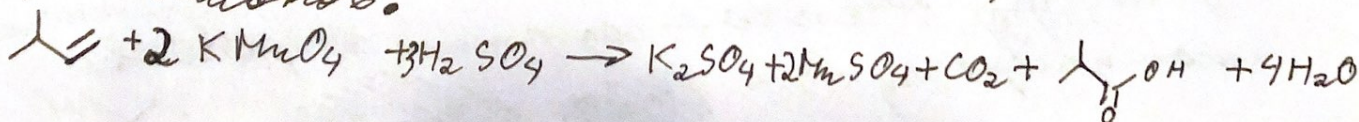
Г- CC(C)=CC - 3-метилбутен - 1

Д- CC(C)C(=O)O - ~~пропан~~ 2-метилпропановая кислота

2) CC(C)CCOC(=O)C + \frac{19}{2} O_2 \rightarrow 7 CO_2 + 7 H_2O (2-метилпропановая кислота)



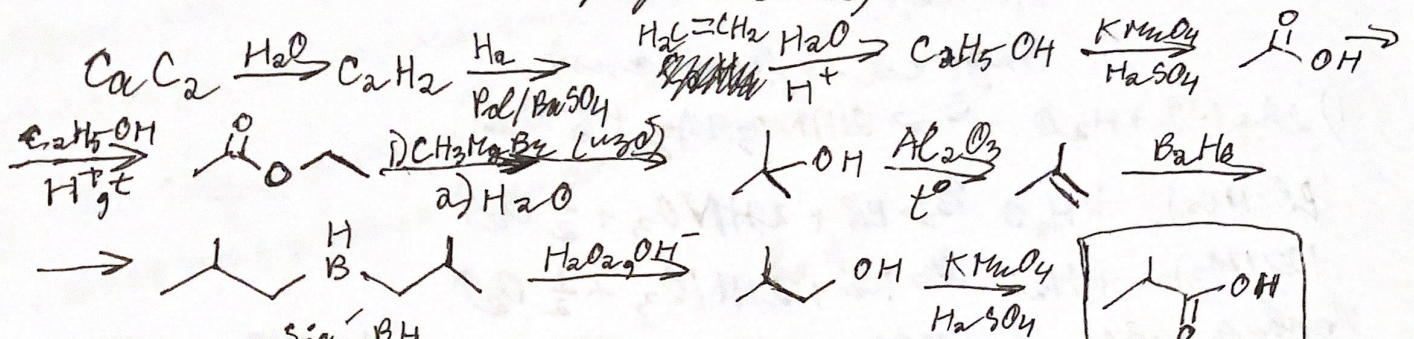
~~Итак, мы~~ CC(C)CCO \xrightarrow{Al_2O_3, 600^\circ C} CC(C)=CC - реакция идет по ~~э~~ ~~тому~~
обычному продукту из-за переноса карбоксильной группы.



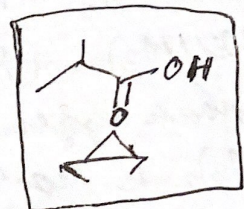
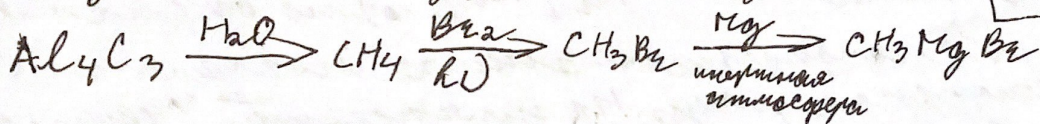
Установив

Структура 3

Задача 4 (продолжение)



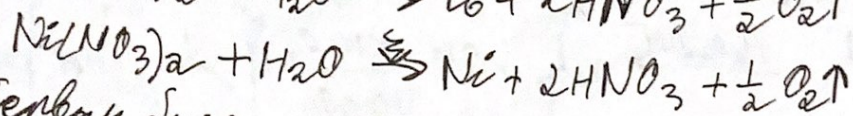
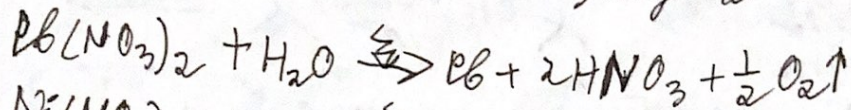
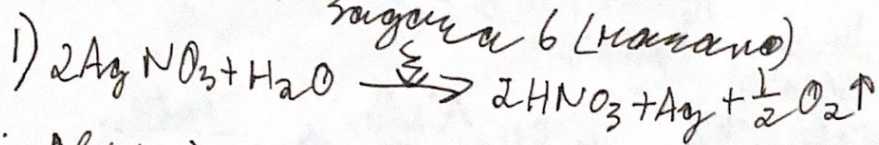
Синтез с использованием CH_3MgBr :



Чистовик

Страница 4

Задача 6 (начало)



Первым будет проходить электродиз AgNO₃, затем Pb(NO₃)₂ и только потом Ni(NO₃)₂. Это объясняется возрастанием восстановительной способности металлов в электрохимическом ряду напряжений (чем правее там находится металл, тем легче он будет восстановиваться).

2) По закону Фарадея Эммануэлов, прошедших через систему:

$$Q_e = \frac{I \cdot t}{F} = \frac{3 \cdot (5 \cdot 60 + 22) \cdot 60}{96500} = 0,6 \text{ моль}$$

$$Q_{AgNO_3} = \frac{68}{108 + 14 + 48} = 0,4 \text{ моль}$$

$$Q_{H_2O} = \frac{670,5 - 68 - 66,2 - 36,6}{18} =$$

$$Q_{Pb(NO_3)_2} = \frac{66,2}{207 + 14 \cdot 2 + 6 \cdot 16} = 0,2 \text{ моль} = 17,6 \text{ моль}$$

$$Q_{Ni(NO_3)_2} = \frac{36,6}{59 + 14 \cdot 2 + 6 \cdot 16} = 0,2 \text{ моль}$$

На 1 моль AgNO₃ надо 1 моль e⁻ для восстановления; на 1 моль Pb(NO₃)₂ надо 2 моль e⁻; на 1 моль Ni(NO₃)₂ надо 2 моль e⁻.

Всего было 0,6 моль e⁻ ⇒ AgNO₃ восстановился весь, Pb(NO₃)₂ восстановился на половину, Ni(NO₃)₂ уже не начал восстанавливаться.

~~Вывод: состав раствора после электролиза~~
 Ответ: качественный состав - Pb(NO₃)₂, Ni(NO₃)₂, HNO₃, H₂O
 количественный состав: 0,1 моль Pb(NO₃)₂; 0,2 моль Ni(NO₃)₂; 0,6 моль HNO₃; 17,3 моль H₂O

Чистовик

Задача 6 (продолжение)

3) содержалось только 1 вещество $\rightarrow \text{HNO}_3$ (растворитель не учитываем)

необходимо всего:

$$\nu_{e^-} = \nu_{\text{AgNO}_3} + 2\nu_{\text{Pb(NO}_3)_2} + 2\nu_{\text{Ni(NO}_3)_2} = 1,2 \text{ моль}$$

$$\frac{It}{F} = \nu_{e^-}$$

$$t = \frac{\nu_{e^-} \cdot F}{I} = \frac{1,2 \cdot 96500}{3} = 38600 \text{ с} = 643 \text{ мин}$$

$$\Delta t = 643 - 5 \cdot 60 - 22 = 321 \text{ мин}$$

Ответ: на 321 минуту

4) В результате реакции тогда получили раствор массой:

$$\cancel{66,2} + \cancel{66,2} + \frac{66,2}{2} + 36,6 + \cancel{17,3 \cdot 18} + 0,6 \cdot (1 + 14 + 48) = 418,92$$

102 этого раствора содержат

$$\frac{0,6 \cdot 10}{418,9} = 0,0143 \text{ моль HNO}_3$$

~~$\text{pH} = -\lg([\text{H}^+]) = -\lg(0,0143)$~~

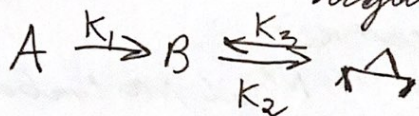
$$c_{\text{HNO}_3} = \frac{0,0143}{0,1} = 0,143 \text{ моль/л}$$

$$\text{pH} = -\lg([\text{H}^+]) = -\lg(0,143) = 0,84$$

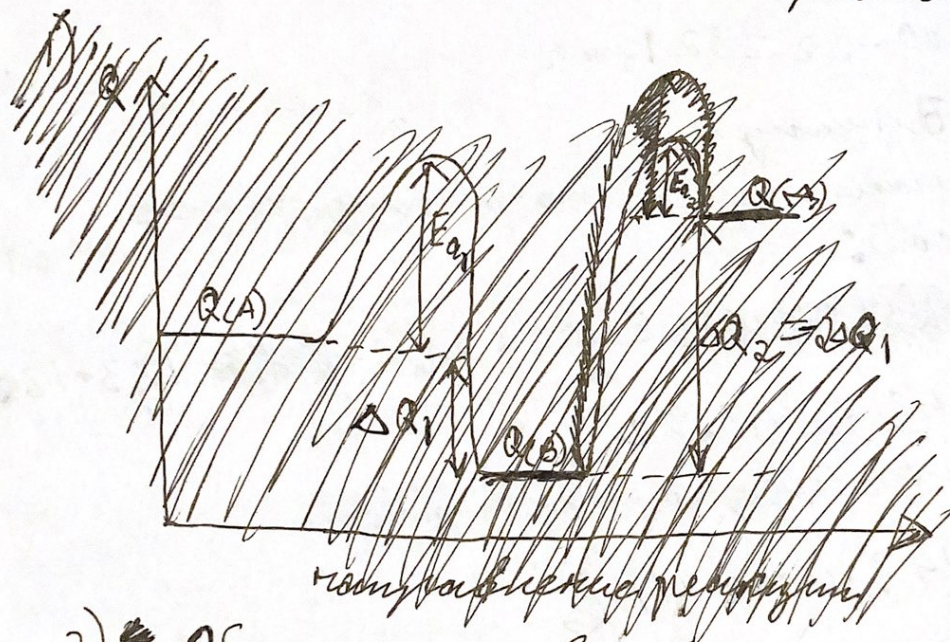
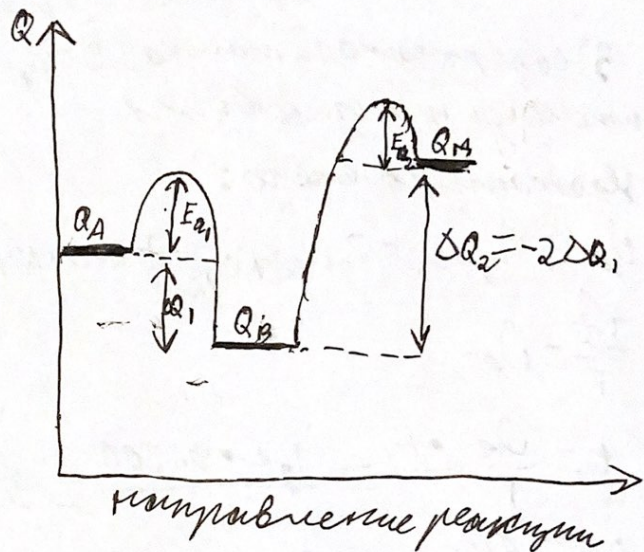
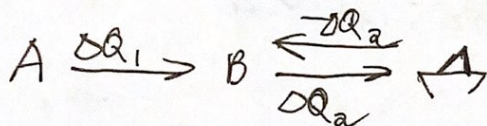
Ответ: $\text{pH} = 0,84$

Условие
Задача 5

Страница 6



$$K_1 = A \cdot e^{\frac{-E_{a1}}{RT}}$$



2) Общий тепловой эффект этого превращения будет эндотермическим:
 $\Delta Q_{общ} = \Delta Q_1 + \Delta Q_2 = -\Delta Q_1 \Rightarrow$ тепло поглощается

3) $K_1 = A \cdot e^{\frac{-E_{a1}}{RT}}$ $K_2 = A \cdot e^{\frac{-E_{a2}}{RT}} = A \cdot e^{\frac{-4\Delta Q_1}{RT}}$

Процесс $B \rightleftharpoons A$ обратимый $\Rightarrow \frac{K_2}{K_3} = K$ - константа равновесия
 $K = e^{\frac{-\Delta G}{RT}} = e^{\frac{-2\Delta Q_1}{RT}}$
 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = \Delta H = -\Delta Q_2 = 2\Delta Q_1$
 (можно предположить ≈ 0)

черновик

