

# Часть 1

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

Шифр: **21300088**

ID профиля: **373002**

Вариант 1

Чистовик, лист 1 из 6.

Задача 1

① А -  $X_2O_n$

$$w(O) = \frac{16n}{2x + 16n} = 0,6$$

$$16n = 1,2x + 10,8n$$

$$6,2n = 1,2x$$

$$x = 5,33n, n = 6 \Rightarrow x = 3, A - \text{это } SO_3$$

Б -  $Y_2O_n$

$$w(O) = \frac{16n}{2y + 16n} = 0,2$$

$$16n = 0,4y + 3,2n$$

$$12,8n = 0,4y$$

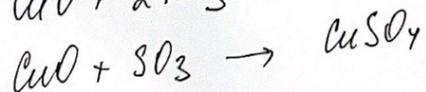
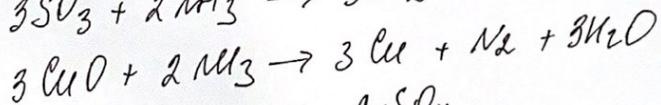
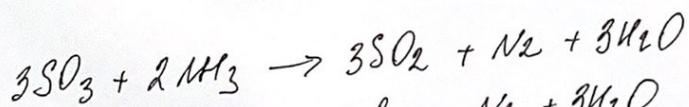
$$y = 32n, n = 2 \Rightarrow 64 \text{ г/моль} - y - \text{Cu}, \text{Б} - \text{это } CuO$$

В - это  $CuSO_4$

Г - это  $SO_2$

Д - это Cu

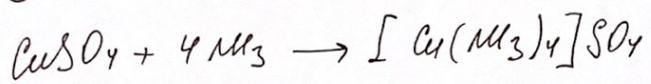
②



③ если вещество В растворить в воде, то раствор станет голубым, так как в воде медь образует аквакомплекс  $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$

Чистовик, лист 2 из 6

④

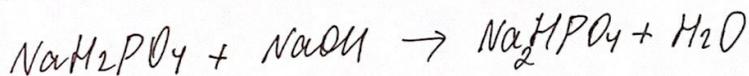
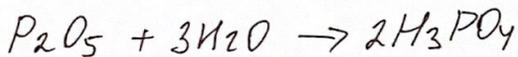
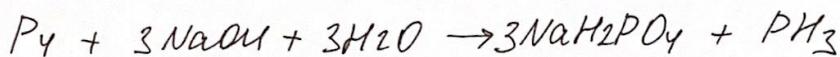
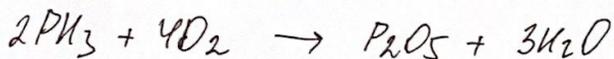
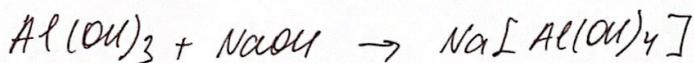
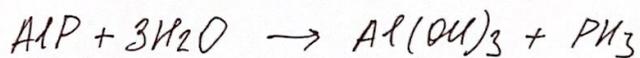
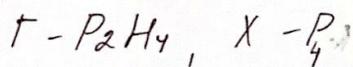


цвет раствора в результате этого взаимодействия  
становит тёмно-синим.

**ЗАДАЧА 2.**

Чистовик, лист 3. из 6

①. Предположим, что В -  $\text{PH}_3$  - фосфин



②. А - это  $\text{AlP}$  - фосфид алюминия

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

В -  $\text{PH}_3$  - фосфин

Г - это  $\text{P}_2\text{H}_4$  - дигидрофосфин

Д -  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  - дигидрофосфат натрия

Х -  $\text{P}_4$  - фосфор

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



$\nu(\text{A}) = \frac{0,1}{n} \text{ моль}$

$M(\text{A}) = \frac{5,8n}{0,1} = 58n$

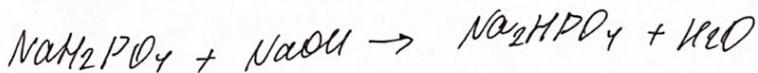
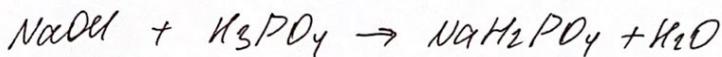
при  $n=3, M=174 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{Al}_3\text{P}_3 - \text{AlP}$

Чистовик, лист 4. из 6

$$\textcircled{3} \quad \nu(\text{PH}_3) = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow \nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,1 \text{ моль}$$

$$\text{в } 150 \text{ мл } \nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{0,1 \cdot 150}{10000} = 0,0015 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{NaOH}) = 0,04 \cdot 0,05 = 0,002 \text{ моль}$$



из реакции 1 предположительно увидим, что  $\text{H}_3\text{PO}_4$  в недостатке

$$\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,0015 \text{ моль}, \nu_{\text{ост}}(\text{NaOH}) = 0,0005 \text{ моль}$$

$$\text{из реакции 2: } \nu(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = \nu(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0,0005 \text{ моль}$$

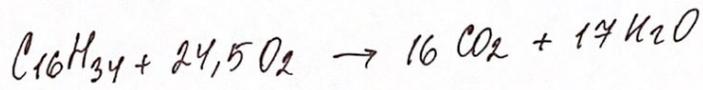
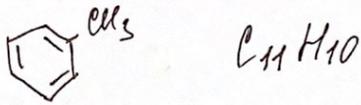
$$\nu_{\text{ост}}(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 0,001 \text{ моль}$$

Раствор проявляет буферные свойства, т.е. поддерживает постоянный pH

Чистовик, лист 5 из 6

Задача 3

①



$$Q_1 = 16 \cdot 393,5 + 17 \cdot 285,8 - 45,6 = 10\,698,6 \text{ кДж/моль}$$

$$Q_2 = 11 \cdot 393,5 + 5 \cdot 285,8 - 45 = 5712,5 \text{ кДж/моль}$$

Пусть уетана -  $x$  моль, 1-метилнафталина -  $y$

$$10\,698,6x + 5712,5y = 3927,8$$

$$m(C_{16}H_{34}) = 226x$$

$$V(C_{16}H_{34}) = \frac{226x}{0,743} = 292,4x$$

$$V(C_{11}H_{20}) = \frac{142 \cdot y}{1,02} = 139,2y$$

$$292,4x + 139,2y = 100$$

$$x = 0,342 - 0,479y$$

$$10\,698,6 \cdot (0,342 - 0,479y) + 5712,5y = 3927,8$$

$$619,97y = 268,88$$

$$y = 0,4337$$

$$x = 0,1356$$

Чистовик, лист 6 из 6

$$V(C_{18}H_{34}) = \frac{0,1356 \cdot 226}{0,773} = 39,6 \text{ мл}$$

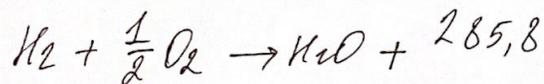
цетановое число = 39,6

$$\textcircled{2}. m(100 \text{ мл}) \text{ керосина} = 39,6 \cdot 0,773 + 60,4 \cdot 1,02 = 92,22 \text{ г}$$

$$92,22 \text{ г} = 3927,8 \text{ кДж}$$

$$1000000 = x$$

$$x = 42591629 \text{ кДж} = 42592 \text{ кДж}$$



$$n(H_2) = \frac{42591629}{285,8} = 149026 \text{ моль}$$

$$V(H_2) = 149026 \cdot 22,4 = 3338182 \text{ л}$$

$$\textcircled{3}. pE(H_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{19600 \cdot 40}{298 \cdot 8,314} = 316,4 \text{ моль}$$

$$1 \text{ т (керосина)} = 149026 \text{ моль}$$

$$76,5 \text{ кг (керос)} = x \text{ моль}$$

$$x = 11400 \text{ моль}$$

То кол-ву теплоты 76,5 кг керосина соответствует 11400 моль  $H_2$ , а в баллоне с водородом с такой массой только 316,4 моль, поэтому заменить авиационный керосин на водород нецелесообразно.

# Черновик

①  
 $M(\text{He}) = 13,75 \cdot 4 = 55 \text{ г/моль}$

$w(\text{O}) \text{ в } A = 60\%$

$x_2 \text{O}_n = \frac{16n}{2x + 16n} = 0,6$

$16n = 1,2x + 9,6n$

$6,4n = 1,2x$

$x = 5,33n$

$w(\text{O}) \text{ в } B = 20\%$

$0,2 = \frac{16n}{2x + 16n}$

$16n - 3,2n = 0,4x$

$12,8n = 0,4x$

$x = 32n$

$n=1 \Rightarrow \text{SO}$  нет

$n=2 \Rightarrow \text{SO}_2$

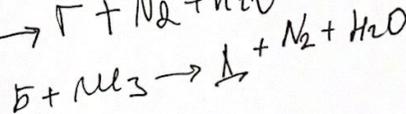
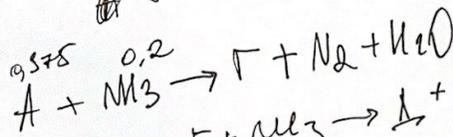
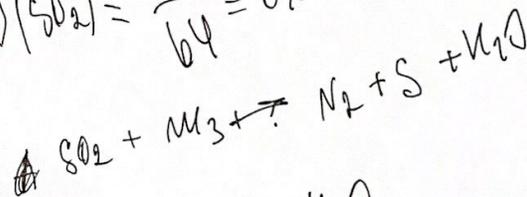
②

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

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

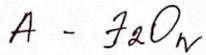
$\nu(\text{N}_2) = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль};$

$\nu(\text{SO}_2) = \frac{24}{64} = 0,375 \text{ моль}$



~~Черновик, лист 1~~  
Черновик

### Задача 1.

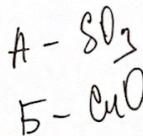


$$w(\text{O}) = \frac{16n}{27 + 16n} = 0,6$$

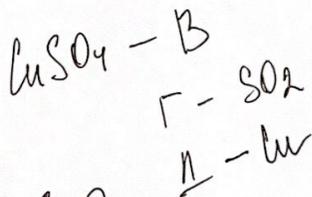
$$16n = 1,27 + 10,8n$$

$$5,2n = 1,27$$

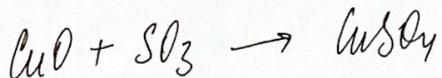
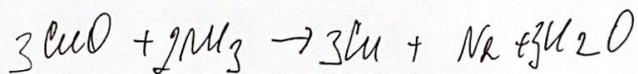
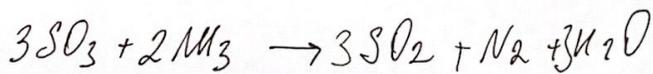
$$n = 5,23n, n = 6 \Rightarrow \text{S, SO}_3$$



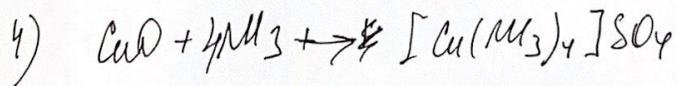
$$w(\text{O}) = \frac{16n}{27 + 16n}$$



$$M_x = 32n, n = 2 \Rightarrow x = \text{Cu}, \text{Б} - \text{CuO}$$



3) попробуем, т.к. в воде  $\text{CuO}$  образует комплекс  
ионного увета -  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$



темносиний р-р.

# Черновик

②

1) предположим, что В - PH<sub>3</sub> - фосфин

Г - P<sub>2</sub>K<sub>4</sub>    X - P<sub>4</sub>

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

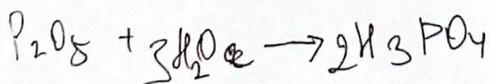
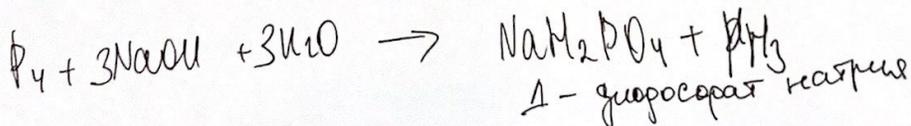
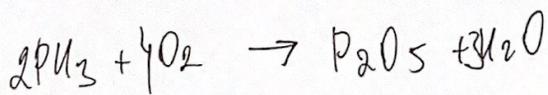
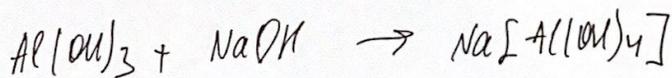
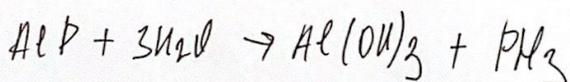
A - M<sub>03</sub>P<sub>n</sub>

$$n(A) = \frac{0,1}{n} \text{ моль}$$

$$M(A) = \frac{5,8n}{0,1} = 58n$$

при n = 3, M = 174 г/моль ⇒ Al<sub>3</sub>P<sub>3</sub>

A · AlP  
↓  
фосфин алюминия



n(PH<sub>3</sub>)

# Часть 2

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

Шифр: **21300088**

ID профиля: **373002**

Вариант 1

Условие, мст 1 из 6

**ЗАДАЧА 4**

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

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0,7 \text{ моль}$$

$$m(\text{C}) = 0,7 \cdot 12 = 8,4 \text{ г}$$

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

$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 0,7 \cdot 2 = 1,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}) = 1,4 \text{ г}$$

$$m(\text{O}) = 13 - 8,4 - 1,4 = 3,2 \text{ г}$$

$$n(\text{O}) = \frac{3,2}{16} = 0,2 \text{ моль}$$

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

Если кислота однокислотная:

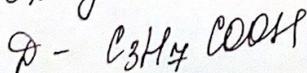
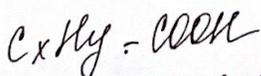
$$n(\text{K}) = n(\text{KOH}) = 1 \cdot 0,1 = 0,1 \text{ моль}$$

$$M(\text{K-ТН}) = \frac{6}{0,1} = 60 \text{ г/моль}$$

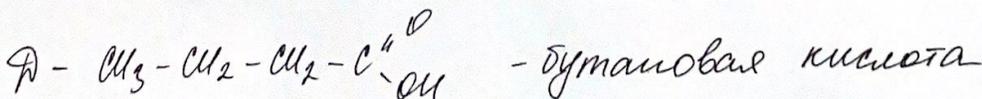
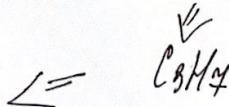
↓  
C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>COOH

если D - одноосновная

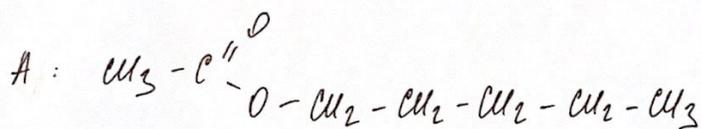
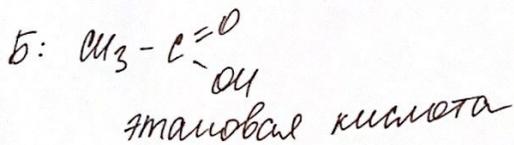
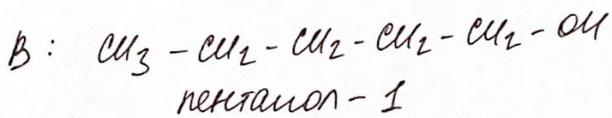
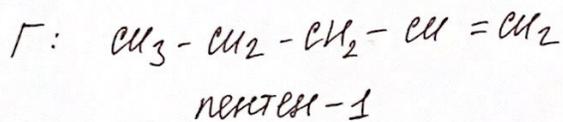
$$M(\text{D}) = \frac{72}{0,3636} = 88 \text{ г/моль}$$



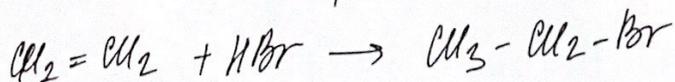
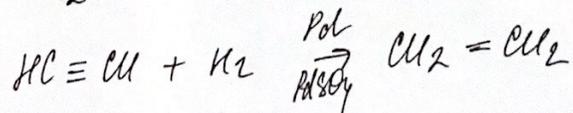
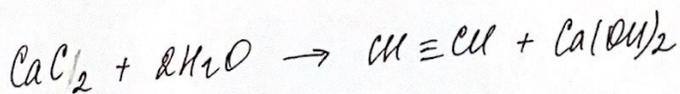
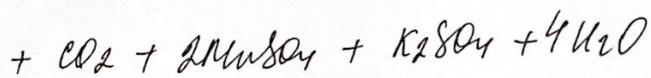
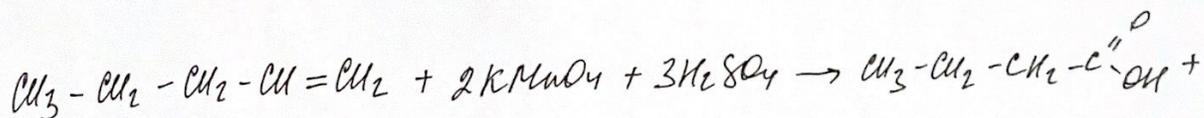
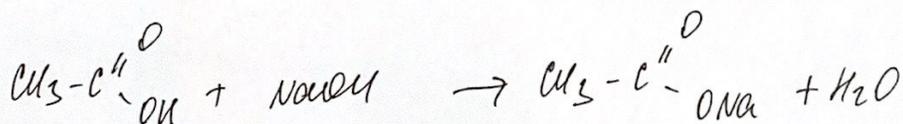
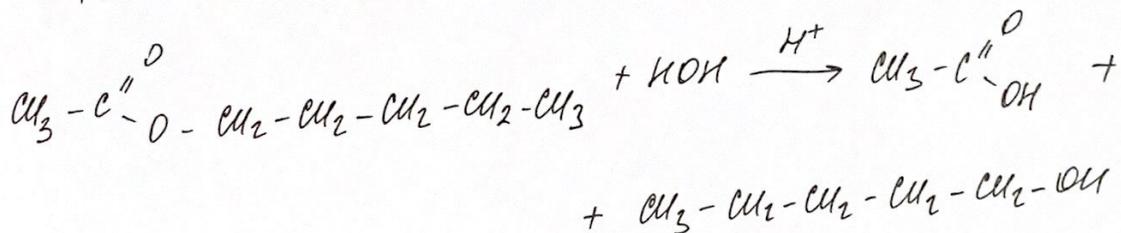
$$M(\text{HxHy}) = 88 - 45 = 43 \text{ г/моль}$$



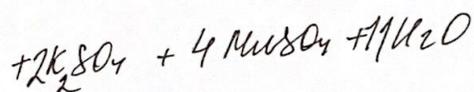
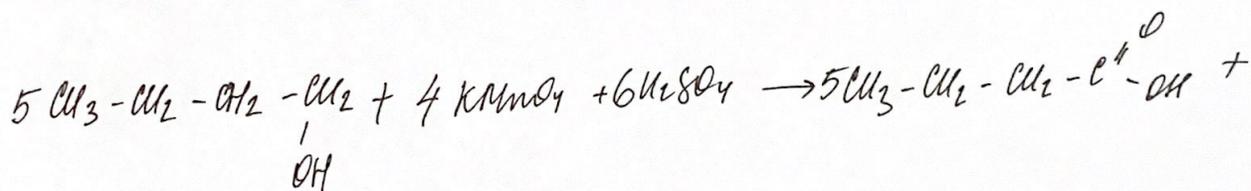
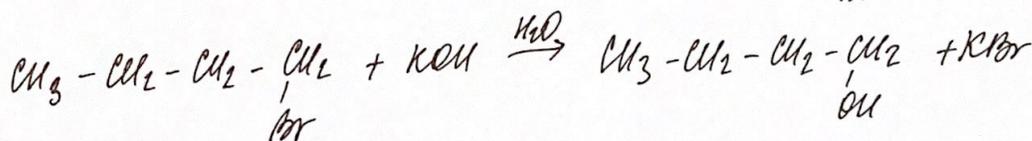
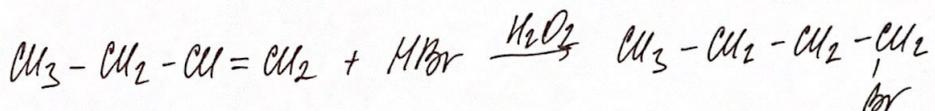
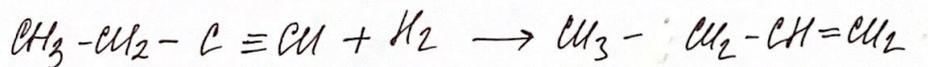
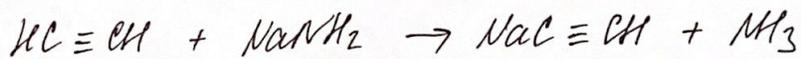
Чистовик, лист 2 из 6



1-пентилацетат  
(амилацетат)



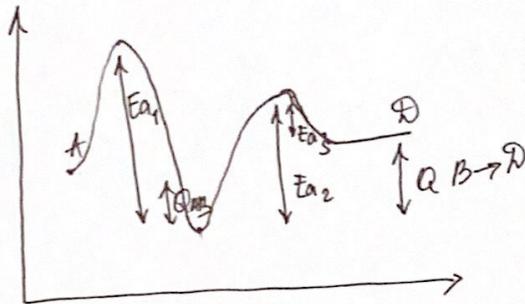
Условие, мот 3 из 6



Чистовик, лист 4 из 6

**Задача 5**

①



$$Ea_1 = Ea_2$$

$$Q_{B \rightarrow D} = -2Q_{AB}$$

$$Q_{AB} = 0,25 Ea_1$$

можем считать  $Ea_1 = 8 \text{ кДж}$

то  $Q_{AB} = 2 \text{ кДж}$

$$Ea_2 = 8 \text{ кДж}$$

$$Q_{B \rightarrow D} = 4 \text{ кДж}$$

②

$$Q_{общ} = Q_{AB} + Q_{B \rightarrow D} = -Q_{AB}$$

Общий тепловой эффект этого превращения -  
экзотермический

③

По рисунку:

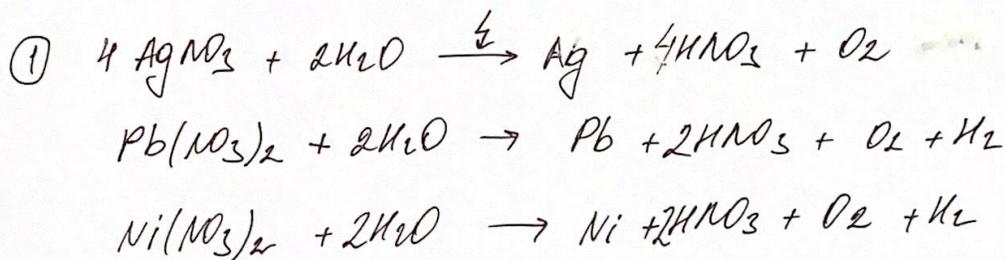
$$Ea_{\text{от } B \leftarrow D} = \frac{1}{2} Ea_{\text{от } B \rightarrow D}$$

$$\kappa = A \cdot e \frac{-Ea_1}{RT}$$

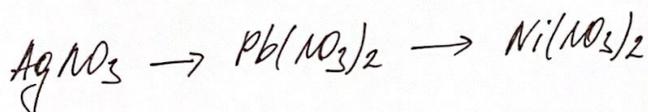
$$\frac{\kappa_2}{\kappa_3} = \frac{A \cdot e \frac{-Ea_2}{RT}}{A \cdot e \frac{-Ea_3}{RT}} = e \frac{Ea_3 - Ea_2}{RT} = e \frac{-\frac{1}{2} Ea_2}{RT}$$

$$Ea_3 = \frac{1}{2} Ea_2$$

**Задача 6**



Сначала восстанавливаются наименее активные металлы (это обоснование)



$$n(\text{AgNO}_3) = \frac{68}{169} = 0,4 \text{ моль}$$

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

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

$$m = \frac{MRt}{z \cdot F} = \frac{Mq}{z \cdot F}$$

$$q = I \cdot t$$

$$q = 3 \cdot (22 \cdot 60 + 5 \cdot 3600) = 57960 \text{ Кл}$$

Для выделения всего серебра

$$q = \frac{mzF}{M} = IzF = 0,4 \cdot 1 \cdot 96500 = 38600 \text{ Кл}$$

$$57960 - 38600 = 19360$$

$$n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \frac{19360}{4 \cdot 96500} = 0,05 \text{ моль} \Rightarrow \text{нужно еще } \text{H}_2$$

$$m_{\text{р-ра}} = 640,5 - m(\text{O}_2) - m(\text{H}_2) - m(\text{Ag}) - m(\text{Pb}) =$$

$$= 640,5 - 0,4 \cdot 108 - 0,05 \cdot 204 - 32(0,01 + 0,05) - 0,05 \cdot 2 =$$

$$= 614,92$$

Чистовик, лист 6 из 6

$$\gamma(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)_{\text{ост}} = 0,2 - 0,05 = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow$$

$$\gamma(\text{HNO}_3) = \gamma(\text{HNO}_3) + 2\gamma(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 0,4 + 0,1 = 0,5 \text{ моль}$$

② в расплаве соединены 0,2 моль  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ , 0,5 моль  $\text{HNO}_3$ ,  
0,15 моль  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

③ для остатка Pb:

$$q = 4 \cdot 0,15 \cdot 96500 = 579000$$

$$\text{для Ni: } q = 4 \cdot 0,2 \cdot 96500 = 772000$$

$$t = \frac{772000 + 579000}{3 \cdot 60} = 450 \text{ минут}$$

④  $\gamma(\text{HNO}_3)$  в порции = 0,5.  $\frac{10}{614,9} = 0,00813$  моль

$$c(\text{HNO}_3) = \frac{0,00813}{0,1} = 0,0813 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 0,09.$$

Черновик

Задача 4.

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

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{12,6}{18} = 0,7 \text{ моль}$$

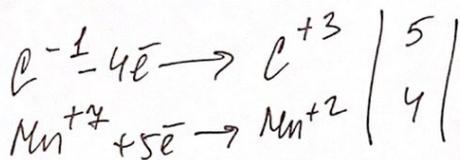
$$\nu(\text{H}) = 0,7 \cdot 2 = 1,4 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{O}) = 13 - 8,4 - 1,4 = 3,2$$

$$\nu(\text{O}) = \frac{3,2}{16} = 0,2 \text{ моль}$$

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

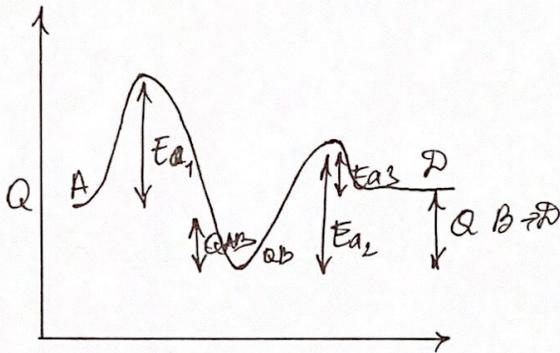
$$M(\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2) = \frac{6}{130} = 0,046$$



~~Черновик~~  
Черновик

Задача 5

①



②

$$Q_{\text{об}} = Q_{\text{AB}} + Q_{\text{BD}} = -Q_{\text{AB}} - \text{изомеризмический } Q < 0$$

③

по рисунку:

$$E_{\text{акт}} B \leftarrow D = \frac{1}{2} E_{\text{акт}} B \rightarrow D$$

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

$$E_{a3} = \frac{1}{2} E_{a2}$$

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{A \cdot e^{-\frac{E_{a2}}{RT}}}{A \cdot e^{-\frac{E_{a1}}{RT}}} = e^{-\frac{E_{a2} - E_{a1}}{RT}}$$

$$\frac{E_{a3} - E_{a2}}{RT} = e^{-\frac{\frac{1}{2} E_{a2}}{RT}}$$