

Часть 1

Олимпиада: **Химия 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21300105**

ID профиля: **372992**

Вариант 1

Условие 1

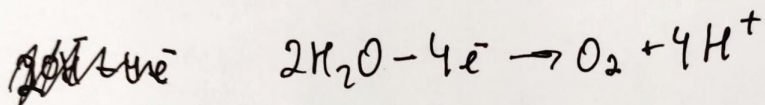
Задача 1.

Для решения необходим закон Фарадея
для электролиза: $\gamma = \frac{It}{Fn}$

$$6 \text{ часов } 42 \text{ мин} = (6 \cdot 60 + 42) \cdot 60 = 24120 \text{ сек.}$$

На аноде выделяется кислород, т.к. NO_3^- - кислородсодерж.
анион.

$$\gamma(\text{O}_2) = \frac{V_{\text{O}_2}}{V_m} = \frac{5,6}{22,4} = 0,25 \text{ моль}$$

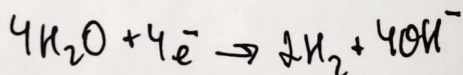


$$n=4, \quad \gamma = \frac{4 \cdot 24120}{4 \cdot 96500} \approx 0,25 - \text{верно}$$

$$\gamma_{e^-} = \frac{4 \cdot 24120}{96500} \approx 1 \text{ моль}$$

На катоде, т.к. металл реактивный выделяется

водород. $\gamma_{\text{H}_2} = \frac{V_{\text{H}_2}}{V_m} = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ моль}$



$$\Rightarrow n=2 \Rightarrow \gamma_{e^- \text{ на } \text{H}_2} = 0,6 \text{ моль}$$

$$(n=2, 2 \cdot \gamma_{\text{H}_2} = 2 \cdot 0,3 = 0,6)$$

$\Rightarrow$ на металл пошло $1 - 0,6 = 0,4$ моль электронов, $n=2$

$$\Rightarrow \gamma_{\text{мет.}} = 0,4 \cdot \frac{1}{2} = 0,2 \text{ моль.}$$

$$\Delta m = M_{\text{р-ра}} \cdot 0,107 = 200 \cdot 0,107 = 21,42 - \text{это}$$

водород, кислород и металл.

$$m(O_2) = \nu(O_2) \cdot M(O_2) = 0,25 \cdot 32 = 8 \text{ г}$$

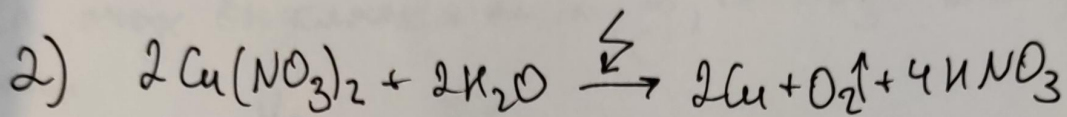
числовик 2

$$m(H_2) = \nu(H_2) \cdot M(H_2) = 0,3 \cdot 2 = 0,6 \text{ г}$$

$$\Rightarrow m(\text{мет}) = \Delta m - m(O_2) - m(H_2) = 21,4 - 8 - 0,6 = 12,8 \text{ г}$$

$$M_{\text{мет}} = \frac{m_{\text{мет}}}{\nu_{\text{мет}}} = \frac{12,8}{0,2} = 64 \text{ г/моль}$$

$\Rightarrow$ 1) Ответ: металл Cu, соль $Cu(NO_3)_2$.



Затем металл кончается, $\Rightarrow$ нитрата больше нет в растворе $\Rightarrow$ сразу после окончания электролиза в растворе только HNO_3

$$\nu(Cu) = 0,2 \text{ моль} \Rightarrow \nu(HNO_3) = 2 \cdot \nu(Cu) = 0,4 \text{ моль}$$

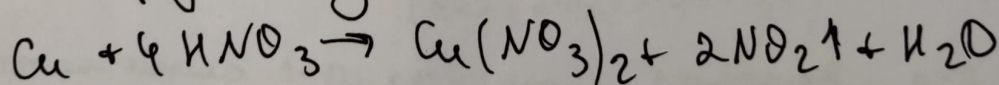
$$\Rightarrow m(HNO_3) = \nu \cdot M = 0,4 \cdot (1 + 14 + 16 \cdot 3) = 25,2 \text{ г}$$

$$\Delta m = 21,4 \text{ г}$$

$$\Rightarrow m_{\text{р-ра}}' = m_{\text{р-ра}} - \Delta m = 200 - 21,4 = 178,6 \text{ г}$$

$$\Rightarrow \omega_{HNO_3} = \frac{m_{HNO_3}}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{25,2}{178,6} = 0,14097 \stackrel{(\cdot 100\%)}{=} \underline{\underline{14,11\%}}$$

3) Через некоторое время будет ~~при~~ раствориться медь электрода с азотной кислотой



Числовик 3

Азотная кислота закончится первой, $\nu_{\text{HNO}_3} = 0,4$ моль,

$$\nu(\text{Cu}) = 0,2 \text{ моль}$$

$\Rightarrow$ в р-ре будет 0,1 моль $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

Рассчитаем $\omega_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2}$.

Для этого определим новую массу раствора $m_{\text{р-ра } 1}$.

$$m'_{\text{р-ра}} = 178,6 \text{ г}, \quad \nu_{\text{NO}_2} = 2 \cdot \nu_{\text{Cu}} = 0,2 \text{ моль}$$

$$m_{\text{р-ра } 1} = m'_{\text{р-ра}} + \nu_{\text{Cu}} \cdot \text{реакт.} \cdot M_{\text{Cu}} - \nu_{\text{NO}_2} \cdot M_{\text{NO}_2} =$$

$$= 178,6 + 0,1 \cdot 64 - 0,2 \cdot (14 + 32) = 175,8 \text{ г}$$

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \nu \cdot M = 0,1 \cdot (64 + (14 + 16 \cdot 3) \cdot 2) = 18,8 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2}}{m_{\text{р-ра } 1}} = \frac{18,8}{175,8} = ~~0,1069397~~ \approx$$

$$\approx 10,69\%$$

4) Он мог бы измениться, если бы р-р был достаточно концентрированным (азотная кислота бы разлагалась), но здесь не такой концентрированный раствор, так что Ответ: нет, не изменился бы.

Условие 4.

Задача 3.

$$\nu = \frac{m}{M}$$

$$\nu_{\text{из}} = \frac{V}{V_m}$$

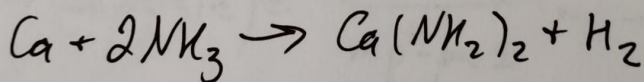
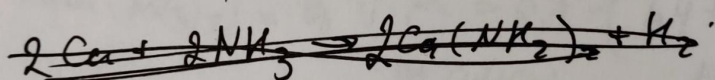
$$\nu(\text{NH}_3) = \frac{V}{V_m} = \frac{448}{22,4 \cdot 1000} = 0,02 \text{ моль}$$

Ответ 1: $m(\text{Ca}) = 0,22$

$$\nu_{\text{Ca}} = \frac{0,2}{40} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{из}} = \frac{336}{22,4 \cdot 1000} = 0,015 \text{ моль}$$

Заметим, если окр $\text{Ca}(\text{NH}_2)_2$ все сходится



$$\nu_{\text{из}} = \nu_{\text{NH}_3} - \nu_{\text{раск NH}_3} + \nu_{\text{H}_2} = 0,02 - 0,005 \cdot 2 + 0,005 = 0,02 - 0,005 = 0,015 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ca}(\text{NH}_2)_2) = \nu \cdot M = 0,005 \cdot (40 + (14+2) \cdot 2) = 0,362$$

Ответ 2 $m(\text{Ca}) = 0,42$

$$\nu(\text{Ca}) = \frac{0,4}{40} = 0,01 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{из}} = \frac{224}{22,4 \cdot 1000} = 0,01 \text{ моль}$$

Условие 5

Ситуация аналогична опыту 1.

Моль азота увеличивается на моль Ca.



$$\nu_{\text{азот}} = 0,02 - 2 \cdot 0,01 + 0,01 = 0,02 - 0,01 = 0,01 \text{ моль - верно}$$

$$m(\text{Ca}(\text{NH}_2)_2) = \nu \cdot M = 0,01 \cdot (40 + (14+2) \cdot 2) = \underline{\underline{0,722}}$$

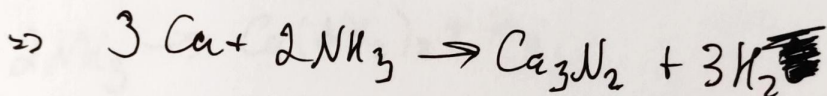
Опыт 3 : $m(\text{Ca}) = 1,22$

$$\nu(\text{Ca}) = \frac{m}{M} = \frac{1,2}{40} = 0,03 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{азот}} = \frac{672}{1000 \cdot 22,4} = 0,03 \text{ моль}$$

было $\nu_{\text{NH}_3} = 0,02 \text{ моль}$

отношение 2:3



$$\nu_{\text{азот}} = 0,02 - \frac{2}{3} \cdot 0,03 + 0,03 = 0,03 - \text{верно}$$

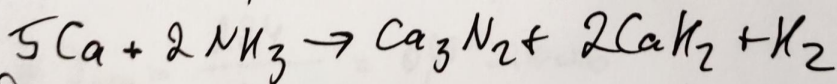
$$m(\text{Ca}_3\text{N}_2) = \nu(\text{Ca}_3\text{N}_2) \cdot M_{\text{Ca}_3\text{N}_2} = 0,01 \cdot (40 \cdot 3 + 28) = \underline{\underline{1,482}}$$

Опыт 4 : $m(\text{Ca}) = 22$

$$\nu_{\text{Ca}} = \frac{22}{40} = 0,05 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{азот}} = \frac{224}{22,4 \cdot 1000} = 0,01 \text{ моль}$$

отношение
 $\text{Ca} : \text{NH}_3 = \frac{5}{2}$



$$\nu_{\text{азот}} = 0,02 - 0,02 + 0,01 = 0,01 - \text{верно}$$

$$m(\text{Ca}_3\text{N}_2) = \nu \cdot M = 0,01 \cdot (40 \cdot 3 + 28) = \underline{\underline{1,482}} \quad \left| \quad m(\text{CaH}_2) = \nu \cdot M = 0,02 \cdot (40 + 2) = 0,842 \right.$$

всего $1,48 + 0,84 = 2,322$

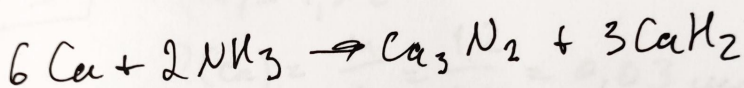
Условие 6.

Опыт 5: $m(\text{Ca}) = 2,42$

$$\nu_{\text{Ca}} = \frac{2,4}{40} = 0,06 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{газов}} = 0$$

→ весь Ca со всем аммиаком в
отношении 3:1



$$m(\text{Ca}_3 \text{N}_2) = \nu \cdot M = \frac{0,06}{6} \cdot (40 \cdot 3 + 28) = \underline{\underline{1,622}}$$

$$m(\text{CaH}_2) = \nu \cdot M = \frac{0,06}{2} \cdot (40 + 2) = \underline{\underline{1,262}}$$

$$\text{всего } m = 1,62 + 1,26 = \underline{\underline{2,882}}$$

Числовик 7.

Определим оксиды Б.

$$\omega(O) = 47,4 \%$$

$$m_{\text{ост}} = \frac{16n}{0,474} - 16n = 17,755n$$

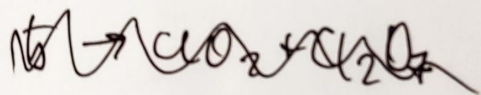
При $n=2$ подходит ClO_2 .

Ан-но с группами получим

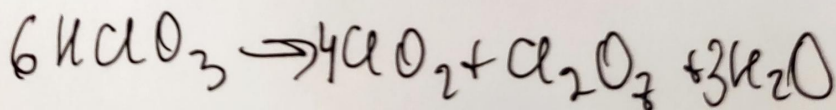
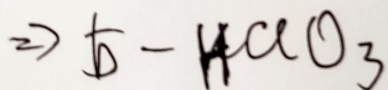
$$\frac{16n}{0,612} - 16n = 10,14379n$$

При $n=3$ подходит Cl_2O_7 .

$$\frac{16n}{0,889} - 16n = 1,99n, \text{ подходит } \text{Cl}_4\text{O}_{11}, \text{ что не имеет смысла}$$



$\Rightarrow$ третий оксид - H_2O



Часть 2

Олимпиада: **Химия 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21300105**

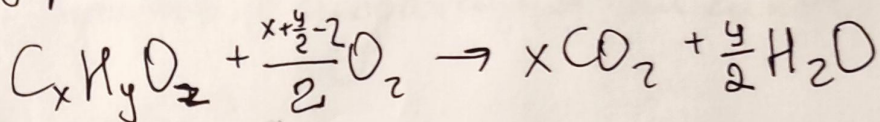
ID профиля: **372992**

Вариант 1

Условие 1.

к 5.

Определим Γ , которое помимо C, H может еще содержать O.



Газ, полностью поглощенный водным р-ром с избытком щелочи — CO_2 .

$$\nu(CO_2) = \frac{V_{CO_2}}{V_m} = \frac{17,921}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,8 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow \nu(C) = 0,8 \text{ моль}$$

$$\nu(H_2O) = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{7,2}{18} = 0,4 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow \nu(H) = 2\nu(H_2O) = 0,8 \text{ моль}$$

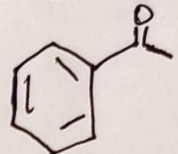
Проверим на содержание кислорода.

$$\begin{aligned} m(\Gamma) - m(C) + m(H) &= 12 - \nu(C) \cdot M(C) - \nu(H) \cdot M(H) = \\ &= 12 - 0,8 \cdot 12 - 0,8 = 1,6 \text{ г} > 0 \Rightarrow \text{кислород есть} \end{aligned}$$

$$\nu(O) = \frac{m(O)}{M(O)} = \frac{1,6}{16} = 0,1 \text{ моль}$$

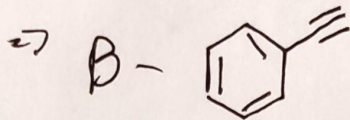
$$\nu(C) : \nu(H) : \nu(O) = 0,8 : 0,8 : 0,1 = 8 : 8 : 1$$

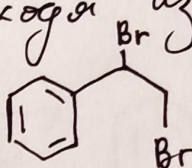
$$\Rightarrow \Gamma - C_8H_8O$$

г.к. Г имеет запах перенухи и не реагирует с аммиачным р-ном оксида серебра, очевидно, что Г - 

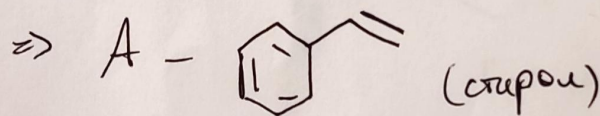
Исходник 2

Р-я В $\rightarrow$ Г исходя из описания является р-н Куперова (гидратация алкинов на Кат. Hg^{2+}) (ацетонфенон)

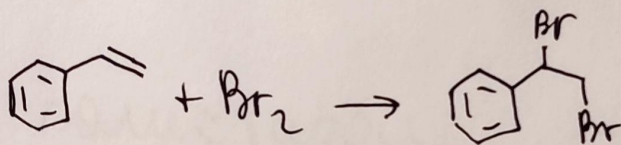


Р-я Б $\rightarrow$ В исходя из условия - дегидрогалогенирование, $\Rightarrow$ Б - 

Чтобы однозначно при реакции с бромом получить Б, в А должна быть двойная связь.



Проверим.

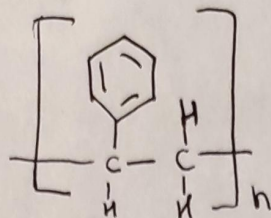


$$\nu(Br_2) = \frac{m(Br_2)}{M(Br_2)} = \frac{32}{160} = 0,2 \text{ моль} = \nu(A)$$

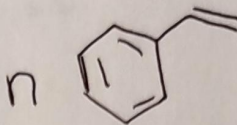
$$M(A) = \nu(A) \cdot M(A) = 0,2 \cdot (12 \cdot 8 + 8) = 20,82 - \text{сходится с условием}$$

$\Rightarrow$ Верно.

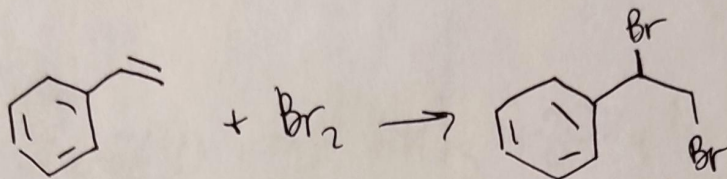
Ответ 1)



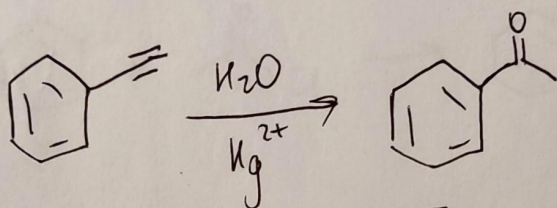
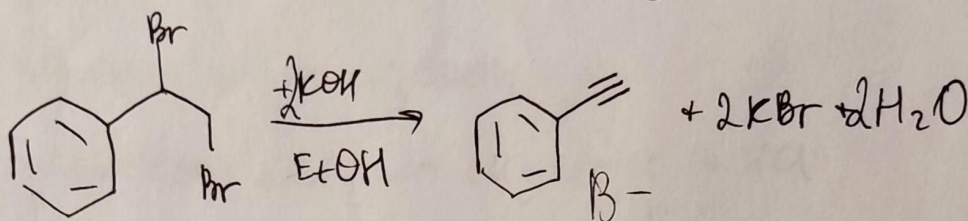
+



А - стирол.



Б - 1,2-дибромэтилбензол



Г - ацетилфенилкетон

Ответ 2: полистирол

3) Рассчитаем окисляемую массу Г.
Согласно расчетам на листочке № 2

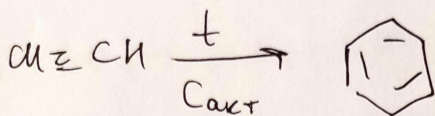
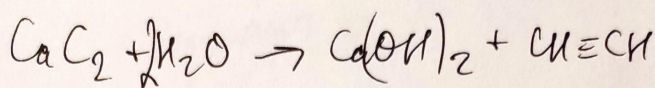
$$V(A) = 0,2 \text{ моль} = V(B) = V(B) = V(\Gamma)$$

$$\Rightarrow m(\Gamma) = V(\Gamma) \cdot M(\Gamma) = 0,2 \cdot (8 \cdot 12 + 8 + 16) = 242$$

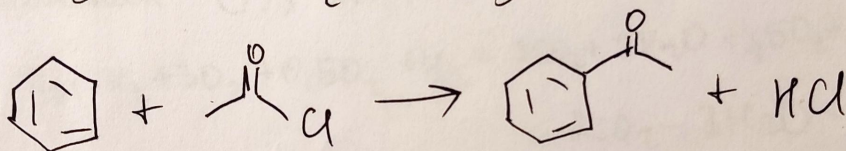
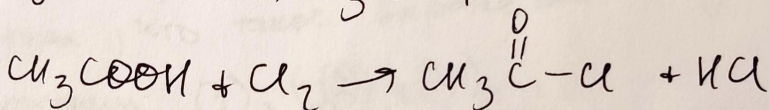
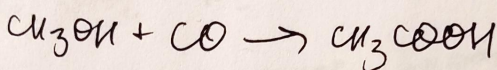
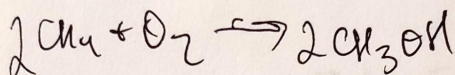
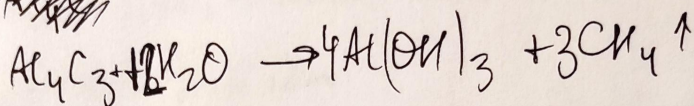
$$M_{\text{полученного } \Gamma} = 122. \Rightarrow \text{выход} = \chi = \frac{m_{\text{получ}}}{m_{\text{теор}}} = \frac{12}{24} = 0,5 = 50\%$$

Ответ: выход 50%

Учебник 4

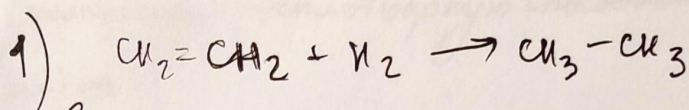
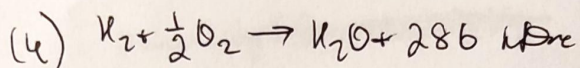
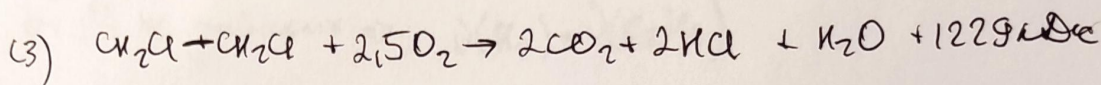
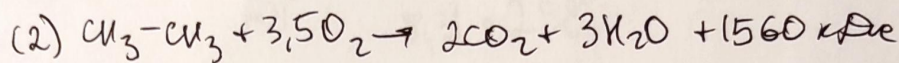
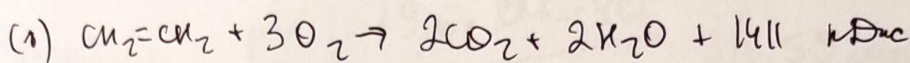


~~AlCl₃~~

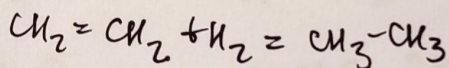
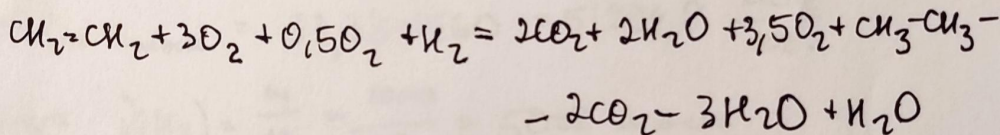


Уровень 5

Задача 6.

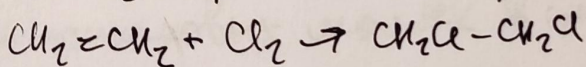


Замечание, что такое выражение получится при сложении (1), $-(2)$ и (4).



$$\Rightarrow Q_p = Q(1) - Q(2) + Q(4) = 1411 + 286 - 1560 = 137 \text{ кДж}$$

- экзотермическая реакция



Тепловая энтальпия второй при определить невозможно, т.к. ни в одном другом уравнении нет HCl , чтобы он сократился, $Q_{\text{обр}} \text{HCl}$ не дано, $\Rightarrow Q_{\text{обр}} \text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ определить невозможно. В итоговом нет $\text{HCl} \Rightarrow \Rightarrow$ итоговое нельзя получить с помощью данных задачи.

Условие 6

4) Кет.

$$pV = \nu RT$$

$$\nu(C_2H_6) = \nu = \frac{pV}{RT} = \frac{19,6 \cdot 1000 \cdot 40}{8,31 \cdot 298} \approx 316,59 \text{ моль}$$

от M не зависит $\Rightarrow \nu(H_2) = \nu(C_2H_6)$

~~но $316,59$ моль C_2H_6~~

Рассчитаем теплотворную способность газа H_2 .

$$n = 1 \text{ кг}$$

$$\nu(C_2H_6) = \frac{m}{M} = \frac{1000}{30} \approx 33,33$$

$$Q' = \nu \cdot Q_{\text{ср. 1 моль}} = 33,33 \cdot 1560 \approx 51999,8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг.}}$$

$$\text{у водорода } \nu(H_2) = \frac{m}{M} = \frac{1000}{2} = 500 \text{ моль}$$

$$Q' = \nu \cdot Q_{\text{ср. 1 моль}} = 500 \cdot 286 = 143000 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

у водорода больше в 2,75 раз.

но при одинаковых молях $Q_{C_2H_6} > Q_{H_2}$

$$Q_{C_2H_6} = 316,59 \cdot 1560 \approx 493880,4 \text{ кДж}$$

$$Q_{H_2} = 316,59 \cdot 286 \approx 90544,74 \text{ кДж}$$

$\gamma_{C_2H_6}$ в 5,45 р. больше $\Rightarrow$ нецелесообразно.

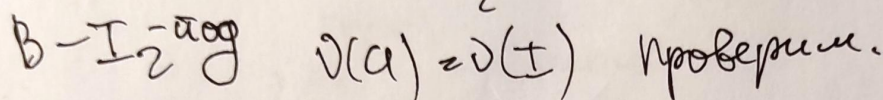
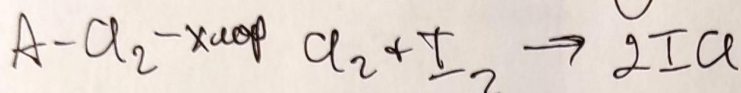
Условие 7
Задача 4.

Определим C. $D_{H_2}(C) \approx 81,25 \Rightarrow M(C) = 81,25 \cdot 2 = 162,5$ г/моль

Вероятнее всего A содержит Cl.

~~Выведем~~ Выведем ~~массу~~ 35,5 из 162,5, останется 127, это I

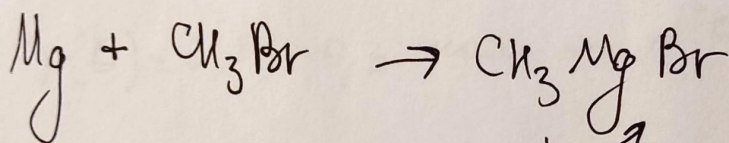
$\Rightarrow C-ICl$ - монохлорид йода.



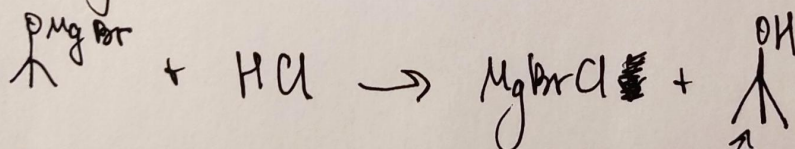
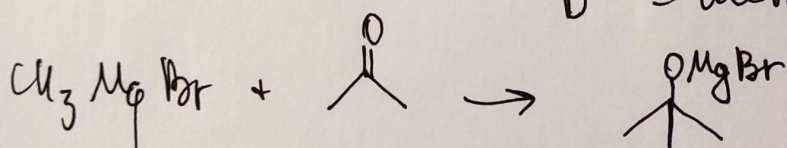
$$D(Cl_2) = \frac{m}{M} = \frac{21,3}{71} \approx 0,3 \text{ моль}$$

|| $\Rightarrow$ верно.

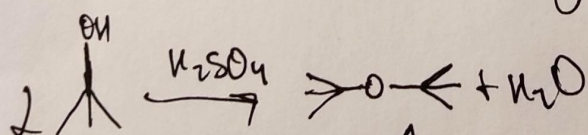
$$D(I_2) = \frac{m}{M} = \frac{26,2}{2 \cdot 127} \approx 0,1 \text{ моль}$$



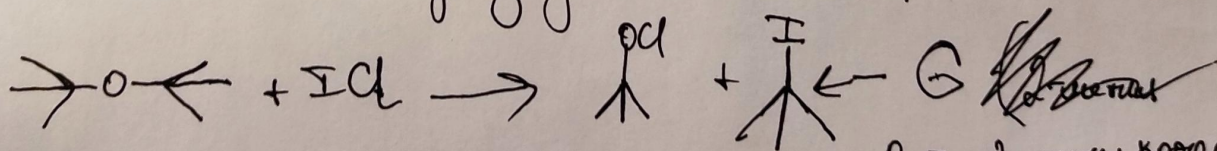
D $\nearrow$ - метилмагнийбромид



E $\nearrow$ - 2-метилпропанол-2



F $\nearrow$ - диизобутиловый эфир



2-йод-2-метилпропан

1. ученик В.

$$n(\text{Mg}) = 242$$

$$\nu(\text{Mg}) = \frac{m}{\mu} = 1 \text{ моль} = \nu(\text{CH}_3\text{Br}) = \frac{m}{\mu} = \frac{95}{95} = 1 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow \nu(\text{O}) = 1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{K}) = \frac{m}{\mu} = \frac{58}{58} = 1 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow \nu(\text{K}^{\text{MgBr}}) = 1 \text{ моль}$$

т.к. выход E - 75% $\Rightarrow \nu(\text{E}) = 0,75 \text{ моль}$

$$\nu(\text{F}) = \frac{1}{2} \nu \text{E} = 0,375 \text{ моль}$$

выход F - 80% $\Rightarrow \nu(\text{F}) = 0,375 \cdot 0,8 = 0,3 \text{ моль}$

$$\nu(\text{G}) = \nu(\text{F}) = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{G}) = 0,3 \cdot 184 = \underline{\underline{55,22}}$$