Часть 1

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

Шифр: **21300463**

ID профиля: **352284**

Вариант 1

Задача 2

По описанию элементов и веществ можно предположить, что речь идёт о галогенах (их химии), тогда Г и Ж – простые вещества галогенов, можно предположить, что Ж - Cl_2, тогда: $M(Г) = 3{,}578 \cdot 71 \approx 254$ (г/моль), что соответствует I_2 ⇒ наше предположение скорее всего верно.

Рассчитаю состав оксидов, образующихся при разложении Б:

$\frac{16}{18} = 0{,}889$, что соответствует H_2O

$\frac{16 \cdot 2}{16 \cdot 2 + 35{,}5} = 0{,}474$, что соответствует ClO_2

$\frac{16 \cdot 7}{16 \cdot 7 + 71} = 0{,}612$, что соответствует Cl_2O_7

Так Б имеет промежуточную степень окисления хлора между +7 и +4, вещество не устойчиво и содержит в себе только атомы Cl, O и H, легко догадаться, что Б - $HClO_3$

$$6HClO_3 \xrightarrow{60°C} 3H_2O + Cl_2O_7 + 4ClO_2$$

По описанию и Г - I_2, можно предположить, что А - HI

Разбавление А и Б:

$6HI + HClO_3 \longrightarrow 3H_2O + 3I_2 + HCl$; В - HCl

Концентрирование А и Б:

$5HI + 6HClO_3 \longrightarrow 3H_2O + 3Cl_2 + 5HIO_3$; Д - HIO_3

Ответ:

А - HI; Б - $HClO_3$; В - HCl; Г - I_2; Д - HIO_3; Ж - Cl_2

$6HClO_3 \xrightarrow{60°C} 3H_2O + Cl_2O_7 + 4ClO_2$

$6HI + HClO_3 \rightarrow 3H_2O + 3I_2 + HCl$

$5HI + 6ClO_3 \rightarrow 3H_2O + 3Cl_2 + 5HIO_3$

Задача 3

$\nu(NH_3) = 0{,}448 : 22{,}4 = 0{,}02$ (моль)

Перерисую таблицу, переведя массы и объёмы в количество вещества:

Опыта	1	2	3	4	5
$\nu(Ca)$, моль	$5 \cdot 10^{-3}$	0,01	0,03	0,05	0,06
ν(газа), моль	0,015	0,01	0,03	0,01	0

Можно предположить, что в первом опыте образуется амид кальция, тогда:
$\nu(Ca(NH_2)_2) = 0{,}36 / (40 + 16 \cdot 2) = 5 \cdot 10^{-3}$ моль, заметим, что $\nu(Ca(NH_2)_2) = \nu(Ca) \Rightarrow$ наше предположение верно.

1 опыт: $m_1(Ca(NH_2)_2) = 0{,}362$

$Ca + 2NH_3 \longrightarrow Ca(NH_2)_2 + H_2$; твердое в-во: $Ca(NH_2)_2$

ν(газа) $= \nu(NH_3) - 2\nu(Ca) + \nu(Ca)$; ν(газа) $= 0{,}02 - 5 \cdot 10^{-3} = 0{,}015$ моль

Сходится.

2 опыт:

$Ca + 2NH_3 \longrightarrow Ca(NH_2)_2 + H_2$

ν(газа) $= 0{,}02 - 0{,}01 \cdot 2 + 0{,}01 = 0{,}01 \Rightarrow$ сходится

твёрдый продукт: $Ca(NH_2)_2$; $m_2(Ca(NH_2)_2) = 0{,}01(40 + 16 \cdot 2) = 0{,}722$

3 опыт:

В нем кальция в избытке, будет образовываться и Ca_3N_2 и $Ca(NH_2)_2$ возможно:

~~$Ca + 2NH_3 \Rightarrow H_2 + Ca(NH_2)_2$~~

$3Ca + 2NH_3 \longrightarrow 3H_2 + Ca_3N_2$

$$\begin{cases} \nu_1(Ca) + 3\nu_2(Ca) = 0{,}03 \\ 0{,}02 = 2\nu_1(Ca) + 1{,}5\nu_2(Ca) \end{cases} \quad \begin{cases} \nu_2(Ca) = 0{,}01 \\ \nu_1(Ca) = 0 \end{cases} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ в реакции (опыте 3) образуется только Ca_3N_2. твердый продукт: Ca_3N_2

$m_3(Ca_3N_2) = (40 \cdot 3 + 14 \cdot 2) \cdot 0{,}01 = 1{,}48$ г

ν(газа) $= 3 \cdot 0{,}01 = 0{,}03$ (моль) $\Rightarrow$ сходится

Опыт 4:
Так как в опыте 3 уже Ca заменён весь водород при азоте на кальций ⇒ кальцию остаётся только реагировать с самим водородом с образованием гидрида:

$3Ca + 2NH_3 \rightarrow Ca_3N_2 + 3H_2$

$Ca + H_2 \rightarrow CaH_2$

$D(газа) = 3 \cdot 0{,}01 - 0{,}02 = 0{,}01 \Rightarrow$ сходится

Твердый остаток: смесь Ca_3N_2 и CaH_2 в соотношении (мольном) 1 к двум.

$m_4(Ca_3N_2) = (40 \cdot 3 + 14 \cdot 2) \cdot 0{,}01 = 1{,}48$ (г)

$m_4(CaH_2) = (40+2) \cdot 0{,}02 = 0{,}84$

Вместе: $m_{общ4} = 2{,}32$ (г)

Опыт 5:
Аналогично опыту 4, только здесь реагирует уже весь H_2:

$3Ca + 2NH_3 \rightarrow Ca_3N_2 + 3H_2$

$Ca + H_2 \xrightarrow[0{,}01 \cdot 3 = 0{,}03 \cdot 1 = 0{,}03]{} CaH_2$

$D(газа) = 0 \Rightarrow$ сходится

Твёрдый продукт: смесь Ca_3N_2 и CaH_2 в мольном соотношении 1 к 3.

$m_5(Ca_3N_2) = (40 \cdot 3 + 14 \cdot 2) \cdot 0{,}01 = 1{,}48$ г

$m_5(CaH_2) = 0{,}03 \cdot (40+2) = 1{,}26$ г

Вместе: $m_{общ5} = 1{,}26 + 1{,}48 = 2{,}74$ (г)

Ответ: 1) $m_1 = 0{,}36$ г; $Ca(NH_2)_2$

2) $m_2 = 0{,}72$ г; и $Ca(NH_2)_2$

3) $m_3 = 1{,}48$ г; Ca_3N_2

4) Ca_3N_2 и CaH_2; $m_4 = 2{,}32$ г

5) Ca_3N_2 и CaH_2; $m_4 = 2{,}74$ г

Задача 1

При разложении воды путём электролиза идёт следующая реакция:

$2H_2O \xrightarrow{эл.ток} 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$

При этом O_2 выделяется на аноде, H_2 - на катоде. $\nu(O_2) = 5{,}6 / 22{,}4 = 0{,}25$(моль)

$\nu(H_2) = 6{,}72 / 22{,}4 = 0{,}3$(моль), как мы можем заметить $\nu(H_2) \neq 2\nu(O_2)$, что говорит нам о том, что шла какая-то реакция ещё в растворе, скорее всего это восстановился неактивный металл.

$Me(NO_3)_2 + H_2O \xrightarrow{эл.ток} 2HNO_3 + \frac{1}{2}O_2 + Me$

Вычислим молярную массу металла:

$$M(Me) = \frac{2002 \cdot 0{,}107 - 0{,}25 \cdot 32 - 0{,}3 \cdot 2}{2 \cdot (0{,}25 - 0{,}5 \cdot 0{,}3)} \approx 64 \text{(г/моль)},$$

что соответствует Cu (меди)

Так как я забыл закон фарадея

2) могу предположить, что в р-ре ещё содержится часть $Cu(NO_3)_2$ и HNO_3 и H_2O

3) возможно медь на катоде начнет реагировать с HNO_3 в растворе

$Cu + HNO_3 \longrightarrow NO_2 + Cu(NO_3)_2 + H_2O$

Задача 3

$\gamma(NH_3) = 0{,}448 / 22{,}4 = 0{,}02$ моль

Перепишу таблицу, но уже с количеством вещества:

γ(Ca)					
γ(газ)					
Попытка	1	2	3	4	5

$$HClO_3 + 6HI \rightarrow 3I_2 + HCl + 3H_2O$$

Cl^{+5} 6 $\rightarrow$ Cl^- 1

$2I^-$ 2 $\rightarrow$ I_2^0 3

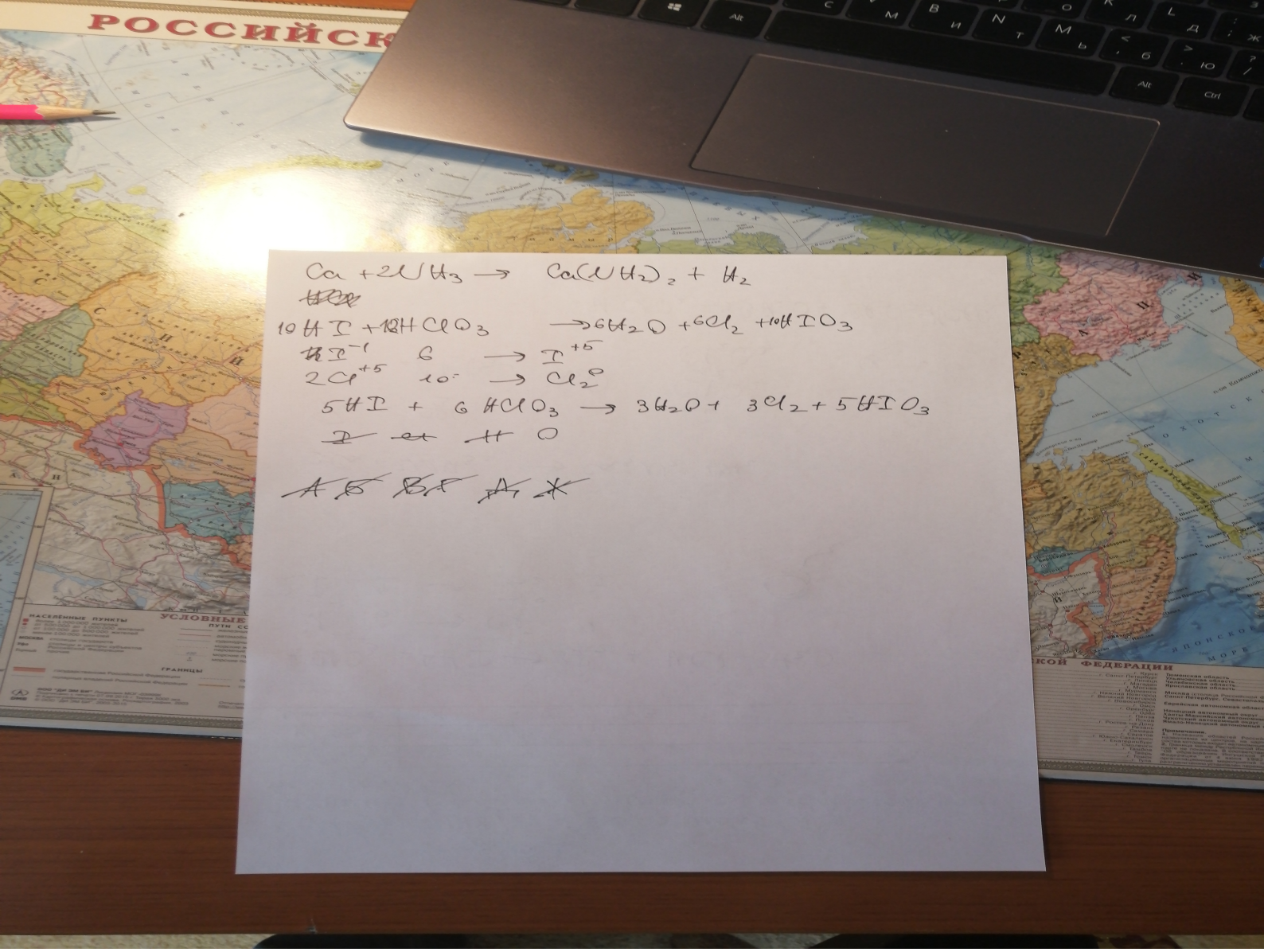
$$3Ca + 2NH_3 \rightarrow Ca_3N_2 + 3H_2$$

$\gamma_1 = \frac{0{,}01}{3}$

~~Al_2O_3~~ H_2O $Cl^{+4}O_2$ 1

$Cl_2^{+7}O_7$ 4

$$6HClO_3 \rightarrow 3H_2O + Cl_2O_7 + 4ClO_2$$


РОССИЙСК
Ca + 2ClH3 → CaCl(H2)2 + H2
10HI + 12HClO3 → 6H2O + 6Cl2 + 10HIO3
HI⁻¹ 6 → I⁺⁵
2Cl⁺⁵ 10⁻ → Cl2⁰
5HI + 6HClO3 → 3H2O + 3Cl2 + 5HIO3
А Б В Г А1 Ж

Часть 2

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

Шифр: **21300463**

ID профиля: **352284**

Вариант 1

Задача 5

Рассчитаю возможную молярную массу Г

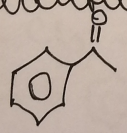
$m(Г) = 12{,}2$; $\nu(H_2O) = 7{,}2/18 = 0{,}4$ моль

$\nu(CO_2) = 17{,}92/22{,}4 = 0{,}8$ (моль)

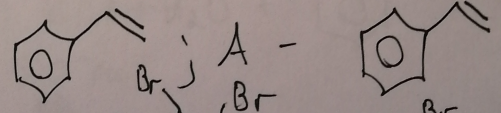
$\nu(O) = \frac{12 - 0{,}8 \cdot 12 - 0{,}4 \cdot 2}{16} = 0{,}1$ (моль)

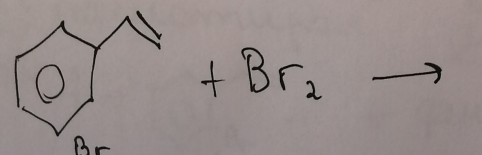
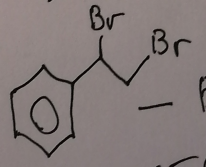
$\nu(C) : \nu(H) : \nu(O) = 0{,}8 : 0{,}8 : 0{,}1 = 8 : 8 : 1$

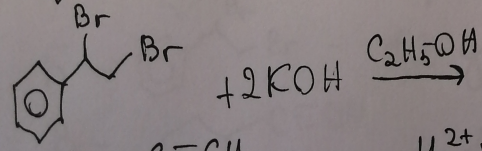
Учитывая то, что Г не реагирует с аммиачным раствором оксида серебра:

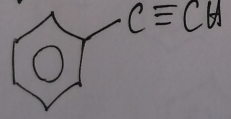
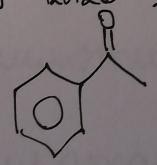
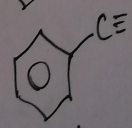
Г –  из Г (структуре) и по описанию А, можно предположить, что А – стирол

$\nu(Br_2) = 32/160 = 0{,}2$ (моль)

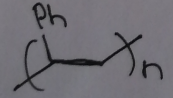
$M(A) = 20{,}8/0{,}2 = 104$ (г/моль), что соответствует:  ; А –

 ;  – Б



 + H_2O $\xrightarrow{Hg^{2+};\,H^+}$  ;  – В

2) Стереорегулярные сополимеры из полистирола



3) $\nu(Г) = 12/(8 \cdot 12 + 8 + 16) = 0{,}1$ (моль)

$\nu(А) = 20{,}8/104 = 0{,}2$ (моль)

$\eta = 100\% \cdot \frac{0{,}1}{0{,}2} = 50\%$, где η - выход Г

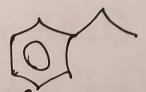
Синтез:

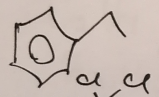
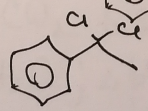
$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + HC \equiv CH$

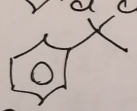
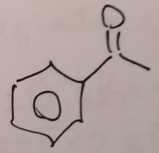
$3HC \equiv CH \xrightarrow{Cакт;\ 450°C}$ 

$C_2H_2 + 2H_2 \xrightarrow{t;\ kat} C_2H_6$

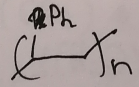
$C_2H_6 + Cl_2 \rightarrow C_2H_5Cl + HCl$

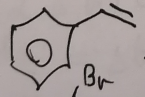
$C_2H_5Cl +$  $\rightarrow HCl +$ 

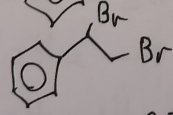
 $+ 2Cl_2 \rightarrow$  $+ HCl$

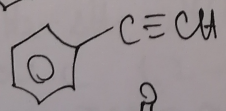
 $+ 2KOH \rightarrow KCl + H_2O +$ 

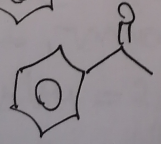
Ответ: 3) $\eta = 50\%$

2) полистирол 

3) А -  - 1-фенилэтен-1

Б -  - 1,2-дибром-1-фенилэтан

В -  - 1-фенилэтин-1

Г -  - 1-фенилэтанон-1

2) По принципу минимума энергии, максимуму устойчивости системы соответствует минимум ее энергии. Таким образом 1,2-дихлорэтан стабильнее термодинамически, чем этан, так как $Q(C_2H_6) = 1560$ кДж/моль; $Q(C_2H_4Cl_2) = 1229$ кДж/моль $\Rightarrow$ в моль C_2H_6 содержится больше энергии, чем в моль $C_2H_4Cl_2$ $\Rightarrow$ в данном сравнении наименьшей энергией обладает $C_2H_4Cl_2$ $\Rightarrow$ $\Rightarrow$ обладает и наибольшей устойчивостью.

1) $C_2H_6 + 3{,}5O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$; $\Delta H_1 = -1560$ кДж/моль

$C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$; $\Delta H_2 = -1411$ кДж/моль

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow \frac{1}{2}H_2O$; $\Delta H_3 = -286$ кДж/моль

$C_2H_4Cl_2 + 2{,}5O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2HCl + H_2O$; $\Delta H_4 = -1229$ кДж/моль

$\frac{1}{2}\Delta H(H_2O) = -286$ кДж/моль; $\Delta H(H_2O) = -572$ кДж/моль

$\Delta H_1 = +(3\Delta H(H_2O) + 2\Delta H(CO_2) - \Delta H(C_2H_6))$

$\Delta H_2 = +(2\Delta H(CO_2) + 2\Delta H(H_2O) - \Delta H(C_2H_4))$

$\Delta H_1 - \Delta H_2 = \Delta H(H_2O) - \Delta H(C_2H_6) + \Delta H(C_2H_4)$

$H_2 + C_2H_4 \longrightarrow C_2H_6$; $\Delta H_5 = \Delta H(C_2H_6) - \Delta H(C_2H_4)$

$\Delta H_5 = \Delta H_2 - \Delta H_1 + \Delta H(H_2O)$; $\Delta H_5 = -1411 + 1560 - 572 = -423$ кДж/моль

В случае с 1,2-дихлорэтаном будем считать, что он горит не до HCl и Cl_2 и H_2O:

$\Delta H_6 = 2\Delta H(H_2O) + 2\Delta H(CO_2) - \Delta H(C_2H_4Cl_2) - \Delta H_4$

$\Delta H_2 = 2\Delta H(CO_2) + 2\Delta H(H_2O) - \Delta H(C_2H_4)$

$\Delta H_6 = \Delta H(C_2H_4Cl_2) - \Delta H(C_2H_4)$

$\Delta H_6 = \Delta H_2 - \Delta H_4$; $\Delta H_6 = -1411 + 1229 = -182$ кДж/моль

$Q_6 = -\Delta H_6$; $Q_5 = -\Delta H_5$

3) Тепловой эффект изменится при смене катализаторов, так как катализаторы ориентируют орбитали реагентов в пространстве определённым образом, у каждого катализатора свой механизм, на разные движения орбиталей расходуются разные энергии, что сказывается на итоговом тепловом эффекте.

4) $q(H_2) = \frac{1000}{2} \cdot 286 = 143000$ кДж/кг

$q(C_2H_6) = \frac{1000}{12 \cdot 2 + 6} \cdot 1560 = 52000$ кДж/кг

где q - теплотворная способность

$q(H_2) > q(C_2H_6)$; $q(H_2) \approx 3 \cdot q(C_2H_6)$

$pV = nRT$; $n = \frac{pV}{RT}$

$n = \frac{19{,}6 \cdot 10^6 \cdot 0{,}04}{8{,}31 \cdot 298} \approx 316{,}6$ моль

Независимо от того, что в баллоне (H_2 или C_2H_6) придумник условий количество вещества в баллоне = const, а так как на 1 моль C_2H_6 дает больше энергии, то заменять C_2H_6 на H_2 в данный баллон нецелесообразно.

Ответ: 1) $\Delta H_6 = +182 \frac{кДж}{моль}$; $\Delta H_5 = +423 \frac{кДж}{моль}$

2) 1,2-дихлорэтан

3) Изменится

4) $q(H_2) > q(C_2H_6)$; нецелесообразно

Задача 4

$M(C) = 81{,}25 \cdot 2 = 162{,}5$ (г/моль), что соответствует ICl (хлорид иода), тогда желтовато-зелёный газ A - Cl_2 (хлор), а B - I_2 (иод), C - ICl

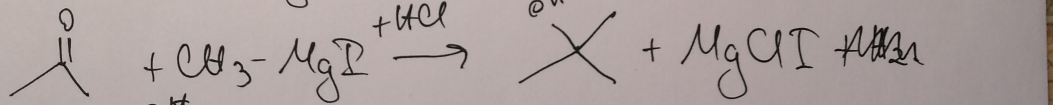
$Cl_2 + I_2 \longrightarrow 2\,ICl$

$\nu(Cl_2) = 21{,}3 / 71 = 0{,}3$ (моль)

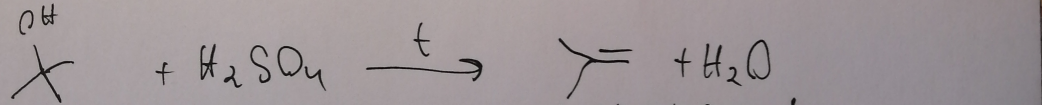
$\nu(I_2) = 76{,}2 / (127 \cdot 2) = 0{,}3$ (моль) $\Rightarrow$ предположения о Cl_2; I_2 и ICl верно. Cl–Cl; I–Cl; I–I

$2Mg + I_2 + 2CH_3\text{-}Br \rightarrow 2CH_3\text{-}MgI + Br_2$

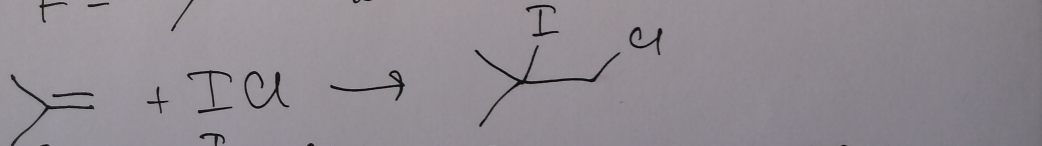
D - $CH_3\text{-}MgI$ - реактив Гриньяра



E - 2-метилпропанол-2



F - 2-метилпропен-1



G - 2-метил-2-иод-1-хлорпропан

$\nu(Mg) = 24 / 24 = 1$ (моль)

$\nu(CH_3Br) = 95 / (80 + 15) = 1$ (моль)

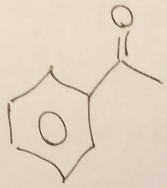
$\nu(C_3H_6O) = 58 / (16 + 12 \cdot 3 + 6) = 1$ моль

$\nu(E) = 0{,}75$ моль

$\nu(F) = 0{,}6$ моль

$m(G) = 0{,}6\,(127 + 35{,}5 + 12 \cdot 4 + 8) = 131{,}1$ (г)

Ответ: $m(G) = 131,1(2)$ 6



$C_8O_1H_8$

3) $\nu(Г) = 12/(8 \cdot 12 + 8 + 16) = 0{,}1$ (моль)

$\nu(А) = 20{,}8/104 = 0{,}2$ (моль)

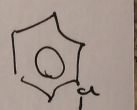
η – выход Г:

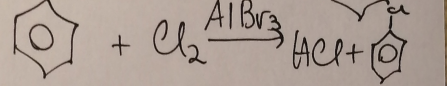
$$\eta = \frac{0{,}1}{0{,}2} \cdot 100\% = 50\ \%$$

Ответ:

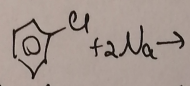
3) $\eta = 50\ \%$

Синтез:

$3C_2H_2 \xrightarrow{450°C;\ Cакт}$ 



$C_2H_6 + Cl_2 \longrightarrow HCl + C_2H_5Cl$

$C_2H_5Cl +$  $\longrightarrow$

