

11 класс

Задача 11-1.

Уравнения реакций:



Расчеты:

количество меди, выпавшей на катоде

$n(\text{Cu}) = 10,2/64 = 0,1594$ моль (1балл)

количество меди, осажденной в виде сульфида, $M(\text{CuS}) = 96$ г/моль

$n(\text{Cu}) = 3,8/96 = 0,0396$ моль

всего меди $n(\text{Cu}) = 0,1594 + 0,0396 = 0,1990$ моль (1балл)

молярные массы

$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250$ г/моль; $M(\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 171$ г/моль

Обозначим X -количество $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, тогда

$X \cdot 250 + (0,1990 - X) \cdot 171 = 43,6$

Отсюда $X = 0,121$ моль; (1балл)

масса $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \cdot 0,121 = 30,25$ г

массовая доля $\omega(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 30,25/43,6 = 0,694$ (69,4%) (1балл)

Всего – 10 баллов.

Задача 11-2.

1) Из условия следует:

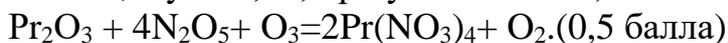


$3,299 \text{ г} / 0,933 / 0,12 \text{ г}$

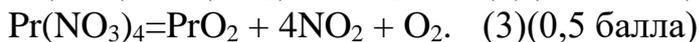
Используя эти данные, запишем:

$$\frac{3,299}{2M + 16y} = 0,933 \cdot 0,12 \cdot 2 \cdot (M + 62(y + 1))$$

$M = 31,78y + 45,67$, при $y=3$ $M = 141,0$ г/моль. Это Pr. (0,5 балла)



2) При разложении $\text{Pr}(\text{NO}_3)_4$ возможны процессы:



Щелочью поглощается NO_2 , тогда $n(\text{NO}_2)/n(\text{O}_2) = 2/1$, т.е. уравнение(1).

Светло-зеленый — $\text{Pr}(\text{NO}_3)_3$. (0,5 балла)

3) Промежуточный продукт разложения — $\text{Pr}(\text{NO}_3)_3$.

Сплав Дебарда восстанавливает весь азот до NH_3 :

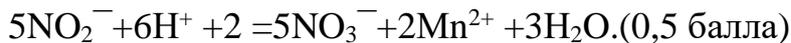


$n(\text{NH}_3) = n(\text{HCl}) = n_{\text{общ}}(\text{HCl}) - n_{\text{изб}}(\text{HCl})$;

$$0,1 \cdot 0,1 - 0,2 \cdot 0,035 = 0,003 \text{ (моль),}$$

т.е. $n(\text{N})_{\text{общ}} = 0,003$ моль в пробе. (0,5 балла)

NO_2^- окисляется ионом MnO_4^- :



$$n(\text{NO}_2^-) = 5/2n(\text{MnO}_4^-);$$

$$5/2 \cdot 0,01 \cdot 0,012 - 0,0003 \text{ (моль) } \text{NO}_2^-$$

$$n(\text{NO}_3^-) = n(\text{N})_{\text{общ}} - n(\text{NO}_2^-);$$

$$0,003 - 0,0003 = 0,0027 \text{ (моль) } \text{NO}_3^-. \text{(0,5 балла)}$$

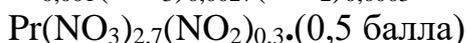
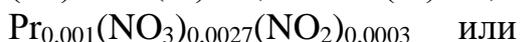
Итак, можем записать:



По правилу электронейтральности для молекулы

$\text{Pr}_x(\text{NO}_3)_{0,0027}(\text{NO}_2)_{0,0003}$ запишем:

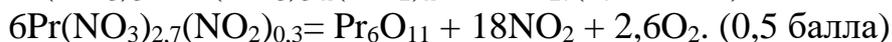
$$(+3) \cdot x + (-1) \cdot 0,0027 + (-1) \cdot 0,0003 - 0, \text{ откуда } x = 0,001; \text{(0,5 балла)}$$



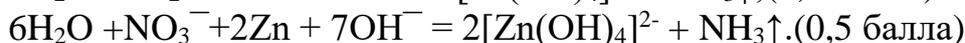
Исходя из того, что в окончательном продукте термического разложения

$$\omega(\text{Pr}) = 82,77\%, \omega(\text{O}) = 17,23\%, \text{ получаем: } \text{Pr} : \text{O} = 82,77/140,91 : 17,23/16 = 1 : 1,83 = 6:11, \text{ это } \text{Pr}_6\text{O}_{11} \text{ или } 4\text{PrO}_2\text{-Pr}_2\text{O}_3. \text{(0,5 балла)}$$

Термолиз:



Другие реакции:



Итого 10 баллов.

Задача 11-3. В общем виде состав любого углеводорода выражается

формулой C_nH_m . Реакция его горения описывается следующим уравнением:



Согласно которому из 1 моль любого углеводорода образуется n моль CO_2 .

Так как по условию задачи молекулы всех углеводородов, входящих в состав смеси, содержат одинаковое количество атомов углерода, это число равно отношению объема образующегося CO_2 к объему смеси:

$$n = \frac{36}{18} = 2 \text{ (2 балла)}$$

существуют три углеводорода, содержащих в молекуле два атома углерода:

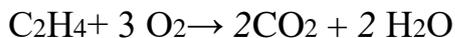
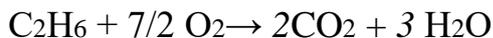
C_2H_6 , C_2H_4 и C_2H_2 . Поскольку при пропускании смеси углеводородов через

раствор $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ осадка Ag_2C_2 не образуется, ацетилен в смеси нет,

т.е. она содержит C_2H_6 и C_2H_4 . Пусть в 18 см^3 смеси находится $x \text{ см}^3 \text{ C}_2\text{H}_6$ и $y \text{ см}^3 \text{ C}_2\text{H}_4$, тогда

$$x + y = 18 \text{ (1)(2 балла)}$$

по уравнениям реакций сгорания этих углеводородов



найдем массу образовавшейся воды:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{18(3x+2y)}{22400} = 0,0362 \quad \text{(2)(2 балла)}$$

решение системы алгебраических уравнений (1) и (2) дает $x = y = 9 \text{ см}^3$.

Объемные доли компонентов газовой смеси составляют

$$\varphi \text{ C}_2\text{H}_6 = \varphi \text{ C}_2\text{H}_4 = \frac{9}{18} = 0,5 \text{ (или 50 \%)(2 балла)}$$

Ответ: $\varphi \text{ C}_2\text{H}_6 = \varphi \text{ C}_2\text{H}_4 = 50 \%$.

Итого 10 баллов.

Задача 11-4.

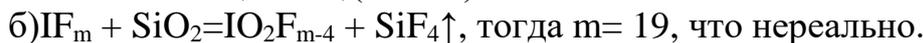


IF_m может реагировать с SiO_2 по двум направлениям:

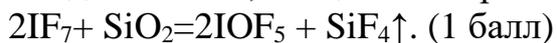


$$\Delta m = 0,1793 = \frac{M(\text{SiF}_4)}{M(\text{SiO}_2) + 2M(\text{IF}_m)}$$

следовательно, $m = 7$; (1 балл)



Следовательно, бесцветные кристаллы В — IF_7 . (1 балл)



Вещество С — IOF_5 .

Вещество D — SiF_4 .

Состав темного осадка E: $\text{Pd}:\text{O}:\text{H} = 1:2:1$, следовательно, общая формула E — PdO_2H . Формально из формулы E степень окисления палладия равна +3,

но так как PdF_3 дает два ряда солей, то строение черного порошка A — $\text{PdF}_2 \cdot \text{PdF}_4$ (Pd_2F_6), а строение темного осадка E — $\text{Pd}(\text{OH})_2 \cdot \text{PdO}_2$. (1 балл)

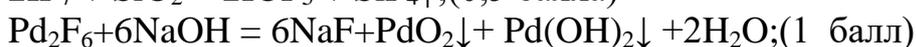
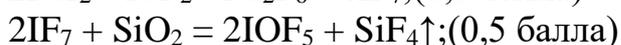
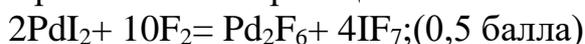
Разложение осадка:



$$n_{\text{газов}} = \frac{pV}{RT} = \frac{1}{22,4} + \frac{1,013}{M(\text{Pd}_2\text{H}_2\text{O}_4)} \cdot \frac{5-2x}{2},$$

отсюда $x = 1$, тогда вещество F — PdO . (1 балл)

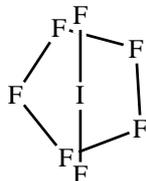
Уравнения всех реакций:





Итак, А – $\text{PdF}_2 \cdot \text{PdF}_4$; В – IF_7 ; С – IOF_5 ; D – SiF_4 ; E – $\text{Pd}(\text{OH})_2 \cdot \text{PdO}_2$; F – PdO .

2) У атома иода 14-электронное окружение, sp^3d^3 -гибридизация — пентагональная бипирамида: (1 балл)



Итого 10 баллов.

Задача 11-5. Простейшая формула C_8H_6 , можно допустить, что это ацетилен или стирол. Но превращения ацетилена не дадут 4-ю реакцию, поэтому только стирол. (2 балла). **Б** – $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHBr}-\text{CH}_2\text{Br}$ (1 балл); **В** - $\text{C}_6\text{H}_5\text{CCH}$ (1 балл); **Г** - $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$; (1 балл); **Д** - $(\text{NO}_2)-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ (балл). За каждое из 4-х уравнений реакций по 1 баллу, за реакции 4 балла. Итого 10 баллов..