

Задача:

При нагревании без доступа воздуха соль X, состоящая из трех элементов, может разлагаться с образованием разных продуктов при разных температурах. Реакция, описанная Густавом Магнусом в 1825 году, протекает по схеме:



Другое направление реакции обнаружил Юстус Либих в 1855 году, оно описывается схемой:



В большинстве случаев процесс протекает параллельно по обоим направлениям, образуя смесь продуктов реакций 1 и 2. При проведении реакций разложения X в определенных условиях были получены следующие результаты.

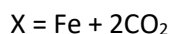
Направление реакции	Масса исходного вещества, г	Масса твердого остатка, г	Объем газа, мл (н.у)
реакция (1)	1,000	0,389	311,1
реакция (2)	1,000	0,500	311,1
реакции (1) + (2)	1,000	0,444	311,1

Пользуясь количественными данными, приведенными в таблице, определите:

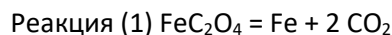
- 1) вещество X, продукты Y и Z, газообразные продукты A и B
- 2) количественный состав твердого остатка (соотношение продуктов Y и Z) для случая параллельного протекания реакций. Приведите необходимые рассуждения и расчеты.

Решение:

1) В реакции (1) получается индивидуальный газ A. Его масса 0,611 г, а объем (н.у.) 311,1 мл. Отсюда молекулярная масса газа $A = 44$, скорее всего это CO_2 (N_2O вряд ли получится при разложении соли металла) Аналогичным образом, пользуясь данными из второй строки таблицы, получаем молярную массу газообразных продуктов, равную 36. Так как один из газов, CO_2 , то $B = \text{CO}$. Определим металл по первой строке таблицы. При разложении соли образуется 0,139 моль газа. Количество металла может быть 0,0139, 0,00695 или 0,00463 моль (для соотношений 1:1, 1:2 и 1:3). Молярные массы металла для этих случаев составляют 28, 56 и 84. Подходит только железо при соотношении 1 : 2. $Y = \text{Fe}$



X = оксалат железа, Fe



Реакция (2) $\text{FeC}_2\text{O}_4 = \text{FeO} + \text{CO}_2 + \text{CO}$ (молярная масса Z действительно составляет 72), что можно подтвердить расчетом по второй строке таблицы.

Таким образом, $X = \text{FeC}_2\text{O}_4$, $Y = \text{Fe}$, $Z = \text{FeO}$, $A = \text{CO}_2$, $B = \text{CO}$.

2) Масса газовой смеси составляет 0,556, таким образом средняя молярная масса 40. Рассмотрим 1 моль оксалата, пусть по реакции (1) разложилось x моль, а по реакции (2) — $(1 - x)$ моль. По реакции (1) получено $2x$ моль CO_2 , а по реакции (2) получено $(1 - x)$ моль CO_2 и столько же CO

В газовой смеси $(x + 1)$ моль CO_2 и $(1 - x)$ моль CO , общее количество смеси = 2 моль. Тогда среднюю молекулярную массу газа можно записать как $44(x + 1) + 28(1 - x) = 40 \times 2$

Отсюда выходит $x = 0,5$, $y = 0,5$ реакции идут в соотношении 1 : 1, твердый продукт Fe и FeO в мольном отношении 1 : 1.