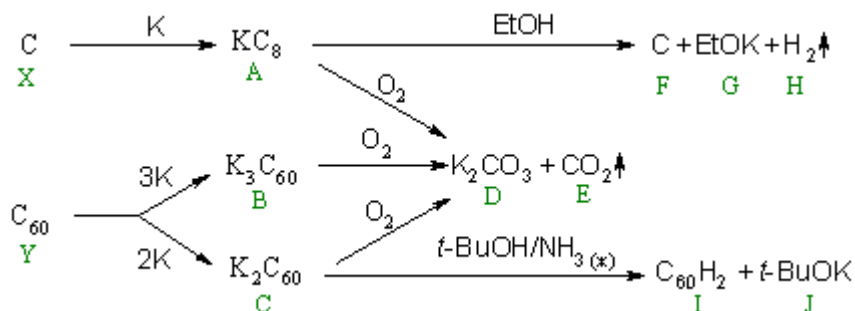


Химия для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 9. Там еще есть пустое место!



1.

- а) Приведенная на рисунке гранцентрированная кубическая ячейка содержит $1/4 \cdot 8 + 1/2 \cdot 6 = 4$ наночастицы **N**.
- б) Тетраэдр и октаэдр.
- в) Тетраэдрические пустоты лежат внутри куба на его больших диагоналях (по две на каждой), всего их будет **8**. Центры октаэдрических пустот лежат на ребрах куба, каждая такая пустота принадлежит ячейке только на четверть, еще одна октаэдрическая пустота находится в центре (принадлежит полностью кубической ячейке), следовательно, их будет $12/4 + 1 = 4$.

Таким образом, соотношение наночастиц и пустот обоих типов составляет **N:T:O** = 4:8:4 = 1:2:1. Возможные составы **NZ₂**, **NZ**, **NZ₃** (**q** = 2, 1, 3), отвечающие стехиометрическому (по условию) заполнению тетраэдрических, октаэдрических и одновременно обоих типов пустот.

2.

- а) Поскольку при заполнении пустот объем вещества не меняется (т.к. по условию не меняется размер частиц **N** и способ упаковки, следовательно, и плотность упаковки наночастиц **N**), то для 1 см³ **Y**:

- при образовании **B (NZ_n)** в 1 см³ реагируют 1,682 г **Y** и 1,955 – 1,682 = 0,273 г **Z**,
- при образовании **C (NZ_m)** в 1 см³ реагируют 1,682 г **Y** и 1,864 – 1,682 = 0,182 г **Z**,

$0,273/0,182 = 1,5$, то есть **n = 1,5m**. Сопоставляя это соотношение с найденными ранее **q**:

- **B: (NZ₃)**, **q** = 3, заполнены тетраэдрические и октаэдрические пустоты;
- **C: (NZ₂)**, **q** = 2, заполнены тетраэдрические пустоты.

- б) Найдем массу одного моля **N**, основываясь на их радиусе и плотности **Y**:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{nM/N_a}{A^3} = \frac{nM/N_a}{(2\sqrt{2}r_{NP})^3},$$

где n – число N , приходящееся на ячейку, M – молярная масса N , A – параметр элементарной ячейки (сторона куба, диагональ грани которого равна $4r_{NP}$).

$$M = \frac{\rho N_a (2\sqrt{2}r_{NP})^3}{n} = \frac{1,682 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 16\sqrt{2} \cdot 0,501^3 \cdot 10^{-21}}{4} \approx \underline{\underline{720,5 \text{ г/моль}}}$$

в) Обозначим молярную массу простого вещества Z как M_z :

1 см^3 вещества N с молярной массой $720,5 \text{ г/моль}$ имеет массу $1,682 \text{ г}$

1 см^3 вещества NZ_3 с молярной массой $(720,5 + 3M_z) \text{ г/моль}$ имеет массу $1,955 \text{ г}$

Поскольку, как было отмечено выше, при заполнении пустот объем вещества не меняется, то при образовании $B (NZ_3)$ количество частиц N в единице объема не изменится. Следовательно, для простого вещества Z :

$$1,682 / 720,5 = 1,955 / (720,5 + 3M_z)$$

$$M_z = (720,5 \cdot 1,955 / 1,682 - 720,5) / 3 \approx 39,0 \text{ г/моль} - \text{это } \underline{\underline{\text{калий}}}$$

Значит, $B - NK_3$ и $C - NK_2$.

Содержащийся в атмосфере газ E , образующийся при сгорании A, B, C , а также при действии кислот на (очевидно, калиевую соль) D , похоже, является оксидом, образующим с водой слабую кислоту. Поскольку газ G *очень* легкий (имеет молярную массу в 22 раза меньше) – то это водород, соответственно, $E - CO_2$. Другие легкие газы имеют молярные массы больше 10, для них молярная масса E будет больше 220, что будет слишком много для атмосферного газа.

Если наночастица N состоит из углерода и имеет молярную массу $720,5 \text{ г/моль}$, то $N - \text{фуллерен } C_{60}$.

Аналогично пункту а) найдем массовую долю калия в C ($0,182 / 1,864 \cdot 100\% = 9,76\%$), а по соотношению массовых долей из условия массовую долю калия в A как $9,76 \cdot 2,96 = 28,89\%$. Поскольку A , как B и C , является соединением углерода и калия, по массовой доле калия можно определить его формулу как KC_8 . Так как при реакции A со спиртом выделяется водород (а не углеводороды) и образуется углерод, имеющий по микрофотографии явную слоистую структуру, то A (как и B с C) – соединение внедрения (интеркалят).

Поскольку при реакции C с бутанолом в жидком аммиаке не выделяется водород, то наночастица I должна содержать 2 атома водорода на 1 молекулу фуллерена: $I - C_{60}H_2$.

г) $Y - \underline{\underline{\text{графит}}}$ (сложен из слоев графена), а $X - \underline{\underline{\text{фуллерит}}}$ (состоит из молекул наночастиц фуллерена).

3. Эксфолированный графит, представляющий собой стопки листов графена (ответ «графен» засчитывается). Продукты реакции KC_8 с этанолом (водород и алкоголь) «разрывают» слои графита:

