

Заключительный этап

8 класс

Задача №1. «Непростой минерал». 25 баллов

Для определения состава некоторого минерала были проведены следующие опыты.

- 1) Навеску минерала поместили в пробирку и нагрели. При этом на стенках пробирки появились капли жидкости;
- 2) навеску минерала массой 3,00 г растворили в воде и добавили избыток 10% раствора едкого кали. Выпало 0,70 г белого осадка, растворимого в кислотах, но нерастворимого в щелочах.
- 3) навеску минерала массой 1,00 г растворили в воде и добавили избыток раствора перхлората бария. Выпало 0,99 г белого мелкокристаллического осадка, нерастворимого в кислотах и щелочах.
- 4) навеску минерала массой 1,50 г растворили в воде и добавили избыток раствора перхлората серебра. Выпало 0,87 г белого творожистого осадка, нерастворимого в азотной кислоте.
- 5) навеску минерала массой 2,00 г прокалили при 500 °С. При этом масса навески уменьшилась до 1,57 г.

Определите состав минерала, ответ подтвердите расчетами. Напишите уравнения описанных реакций.

Решение.

Жидкость, появившаяся в первом опыте, вероятно, вода. По-видимому, вещество является кристаллогидратом. Из результатов прокаливания видно, что вода составляет 21,7% минерала по массе.

Нерастворимый в щелочи белый осадок, вероятно, гидроксид магния. Следовательно, исходный минерал содержит магний, притом его содержание составляет по массе 9,7%.

Осадок, выпадающий при действии перхлората бария – сульфат бария. Сульфат-ион составляет 38,6% от массы минерала.

Осадок, выпадающий при действии перхлората серебра – хлорид серебра. Хлорид-ион составляет 14,3% от массы минерала.

Пусть в состав одной формульной единицы минерала входит один ион магния. Тогда количество сульфат-иона составит $24 \cdot 38,6 / (9,7 \cdot 96) = 1$, количество хлорид-иона – $24 \cdot 14,3 / (9,7 \cdot 35,5) = 1$, количество воды – $24 \cdot 21,7 / (9,7 \cdot 18) = 3$.

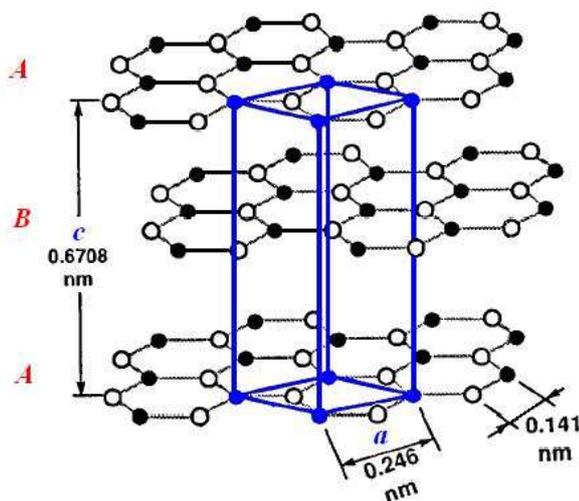
Очевидно, что в состав минерала входит еще один однозарядный катион. Его масса составит 15,7% от массы минерала. Тогда $M = 24 \cdot 15,7 / 9,7 = 39$ г/моль – калий

Состав минерала $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$

Задача №2. «Капсулы из графита». 25 баллов

Одной из своеобразных модификаций углерода являются нанотрубки, которые обычно рассматривают как свернутый в трубку слой графита (или графена). Важной особенностью нанотрубок является их способность инкапсулировать (заключать в себя) наночастицы различных веществ. Оцените размер одностенной углеродной нанотрубки, способной инкапсулировать сферическую наночастицу, состоящую из 60 атомов кобальта. Какую массу графита требуется испарить для получения 0,1 моль таких нанотрубок (выход целевого продукта при лазерном испарении графита примите равным 82% от теоретического)?

Для справки: плотность кобальта примите равной $8,9 \text{ г/см}^3$, радиус атома углерода – 67 пм. Структура графита приведена ниже



Решение

1. Определим объем, занимаемый 60 атомами кобальта.

$$6,02 \cdot 10^{23} \text{ атомов занимают объем } V_1 = M/\rho = 58,93/8,9 = 6,62 \text{ см}^3$$

60 атомов – объем V_2

$$V_2 = 60 \cdot 6,62 / 6,02 \cdot 10^{-23} = 65,98 \cdot 10^{-23} \text{ см}^3 = 659,8$$

$$\text{Радиус этой частицы составит } r = (659,8 \cdot 3 / (4\pi))^{1/3} = 5,4 \text{ \AA}$$

Следовательно, для ее размещения потребуется полость с расстоянием от центра частицы до центра соседнего атома углерода $d = 2 \cdot 5,4 + 2 \cdot 0,67 = 12,14 \text{ \AA}$ (с обеих сторон добавляем радиус атома углерода).

Требуется трубка с диаметром сечения $12,14 \text{ \AA}$ длиной $10,8 \text{ \AA}$.

2. Определим площадь поверхности этой трубки. Площадь боковой поверхности цилиндра (а именно о ней идет здесь речь) составляет $S = \pi dh = \pi \cdot 12,14 \cdot 10,8 = 411,9 \text{ \AA}^2$

Чтобы определить число атомов углерода, образующих эту поверхность, обратим внимание на схему: выделенный прямоугольный параллелепипед содержит в каждом слое $1 + 4 \cdot \frac{1}{3} = \frac{7}{3}$ атомов углерода (четыре вершины принадлежат трем соседним шестиугольникам, а один атом углерода принадлежит только данному параллелепипеду), а его площадь составляет $2,46^2 = 6,05 \text{ \AA}^2$

Составляем пропорцию:

$\frac{7}{3}$ атомов углерода – $6,05 \text{ \AA}^2$

X – $411,9 \text{ \AA}^2$

X = 159 атомов углерода

Поскольку выход реакции составляет 82%, подвергнуть лазерному испарению требуется такое количество графита, которое содержит 194 атома углерода, т.е.,

Ответ: $M = 194 \cdot \frac{58,93}{6,02} \cdot 10^{-23} = 1,9 \cdot 10^{-20} \text{ г}$

Задача №3. «Забытые названия». 20 баллов

Многие элементы до тех пор, пока их названия окончательно утвердились, имели другие названия. Некоторые были названы еще до того, как были на самом деле открыты, а те, кто открыл их дали элементам другие названия. Постарайтесь заполнить приведенную ниже таблицу.

Текущее название	Год открытия	Происхождение текущего названия	Устаревшее название	Значение устаревшего названия
	1728	Из названия минерала (драгоценного камня)	Глициний	
	1808		Тяжелец	Тяжелый
	Открыт в 1939 Назван в 1946	Название страны	Молдавий, Русий Алкалиний	
	1868		Астерий	
	1804	Запах	Птен	Крылатый
Гафний	1914			Племя Кельтов
	1801		Колумбий	В честь Колумба

	1808		Горькоземий	
	1779		Свободный флогистон, Горючий пар	-
	1783	Волчья слюна	Волчец Шеелий	

Решение

Текущее название	Год открытия	Происхождение текущего названия	Устаревшее название	Значение устаревшего названия
Бериллий	1728	Из названия минерала (драгоценного камня)	Глициний	Сладкий
Барий	1808	Тяжелый	Тяжелец	Тяжелый
Франций	Открыт в 1939 Назван в 1946	Название страны	Молдавий, Русий Алкалиний	В честь Молдавии и России; Щелочной
Гелий	1868	Солнце	Астерий	Звездный
Осмий	1804	Запах	Птен	Крылатый
Гафний	1914	Копенгаген	Кельтий	Племя Кельтов
Ниобий	1801	Ниоба – дочь Тантала	Колумбий	В честь Колумба
Магний	1808	Белая магнезия – минерал, названный в честь города Магнессия	Горькоземий	Из-за вкуса соли
Водород	1779	Рождающий воду	Свободный флогистон, Горючий пар	-
Вольфрам	1783	Волчья слюна	Волчец Шеелий	Дословный перевод

				вольфрам В честь Шееле
--	--	--	--	---------------------------

Задача 4. «Тяжелая соль». 30 баллов

Непереходный металл **А** образует с элементом-неметаллом **Б** бинарное соединение, в котором массовая доля **А** равна 79,05%. Это соединение можно получить прямым синтезом при температуре порядка 700°C. Кроме того, известно, что данное бинарное соединение легко гидролизуется, причем один из продуктов гидролиза при н.у. – газ.

Простые вещества, состоящие из атомов элементов **А** и **Б** также реагируют с простым веществом, содержащим атомы элемента **В**. Образующиеся бинарные соединения взаимодействуют между собой с образованием соли (**Х**), в которой массовая доля **А** составляет 55,19%, а массовая доля **Б** – 26,5%, причем для образования соли, в ходе указанных превращений, следует взять простые вещества элементов **А** и **Б** в мольном отношении 3:1 соответственно.

- Установите элементы **А** и **Б**
- Установите элемент **В**
- Установите формулу соли **Х**
- Запишите уравнения всех описанных реакций
- Запишите уравнение взаимодействия соли **Х** с соляной кислотой при нагревании

Ответ

А – К, **Б** – Р, **В** – S, **Х** – K₃PS₄.

