

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ ПО ХИМИИ.

ЗАДАНИЯ ОТБОРОЧНОГО ЭТАПА

8 класс

Задача 1, 25 баллов



35.5



45.2



19.3

В приведенном ребусе зашифрован химический состав некоторого минерала. Цифрами указано содержание соответствующих элементов в массовых долях. Определите химическую формулу вещества.

Решение

Вне всякого сомнения последний элемент – сера.

Пусть в состав соединения входит 1 атом серы. Тогда 1 моль этого соединения содержит 32 г серы. На первый из приведенных в ребусе элементов приходится 59 г, что соответствует, скорее всего, кобальту или никелю. Изображенный в ребусе мифический персонаж позволяет сделать выбор в пользу кобальта («кобольд»).

На второй элемент приходится 75 г, что может соответствовать мышьяку. Приведенная картинка подтверждает высказанное предположение.

Минерал – CoAsS (кобальтин или кобальтит).

Оценивание

Определение элементов – по 6 баллов за элемент

Определение формулы вещества – 7 баллов

Задача 2 (25 баллов)

Плотность газовой смеси определяется молярными массами компонентов ее компонентов и их соотношением. При добавлении более тяжелого газа к смеси плотность смеси растет, и наоборот, при добавлении более легкого уменьшается. Однако иногда происходит иначе. К 10 л газовой смеси с плотностью по водороду 4,95 добавляли аммиак. Сначала плотность газовой смеси уменьшалась, но потом снова начала расти. Минимальное значение плотности наблюдалось при добавлении 1 л аммиака, а при добавлении 11,25 литров плотность смеси оказалась равной первоначальной. Определите качественный и количественный (в литрах) состав исходной смеси.

Известно, что при пропускании исходной смеси через воду образуется кислый раствор, но смесь при этом не поглощается полностью.

Ответ 1 л HBr + 9 л H₂

Решение.

Молярная масса исходной газовой смеси равна $M=4,95 \cdot 2=9,9$ г/моль. **(3 балла)**

Один из газов должен иметь молярную массу меньше, таким образом это может быть либо гелий, либо водород.

Такое изменение плотности газовой смеси может происходить только из-за реакции аммиака со вторым компонентом смеси. Можно предположить, что таким газом скорее всего является галогеноводород. Поскольку минимальное значение плотности достигается при добавлении 1 л аммиака, то и галогеноводорода в этой смеси тоже 1 л. Тогда второго газа 9 л **(6 баллов)**

При добавлении к этому газу 10,25 л аммиака **(4 балла)** (1 л аммиака прореагировал с галогеноводородом) плотность газовой смеси становится равной первоначальной, то есть ее молярная масса равна 9,9 г/моль. Можем определить формулу второго газа.

$$M(\text{смеси}) = \frac{V_1 M_1 + V_2 M_2}{V_1 + V_2}$$
$$9,9 = \frac{9x + 10,25 \cdot 17}{19,25}$$

Откуда $x=2$ г/моль, то есть одним из газов был водород л **(6 баллов)**.

Аналогично по плотности исходной смеси можно определить формулу второго газа – это бромоводород. **(6 баллов)**.

Задача 3, 25 баллов

Приведите формулы 4 реально существующих газообразных при обычных условиях веществ, молекула которых имеет массу $4,81 \cdot 10^{-26}$ кг

Решение

Определим массу молекулы в а.е.м. Она составит $4,81 \cdot 10^{-26} / 1,66 \cdot 10^{-27} = 29$ а.е.м.

Такую массу имеет $^{14}\text{N}^{15}\text{N}$, $^{13}\text{C}^{16}\text{O}$, $^{12}\text{C}^{17}\text{O}$, $\text{C}_2\text{H}_3\text{D}$, ряд других веществ

Оценивание:

Перевод массы в а.е.м – 5 баллов

Предложенные формулы веществ – по 5 баллов (Если предложен несуществующий изотоп – 2 балла)

Задача № 4. 25 баллов

Элемент X при определенных условиях образует с иодом и кислородом соединения А и Б, соответственно. Массовая доля X в этих соединениях составляет 7,52% и 43,67%. Определите вещества А и Б.

Решение

Выразим массовую долю элемента X в иодиде. Справедливо соотношение:

$M / (M + 127x) = 0,0752$, где M – молярная масса искомого элемента, x – его валентность

При x = 3 M = 31 г/моль, что соответствует фосфору.

Тогда оксид Б – либо P_4O_6 , либо P_4O_{10} . Массовая доля фосфора указывает на P_4O_{10}

Оценивание:

Определение элемента X – 9 баллов

Определение соединений А и Б – по 8 баллов