

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
ОТВЕТЫ НА ЗАДАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА

8 КЛАСС

Задание 8-1. [10 баллов]

Элемент X может проявлять валентность III и V, а элемент Y – в соединении с элементом X только валентность I. Молярные массы двух соединений, состоящих из этих элементов, равны 137,5 г/моль и 208,5 г/моль. Определите элементы X и Y , в ответе укажите их символы. Из этих элементов состоит и соединение Z , которое имеет молярную массу 204 г/моль. Установите его формулу. Укажите римской цифрой валентность элемента X в соединении Z .

Элемент X –

Элемент Y –

Формула Z –

Валентность X в Z

Решение

Элемент X – P [2 балла]

Элемент Y – Cl [2 балла]

Формула Z – P_2Cl_4 или Cl_4P_2 [4 балла]

Валентность X в Z – III [2 балла].

Судя по валентностям, формулы соединений – XY_3 и XY_5 . По молярным массам составляем систему уравнений: $137,5 = M(X) + 3M(Y)$ $208,5 = M(X) + 5M(Y)$ $M(X) = 31$ г/моль – P, $M(Y) = 35,5$ г/моль – Cl. Пусть формула Z – P_xF_y , тогда $31x + 35,5y = 204$. Решение находится простым подбором: $x = 2$, $y = 4$. Формула – P_2Cl_4 . В этом соединении фосфор проявляет валентность III

Максимум за задание 10 баллов

Задание 8-2 [10 баллов]

Фторид неизвестного металла представляет собой летучее твердое вещество. Он содержит 32,4% фтора по массе. При небольшом нагревании вещество возгоняется, относительная плотность полученного газа по воздуху равна 12,138. Установите формулу фторида.

Решение

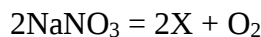
По относительности плотности газа найдем его молекулярную массу:

$$M = 12.138 \cdot 29 = 352 \text{ г/моль [2 балла]}$$

Содержание фтора в одном моле фторида: $m(\text{F}) = 352 \cdot 0,324 = 114 \text{ г [2 балла]}$, найдено количество вещества фтора 6 моль [2 балла]. Масса металла в одном моле фторида $352 - 114 = 238 \text{ г [2 балла]}$, это уран. Формула фторида: UF_6 [2 балла].

Максимум за задание 10 баллов**Задание 8-3 [20 баллов]**

При нагревании нитрат натрия разлагается в соответствии с уравнениями реакций:



Запишите формулы соединений X и Y.

При разложении образца нитрата натрия была получена смесь, содержащая равные массы X и Y. Какая доля нитрата натрия превратилась в X? Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответы:

X — NaNO_2 [2 балла]

Y — Na_2O [2 балла]

Всего 4 балла.

Проанализируем первое уравнение. В левой части 2 атома натрия, 2 атома азота и 6 атомов кислорода, в правой – 2 атома кислорода. Тогда две формульные единицы X должны содержать 2 атома натрия, 2 атома азота и 4 атома кислорода, а одна формульная единица X –

1 атом натрия, 1 атом азота и 2 атома кислорода, что соответствует формуле NaNO_2 . Путём аналогичных рассуждений приходим к выводу, что Y имеет формулу Na_2O . Предположим, что при разложении образовалось по 50 г нитрита и оксида натрия. Количество вещества нитрита равно $n(\text{NaNO}_2) = 50 / (23 + 14 + 16 \cdot 2) = 0.725$ [4 балла] моль, а количество вещества оксида равно $n(\text{Na}_2\text{O}) = 50 / (23 \cdot 2 + 16) = 0.806$ моль [4 балла]. Согласно уравнению реакции, из 2 моль нитрата образуется 2 моль нитрита. Тогда на получение 0.725 моль нитрита необходимо затратить 0.725 моль нитрата. Во второй реакции количество нитрата вдвое превышает количество образовавшегося оксида. Тогда на получение 0.806 моль оксида необходимо затратить 1.612 моль нитрата. Общее количество разложившегося нитрата равно $(0.725 + 1.612) = 2.337$ моль [4 балла]. Доля нитрата, превратившегося в нитрит, составляет $0.725 / 2.337 = 0.31$ или 31 %. [4 балла].

Максимум за задание 20 баллов

Задание 8-4 [4 балла]

Номера предложений, которые должны выбрать участники олимпиады

2, 3, 5, 6

По 1 баллу за каждое правильно выбранное предложение, со штрафом 1 балл за лишние пункты.

Максимум за задание 4 балла

Задание 8-5 [20 баллов]

В 1865 г. Дмитрий Иванович Менделеев в диссертации «Рассуждение о соединении спирта с водой» заложил основы гидратной теории водных растворов (на примере водно-спиртовых растворов) и объяснил химическую природу их сжатия. Позже был введен термин кристаллогидраты и с 1889 г. началось их систематическое изучение. В настоящее время под кристаллогидратами понимают такие кристаллы, которые содержат молекулы воды (вода называется кристаллизационной), например, 1 моль $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ содержит 1 моль BaCl_2 и 2 моль H_2O . Кристаллогидраты солей образуются (например, при кристаллизации растворенной соли), если в кристаллической решётке катионы образуют более прочную связь с молекулами воды, чем связь между катионами и анионами в кристалле безводной соли. Всё это нужно учитывать при приготовлении растворов из кристаллогидратов. Определите массовую долю сульфата железа (II) в растворе в результате растворения 30 г тетрагидрата сульфата железа (II) $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ в 100 мл воды (плотность воды принять равной 1 г/см^3).

Решение:

1. Для определения массовой доли вещества в растворе надо знать две физические величины
- массу вещества и массу раствора:

$$\omega \text{ вещества} = m(\text{вещества}) / m(\text{раствора})$$

2. Веществом, растворенным в растворе, будет безводная соль сульфат железа (II) FeSO_4 . Для нахождения массы FeSO_4 следует знать ее количество в кристаллогидрате $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: $m(\text{FeSO}_4) = n(\text{FeSO}_4) \cdot M(\text{FeSO}_4)$.

Согласно формуле кристаллогидрата $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, количество вещества FeSO_4 равно количеству вещества $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: $n(\text{FeSO}_4) = n(\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$. Тогда $n(\text{FeSO}_4) = n(\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = m(\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) / M(\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$ и $m(\text{FeSO}_4) = n(\text{FeSO}_4) \cdot M(\text{FeSO}_4)$

3. В полученное выражение следует подставить числовые данные, предварительно рассчитав молярные массы FeSO_4 и $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: $M(\text{FeSO}_4) = 152 \text{ г/моль}$; $M(\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 224 \text{ г/моль}$.
 $m(\text{FeSO}_4) = 0,134 \cdot 152 = 20,36 \text{ г}$.

4. Масса раствора равна: $m(\text{раствора}) = m(\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 30 + 100 = 130 \text{ г}$

5. Массовая доля сульфата железа (II) в растворе равна: $\omega(\text{FeSO}_4) = m(\text{FeSO}_4) / m(\text{раствора}) = 20,36 : 130 = 0,157$ или 15,7%
Ответ: $\omega(\text{FeSO}_4) = 15,7\%$.

Система оценивания:

1. Приведение формулы массовой доли вещества в растворе [2 балла]
2. Выведение формулы для нахождения массы безводной соли [5 баллов]
3. Расчет массы безводной соли [5 баллов]
4. Определение массы раствора [4 балла]
5. Расчет массовой доли безводной соли в растворе [4 балла]

Максимум за задание 20 баллов