

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2023-2024 УЧЕБНЫЙ ГОД
8 КЛАСС

Максимальное время выполнения задания: 240 мин.
Максимально возможное количество баллов: 100

Задача 1. А много ли металла?

Рассчитаем массовые доли элементов-металлов в представленных соединениях.

CsAl(SO₄)₂·12H₂O:

$$\omega(\text{Cs}) = \frac{Ar(\text{Cs})}{Mr(\text{CsAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O})} = \frac{132,9}{568,2} \times 100\% = 23,4\%$$

$$\omega(\text{Al}) = \frac{Ar(\text{Al})}{Mr(\text{CsAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O})} = \frac{26,98}{568,2} \times 100\% = 4,7\%$$

Cr₂S₃:

$$\omega(\text{Cr}) = \frac{Ar(\text{Cr}) \times 2}{Mr(\text{Cr}_2\text{S}_3)} = \frac{51,9 \times 2}{200,2} \times 100\% = 51,8\%$$

SrAl₂O₄:

$$\omega(\text{Sr}) = \frac{Ar(\text{Sr})}{Mr(\text{SrAl}_2\text{O}_4)} = \frac{87,6}{205,6} \times 100\% = 42,6\%$$

$$\omega(\text{Al}) = \frac{Ar(\text{Al}) \times 2}{Mr(\text{SrAl}_2\text{O}_4)} = \frac{26,98 \times 2}{205,6} \times 100\% = 26,2\%$$

Y₃Al₅O₁₂:

$$\omega(\text{Y}) = \frac{Ar(\text{Y}) \times 3}{Mr(\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12})} = \frac{88,9 \times 3}{593,6} \times 100\% = 44,9\%$$

$$\omega(\text{Al}) = \frac{Ar(\text{Al}) \times 5}{Mr(\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12})} = \frac{26,98 \times 5}{593,6} \times 100\% = 22,7\%$$

K₂(UO₂)₂(VO₄)₂:

$$\omega(\text{K}) = \frac{Ar(\text{K}) \times 2}{Mr(\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2)} = \frac{39,1 \times 2}{848,1} \times 100\% = 9,2\%$$

$$\omega(\text{U}) = \frac{Ar(\text{U}) \times 2}{Mr(\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2)} = \frac{238,02 \times 2}{848,1} \times 100\% = 56,1\%$$

$$\omega(\text{V}) = \frac{Ar(\text{V}) \times 2}{Mr(\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2)} = \frac{50,9 \times 2}{848,1} \times 100\% = 12,0\%$$

Задача 2. Неизвестный купорос

- Исходя из описания свойств вещества **X**, можно сделать вывод, что **X** – CuSO₄·5H₂O, медный купорос. Это и подтверждает представленная в задаче электронная конфигурация иона Cu²⁺ – 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁹. Кроме того, в задаче сказано, что масса воды в 1 моле **X** больше массы металла в 1,4 раза: M(H₂O)) = 64*1,4 = 90 г или 90:18 = 5 молекул воды.
- 3 грамма вещества **X** растворили в 8 моль воды. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = m/M = 3/249,69 = 0,012 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,012 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = M(\text{CuSO}_4) \cdot n(\text{CuSO}_4) = 159,6 \text{ г/моль} \cdot 0,012 \text{ моль} = 1,92 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 8 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 144 \text{ г}$$

$$\omega(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4)/(m(\text{CuSO}_4 + m(\text{H}_2\text{O}))) = (1,92 \text{ г}/(144+3)) \cdot 100\% = 1,3\%$$

Задача 3. Легкий электрон

- 1 протон имеют массу равную 1 а.е.м.

Атомная единица массы (а.е.м.) – это двенадцатая часть массы одного атома изотопа углерода-12:

$$1 \text{ а.е.м} = 1/12 m(^{12}\text{C}) = 1/N_A = 1/6,02 \cdot 10^{23} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}$$

$$\text{Масса электрона в граммах составляет} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г} / 1836 \approx 9 \cdot 10^{-28} \text{ г}$$

Заряд электрона $e = F/N_A = 96500 \text{ Кл/моль} / 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ (знак «минус» указывает на отрицательный заряд электрона)

Электрический заряд протона равен по абсолютной величине и противоположен по знаку заряду электрона => $p = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл

$$2. \quad n(X) = V/V_m = 5,6/22,4 = 0,25 \text{ моль}$$

$$n(e) = 15,05 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 2,5 \text{ моль}$$

Получается, что на 1 моль газа приходит 10 электронов, что соответствует неону, его молярная масса 20 г/моль.

Задача 4. Берегите уравнения реакций!

1. $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (реакция обмена)
2. $2\text{Al} + 3\text{I}_2 \rightarrow 2\text{AlI}_3$ (реакция соединения)
3. $\text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$ (реакция разложения)
4. $3\text{Mg} + \text{N}_2 \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2$ (реакция соединения)
5. $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$ (реакция соединения)
6. $4\text{Eu} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Eu}_2\text{O}_3$ (реакция соединения)
7. $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ (реакция соединения)
8. $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$ (реакция замещения)
9. $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ (реакция замещения)
10. $\text{Fe} + \text{P} \rightarrow \text{FeP}$ (реакция соединения)

Задача 5. А много ли здесь электронов?

$$\text{S}_8: 8 \cdot 16 = 128 \text{ e}$$

$$\text{Ce}^{3+}: 58 - 3 = 55 \text{ e}$$

$$\text{NO}_2: 7 + 16 = 23 \text{ e}$$

$$\text{C}_{60}: 6 \cdot 60 = 360 \text{ e}$$

$$\text{OsO}_4: 76 + 4 \cdot 8 = 108 \text{ e}$$

$$\text{TiO}_2: 22 + 8 \cdot 2 = 38 \text{ e}$$

$$\text{SiH}_4: 14 + 4 = 18 \text{ e}$$

$$\text{Eu}^{2+}: 63 - 2 = 61 \text{ e}$$

$$\text{He}^{2+}: 0 \text{ e}$$

$$\text{VO}_2^+: 23 + 8 \cdot 2 - 1 = 38 \text{ e.}$$