

Вузовский этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников
Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.

Решения олимпиадных заданий по химии.

8 класс (1 вариант).

1. Элементы следующие: B, N, F, Ne, S, Cl, Cr, Cu, Zn, Br.

- а), б) (1) $4\text{B} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{t, ^\circ\text{C}} 2\text{B}_2\text{O}_3$,
(2) $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$,
(3) $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$,
(4) $^{18}\text{O} + ^4\text{He} \longrightarrow ^{21}\text{Ne} + ^1_0\text{n}$,
(5) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{BaCl}_2 \rightarrow 3\text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{FeCl}_3$,
(6) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$,
(7) $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} \xrightarrow{t, ^\circ\text{C}} 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$,
(8) $\text{Zn} + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2[\text{X}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\uparrow$,
(9) $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t, ^\circ\text{C}} 2\text{CuO} + \text{O}_2\uparrow + 4\text{NO}_2\uparrow$,
(10) $2\text{KBr} + 3\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})} \longrightarrow \text{Br}_2 + 2\text{KHSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$.

в) Элемент, которому соответствует уравнение реакции (1) из этого списка, - это бор. Поскольку он имеет атомную массу между 10 и 11 а.е.м. (10,811), то массовые числа его изотопов (по условию различающиеся на единицу) будут равны 10 и 11. Более легкий из этих изотопов имеет массовое число **10**. В составе этого изотопа по **5 протонов и электронов** (по порядковому номеру) и $10 - 5 = 5$ **нейтронов**.

г) Возьмем 100 атомов природного бора. Они будут весить около 1081 а.е.м. (точнее 1081,1). Обозначив за x количество изотопов ^{10}B среди этих ста атомов, получим, что количество изотопов ^{11}B равно $100-x$. Составим уравнение: $10x + 11(100-x) = 1081$, решая которое, получаем $x = 19$, $100-x = 81$. Мольное соотношение $N(^{11}\text{B})/N(^{10}\text{B}) = 81/19 \approx 4,26$ (при более точном расчете 4,29, при более грубом 4,0). Можно решить и через мольные доли, тогда уравнение будет $10x + 11(1-x) = 10,811$, а $x = 0,189$.

Система оценивания:

- а) за каждый правильный символ элемента (даже если он поставлен не в то уравнение) по 0,5 б ($0,56 \cdot 10 = 5$ баллов);
б) за полностью верные коэффициенты в каждом уравнении по 0,5 б ($0,56 \cdot 10 = 5$ баллов);
в) за массовое число, количество протонов, нейтронов и электронов по 1 б ($16 \cdot 4 = 4$ балла);
г) за соотношение (от 4,0 до 4,3) без приведенного расчета 2 б (мог сделать в уме), за расчет 4 б, итого 6 б.

Всего 20 баллов.

2. В 200 г 10 % водного раствора нитрата магния содержится $0,1 \cdot 200 = 20$ г $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ и $200 - 20 = 180$ г воды. Этими числами мы и будем руководствоваться, проводя следующие расчеты.

а) Этот пункт мы уже решили: **20 г $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ и 180 г воды**.

б) Такая масса (20 г) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ содержится в $20/0,125 = 160$ г **12,5 % раствора**. Воды потребуется $200 - 160 = 40$ г.

в) В гексагидрате нитрата магния на 256 г кристаллогидрата ($24 + 2 \cdot (14 + 16 \cdot 3) + 18 \cdot 6$) приходится 148 г безводной соли ($24 + 2 \cdot (14 + 16 \cdot 3)$) и $18 \cdot 6 = 108$ г воды. Т.е. массовая доля безводной соли составляет $148/256 = 0,578$ или 57,8 %. Тогда 20 г $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ содержатся в $20/0,578 = 34,6$ г **гексагидрата нитрата магния $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$** , а воды потребуется $200 - 34,6 = 165,4$ г.

г) А здесь придется решать систему из двух уравнений с двумя неизвестными, которую, впрочем, можно свести и к одному уравнению. Пусть x - масса 12,5 % раствора $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, тогда масса 2,5 % раствора $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ будет $200-x$. Масса $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, которая должна содержаться в этих растворах в сумме, составляет 20 г. Составляем уравнение: $0,125x + 0,025 \cdot (200-x) = 20$. Решая уравнение, получаем $x = 150$ г. То есть 12,5 % раствора требуется **150 г**, а 2,5 % раствора $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ $200 - 150 = 50$ г.

д) Решаем аналогично с учетом массовой доли безводной соли в гексагидрате нитрата магния. Уравнение выглядит так $0,578x + 0,025 \cdot (200-x) = 20$, откуда $x = 27,1$. То есть гексагидрата нитрата магния требуется **27,1 г**, а 2,5 % раствора $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ $200 - 27,1 = 172,9$ г.

Система оценивания:

За каждую пару правильных ответов в каждом пункте по 4 б ($46 \cdot 5 = 20$ баллов).

Всего 20 баллов.