

Задание 1. Изумруд (*Инсар Имаш*)

- (1) Из реакции 2, можно догадаться, что Д скорее всего это $Na_n[(OH)_4]$.

$Na[A(OH)_4]$, $\approx 7.19/$ это примерно равно молярной массе **Лития**, но он не проявляет степень окисления +3.

При молекулярной формуле $Na_2[A(OH)_4]$ молярная масса $A \approx 9g/mol$, что соответствует **Берилию**, он и проявляет степень окисления +2.

Зная, что А это Ве (1 балл), мы можем написать уравнения реакций:

Реакция 1: $Be + 2 H_2O \rightarrow Be(OH)_2 + H_2$ (0.5 балл)

Реакция 2: $Be(OH)_2 + 2 NaOH \rightarrow Na_2[Be(OH)_4]$ (0.5 балл)

Реакция 3: $Be + BeO \rightarrow Be_2O$ (0.5 балл)

Г: $Be(OH)_2$ (0.5 балл)

Д: $Na_2[Be(OH)_4]$ (0.5 балл)

Е: Be_2O (0.5 балл)

- (2) Химия Б и А сходна, значит при добавлении избытка NaOH, у нас образуется $Na_n[B(OH)_4]$.

При $n = 1$ выходит, что Д2 имеет формулу $Na_n[B(OH)_4]$ с массовой долей металла = 22.9%.

Из этого можно посчитать молярную массу $B \approx 27.0g/mol$, что соответствует **Алюминию**.

Зная, что Б это Al (0.5 балл), мы можем написать уравнения реакций:

Реакция 4: $Al + 3 H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + 3/2 H_2$ (0.25 балл)

Реакция 5: $Al(OH)_3 + NaOH \rightarrow Na[Al(OH)_4]$ (0.25 балл)

Г2: $Al(OH)_3$ (1 балл)

Д2: $Na[Al(OH)_4]$ (1 балл)

- (3) Понять, что за элемент В можно понять по гидриду Л $BH_n \cdot (M_r() = x) : x = \frac{87.45}{x+n*1.008} = \frac{87.45}{100}$

или $6.968n = x$, тогда

$n = 1 \rightarrow x = 7.024 \Rightarrow Li$ но это металл \Rightarrow не подходит,

$n = 2 \rightarrow x = 14.048 \Rightarrow N$, но стабильной структуры NH_2 не существует \Rightarrow не подходит,

$n = 3 \rightarrow x = 21.072 \Rightarrow$ не подходит,

$n = 4 \rightarrow x = 28.095 \Rightarrow Si \Rightarrow SiH_4$, что является стабильным веществом.

Зная, что В это Si (0.5 балл), мы можем написать уравнения реакций:

Реакция 6: $Si + Cl_2 \rightarrow SiCl_4$ (0.25 балл)

Реакция 5: $\text{SiCl}_4 + \text{Li}[\text{AlH}_4] \rightarrow \text{SiH}_4 + \text{LiCl} + \text{AlCl}_3$ (0.25 балл)

И: SiCl_4 (1 балл)

Л: SiH_4 (1 балл)

- (4) Найдите формулу изумруда и напиши реакцию изумруда с серной кислотой.

В майнкрафте стекло делают из песка, то есть оксида кремния SiO_2 .

Количество вещества BeSO_4 (сульфат А):

$$n = \frac{1.17}{9.01 + 32.06 + 16 \cdot 4} \approx 0.0111 \text{ mol} \Rightarrow n(\text{Be}) \approx 0.0111 \text{ mol}$$

Количество вещества $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (сульфат Б):

$$n = \frac{1.27}{26.98 \cdot 2 + (32.06 + 16 \cdot 4) \cdot 3} \approx 3.71 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \Rightarrow n(\text{Al}) \approx 7.42 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Количество вещества SiO_2 :

$$n = \frac{1.34}{28.09 + 16 \cdot 2} \approx 0.0223 \Rightarrow n(\text{Si}) \approx 0.0223 \text{ mol}$$

В 2 граммах изумруда присутствует кислород, его масса равна

$$m(\text{O}) = 2 - (0.0111 \cdot 9.01 + 7.42 \cdot 10^{-3} \cdot 26.98 + 0.0223 \cdot 28.09)$$

$$m(\text{O}) = 1.0734 \text{ грамма} \Rightarrow n(\text{O}) = \frac{1.0734}{16} \approx 0.0671 \text{ mol}$$

$$n(\text{Be}) : n(\text{Al}) : n(\text{Si}) : n(\text{O}) = 0.0111 : 7.42 \cdot 10^{-3} : 0.0223 : 0.0671$$

$$n(\text{Be}) : n(\text{Al}) : n(\text{Si}) : n(\text{O}) \approx 1.5 : 1 : 3 : 9$$

Из этого выходит, что формула изумруда это **$\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$** или **$\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$**
(2 балл)

Задание 2. Считая звезды (Инсар Иман)

- (1) Напряжённость гравитационного поля можно найти по формуле

$$E = G \frac{M_s}{R_s^2}$$

Соответственно,

$$E = 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1.989 \cdot 10^{30}}{(6.963 \cdot 10^8)^2} \approx 274 \text{ ms}^{-2}$$

(1 балл)

- (2) Энергию фотона можно рассчитать по формуле

$$E = h \frac{c}{\lambda}$$

Соответственно,

$$E = 6.626 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{588 \cdot 10^{-9}} \approx 3.38 \cdot 10^{-19}$$

(1 балл)

- (3) $4 \text{ } {}_1^1\text{p}^- \rightarrow {}_2^4\text{He} + 2 \text{ } {}_{+1}^0\text{e}$

- (4) Считаем потерю массы

$$\Delta m = 2 \cdot 9.109 \cdot 10^{-31} + 6.646 \cdot 10^{-27} - 4 \cdot 1.673 \cdot 10^{-27} \approx -4.42 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$$

Энергия считается по уравнению Эйнштейна

$$E = mc^2 = 4.42 \cdot 10^{-29} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \approx 4 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

(4 балл)

- (5) Давайте сначала посчитаем энергию которую надо приложить, чтобы разделить атом гелия и электрон

Это считается по формуле расчёта энергии электрического поля

$$E = k \frac{q_{He} q_e}{r} = 8.992 * 10^9 * \frac{4 * 1.602 * 10^{-19} * 1.602 * 10^{-19}}{140 * 10^{-12}} \approx 6.59 * 10^{-18} J$$

Чтобы рассчитать энтальпию реакции, нужно посчитать энергию ионизации для моля вещества

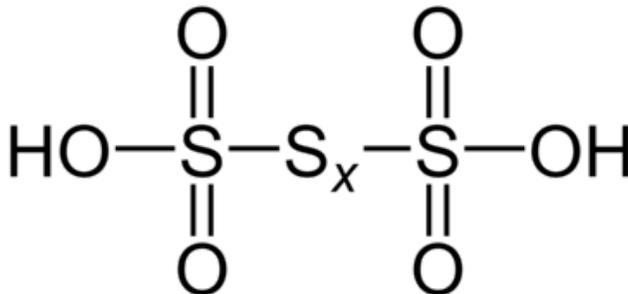
Соответственно

$$\Delta H = E * N_a = 6.59 * 10^{-18} * 6.022 * 10^{23} \approx 3968 kJ/mol$$

(5 балл)

Задание 3. Сера, кислород и еще раз сера (Махматов Мансур, Полетаев Данил)

1. (4 балл)



2. а. Независимо от того, как Вы будете считать pH (приблизительной или точной формулой) - у Вас должны выйти примерно одинаковые ответы из-за того, что концентрация довольно большая: (2 балл)

$$pH = -\lg [H^+] = -\lg \left(\sqrt{K_a K_{a,2}} \right) = 3.3$$

б. Т.к. с ростом n растет длина кислоты, то влияние одной OH группы на другую уменьшается, т.е. становится легче разорвать связь $O-H$, поэтому $pK_{a,1}$ не должно меняться в широких пределах, а $pK_{a,2}$ должно уменьшаться. (2 балл)

3. (1) $MnO_2 + 2SO_2 = MnS_2O_6$ (1 балл)
(2) $2S_2O_3^{2-} + 4H_2O_2 = S_3O_6^{2-} + SO_4^{2-} + H_2O$ (2 балл)
(3) $2S_2O_3^{2-} + I_2 = S_4O_6^{2-} + 2I^-$ (1 балл)

Задание 4. Игла Бюффона (Махматов Мансур)

Найдем молярную массу металла:

$$M = \frac{\rho V N_a}{Z} = \frac{2.7 \cdot (4.05 \cdot 10^{-8})^3 \cdot 6.02 \cdot 10^{23}}{4} = 27 g \cdot mol^{-1}$$

Это соответствует молярной массе алюминия, теперь мы можем найти массу, для этого найдем моль водорода:

$$\nu(H_2) = \frac{PV}{RT} = \frac{100 \cdot 74.33}{8.314 \cdot 298} = 3 \text{ mol}$$
$$2Al + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2$$

Теперь можем найти массу:

$$\nu(Al) = \frac{2}{3}\nu(H_2) = 2 \text{ mol}$$
$$\nu(Al) = 2 \cdot 27 = 54 \text{ g}$$

За нахождение молярной массы металла 4 балла, за нахождение объема водорода 1 балла, за реакцию 1 балла, за массу 6 баллов.