

Заключительный этап олимпиады по химии «Путь к успеху»

1. Известно, что хромат-ион является сильным окислителем в водной среде.

Допишите продукты и расставьте коэффициенты в приведенных уравнениях реакций.

Приведите их сокращенные ионные уравнения.

- $K_2CrO_4 + BaCl_2 \rightarrow KCl + \dots$
- $K_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + H_2O + \dots$
- $K_2CrO_4 + Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2O + K_2SO_4 + \dots$
- $H_2CrO_4 + KOH \rightarrow H_2O + \dots$
- $K_2CrO_4 + HCl \rightarrow Cl_2 + KCl + H_2O + \dots$
- $K_2CrO_4 + KJ + H_2O \rightarrow J_2 + KOH + \dots$

Решение:

- $K_2CrO_4 + BaCl_2 = 2KCl + BaCrO_4 \downarrow$
 $CrO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaCrO_4 \downarrow$
- $2K_2CrO_4 + H_2SO_4 = K_2SO_4 + H_2O + K_2Cr_2O_7$
 $2CrO_4^{2-} + 2H^+ = H_2O + Cr_2O_7^{2-}$
- $2K_2CrO_4 + 3Zn + 8H_2SO_4 = 3ZnSO_4 + 8H_2O + 2K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3$
 $2CrO_4^{2-} + 3Zn + 16H^+ = 3Zn^{2+} + 8H_2O + 2Cr^{3+}$
- $H_2CrO_4 + 2KOH = 2H_2O + K_2CrO_4$
 $H^+ + OH^- = H_2O$
- $2K_2CrO_4 + 16HCl = 3Cl_2 + 4KCl + 8H_2O + 2CrCl_3$
 $2CrO_4^{2-} + 16H^+ + 6Cl^- = 3Cl_2 + 8H_2O + 2Cr^{3+}$
- $2K_2CrO_4 + 6KJ + 8H_2O = 3J_2 + 4KOH + 2K_3[Cr(OH)_6]$
 $2CrO_4^{2-} + 6J^- + 8H_2O = 3J_2 + 4OH^- + 2[Cr(OH)_6]^{2-}$

Оценка задания

За молекулярные уравнения 1,2,4,5,6 по 1 баллу	1 · 6 = 6 баллов
За краткие уравнения 1,2,3,4,5,6 по 1 баллу	1 · 6 = 6 баллов
Итого:	12 баллов

2. Карбонат бария нагрели на воздухе до 1200°C, а затем медленно охладили до комнатной температуры. Через водную суспензию твердого остатка, пропустили газообразный продукт этой реакции. Осадок отфильтровали, а к фильтрату добавили подкисленный раствор йодида калия. Образующееся вещество дает синее окрашивание с крахмалом.

О каких процессах идет речь?

Приведите уравнения всех реакций.

Решение:

- $BaCO_3 \xrightarrow{1200^\circ C} BaO + CO_2$
- $2BaO + O_2 \rightarrow 2BaO_2$ при медленном охлаждении

3. $\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}_2$
4. $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KJ} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{J}_2\downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
5. С крахмалом J_2 – синее окрашивание

Оценка задания

1. За реакцию 1	1 балл
1. За реакции 2 – 4	$2 \cdot 3 = 6$ баллов
2. За указание на окрашивание	1 балл
Итого:	8 баллов

3. Оксид неметалла массой 9,60 г добавили к 140,4 г 10%-го раствора гидроксида натрия. В результате реакции образовался раствор с массовой долей соли 11,36%.

Определите формулы оксида и соли. Рассчитайте массовую долю щелочи в конечном растворе.

Решение:

Пусть формула оксида неметалла $\text{Э}_2\text{O}_x$

Общее уравнение реакции $2\text{NaOH} + \text{Э}_2\text{O}_x = \text{Na}_2\text{Э}_2\text{O}_{x+1} + \text{H}_2\text{O}$

Если x – четное число $= 2y$, тогда $2\text{NaOH} + \text{ЭO}_y = \text{Na}_2\text{ЭO}_{y+1} + \text{H}_2\text{O}$

$m(\text{конеч. р-ра}) = 9,6 + 140,4 = 150$ г,

тогда масса соли: $m(\text{соли}) = 150 \cdot 0,1136 = 17,04$ г.

Масса соли отличается от массы оксида на массу Na_2O , следовательно

$m(\text{Na}_2\text{O}) = 17,04 - 9,6 = 7,44$ г

$\nu(\text{Na}_2\text{O}) = \nu(\text{оксида}) = 0,12$ моль для четных x и $\nu(\text{оксида}) = 1/2 \nu(\text{Na}_2\text{O})$ для нечетных x .

Тогда для четных $M(\text{ЭO}_y) = 9,6/0,12 = 80$ г/моль

при $y=3$ $M(\text{Э}) = 32$. Это S – сера, SO_3 – оксид серы (VI)

При других вариантах разумного решения нет.

$2\text{NaOH} + \text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

$\nu(\text{NaOH})_{\text{исх.}} = 140,4 \cdot 0,1/40 = 0,351$ моль

$\nu(\text{NaOH})_{\text{ост.}} = 0,351 - 2 \cdot 0,12 = 0,111$ моль

$\omega(\text{NaOH}) = 0,111 \cdot 40 \cdot 100\%/150 = 2,96\%$

Оценка задания

За составление уравнения в общем виде	2 балла
За нахождение $m(\text{р-ра})$, $m(\text{соли})$, $m(\text{Na}_2\text{O})$, $m(\text{оксида})$ по 1 баллу	4 балла
За установление элемента и оксида по 1 баллу	2 балла
За нахождение массовой доли NaOH	2 балла
Итого:	10 баллов

4. Вещество А имеет молярную массу более 300 г/моль, но менее 350 г/моль, и симметричное строение. Оно не вступает в реакции с растворами брома в четыреххлористом углероде и перманганате калия. Для каталитического гидрирования на 1 моль вещества А требуется 12 моль водорода. При сгорании 6,4 г вещества А в кислороде образуется 11,2 л углекислого газа (н.у.) и 3,6 г жизненно важной жидкости В.

Установите состав и строение соединения А. Напишите уравнения реакций и назовите вещество А.

Решение:

$\text{X} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{В} = \text{H}_2\text{O}$

$\nu(\text{C}) = \nu(\text{CO}_2) = 11,2/22,4 = 0,5$ моль

$\nu(\text{H}) = 2\nu(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 3,6/18 = 0,4$ моль

$m(\text{C}) = 0,5 \cdot 12 = 6 \text{ г}$ $m(\text{H}) = 0,4 \cdot 1 = 0,4 \text{ г}$
 $m(\text{C}) + m(\text{H}) = m(\text{в-ва}) = 6,4 \text{ г} \rightarrow \text{X} - \text{углеводород}$
 $\text{C}_x\text{H}_y \quad x : y = \nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) = 5 : 4$
 $(\text{C}_5\text{H}_4)_n \rightarrow 4,69 < n < 5,47, \text{ т.е. } n = 5$

Формула X – $\text{C}_{25}\text{H}_{20}$

Вещество X имеет ароматический характер, можно предложить структуру X
 $(\text{C}_6\text{H}_5)_4\text{C}$ – тетрафенилметан

Оценка задания

1. За вещество А	1 балл
2. За простейшую формулу	2 балла
3. За установление, что X – углеводород	2 балла
4. За истинную формулу	2 балла
5. За уравнение	1 балл
6. За структурно-графическую формулу и название	2 балла
Итого:	10 баллов