

Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный этап (решение)
9-й класс

Задание 1

Напишите уравнения реакций, в которых степень окисления кислорода меняется следующим образом:

**Решение задания № 1**

| Содержание верного ответа и указания к оцениванию | Баллы |
|--|--|
| Уравнения реакций: 1. $2O_3 \Rightarrow 3O_2$ 2. $Ba + O_2 \Rightarrow BaO_2$ 3. $BaO_2 + H_2SO_4 \Rightarrow BaSO_4 + H_2O_2$ 4. $2H_2O_2 \Rightarrow 2H_2O + O_2$ 5. $2H_2O + 4F_2 \Rightarrow 4HF + 2OF_2$ | 5 баллов (по 1 баллу за уравнение реакции с коэффициентами) |
| Итого | 5 баллов |

Задание 2

В нитриде металла IIА группы массовая доля металла в 4,285 раз больше массовой доли неметалла, а число атомов металла в 8 раз меньше числа Авогадро. Определите массу образца нитрида металла.

Решение задания № 2

| Содержание верного ответа и указания к оцениванию | Баллы |
|---|---------------|
| Общая формула: Me_3N_2 Пусть $M(Me) = x$ г/моль. По формуле: $n(Me) = 3$ моль, $n(N) = 2$ моль. Тогда $M(Me_3N_2) = 3x + 2 \cdot 14 = 3x + 28$ (г/моль) | 1 балл |
| Вычислим молярную массу металла. $\omega(Me) = \frac{3x}{3x+28}$ $\omega(N) = \frac{28}{3x+28}$ $\omega(Me) : \omega(N) = \frac{3x}{3x+28} : \frac{28}{3x+28} = 4,285$ $\frac{3x}{28} = 4,285$ $3x = 119,98$ | 1 балл |

| | |
|---|-----------------|
| $x = 40$ $M(\text{Me}) = 40 \text{ (г/моль)}$, металл – кальций | |
| Вычислим общее число атомов металла в образце: $N_{\text{ат}}(\text{Ca}) = \frac{N_{\text{Авогадро}}}{8} = 6,02 \cdot 10^{23} : 8 =$ $= 0,7525 \cdot 10^{23}$ | 1 балл |
| Вычислим массу образца. $n(\text{Ca}) = \frac{N_{\text{ат}}(\text{Ca})}{N_{\text{Авогадро}}} = 0,7525 \cdot 10^{23} : 6,02 \cdot 10^{23} = 0,125 \text{ (моль)}$. $n(\text{Ca}_3\text{N}_2) = 0,125 : 3 = 0,04 \text{ (моль)}$. $M(\text{Ca}_3\text{N}_2) = 3 \cdot 40 + 2 \cdot 14 = 148 \text{ (г/моль)}$. $m(\text{Ca}_3\text{N}_2) = n \cdot M = 0,04 \cdot 148 = 5,92 \text{ (г)}$. Ответ: 5,92 г | 2 балла |
| Итого | 5 баллов |

Задание 3

Для приготовления раствора смешали 500 мл воды, 10 г гидроксида натрия, 5 г сульфата натрия и 6 г гидросульфата натрия. Рассчитайте массовые доли веществ в получившемся растворе.

Решение задания № 3

| Содержание верного ответа и указания к оцениванию | Баллы |
|--|---|
| Уравнение реакции: $\text{NaOH} + \text{NaHSO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ | 1 балл (за уравнение реакции с коэффициентами) |
| Вычислим массу воды и количества вещества исходных веществ: $m \text{H}_2\text{O} = 500 \cdot 1 = 500 \text{ (г)}$. $n(\text{NaOH}) = 10 : 40 = 0,25 \text{ (моль)}$. $n(\text{NaHSO}_4) = 6 : 120 = 0,05 \text{ (моль)}$. $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 5 : 142 = 0,035 \text{ (моль)}$ | 1 балл (за использование сведений об исходных веществах) |
| Вычислим количество вещества и массы продуктов реакции: $n(\text{NaOH})_{\text{изр}} = n(\text{NaHSO}_4) = 0,05 \text{ (моль)}$. $n(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0,25 - 0,05 = 0,2 \text{ (моль)}$. $n(\text{NaHSO}_4)_{\text{ост}} = 0 \text{ (моль)}$. $n(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{обр}} = n(\text{NaHSO}_4)_{\text{изр}} = 0,05 \text{ (моль)}$. $n(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{конеч}} = 0,035 + 0,05 = 0,085 \text{ (моль)}$. $m(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0,2 \cdot 40 = 8 \text{ (г)}$. $m(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{конеч}} = 0,085 \cdot 142 = 12,07 \text{ (г)}$ | 2 балла |
| Вычислим массовые доли веществ в получившемся растворе: $m_{\text{р-ра}} = 500 + 10 + 5 + 6 = 521 \text{ (г)}$. $\omega \text{NaOH} = \frac{8}{521} = 0,015 \text{ (1,5 \%)}$. | 1 балл |

| | |
|---|-----------------|
| $\omega \text{Na}_2\text{SO}_4 = \frac{12,07}{521} = 0,023 (2,3 \%)$ Ответ: $\omega \text{NaOH} = 0,015 (1,5 \%)$, $\omega \text{Na}_2\text{SO}_4 = 0,023 (2,3 \%)$ | |
| Итого | 5 баллов |

Задание 4

Имеется смесь азота и водорода, которая на 5 % легче гелия. После пропускания смеси над нагретым катализатором образовался аммиак, в результате чего смесь стала тяжелее гелия при тех же условиях. Рассчитайте область допустимых значений для выхода реакции.

Решение задания № 4

| Содержание верного ответа и указания к оцениванию | Баллы |
|--|-----------------|
| Уравнение реакции: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ | 1 балл |
| Пусть в исходной смеси содержалось: $n \text{N}_2 - x$ моль, $n \text{H}_2 - y$ моль. Средняя молярная масса смеси на 5 % меньше атомной массы гелия, т. е.: $M_{\text{ср.}} = \frac{(28x + 2y)}{x+y} = 0,95 \cdot 4 = 3,8;$ $y = 13,44x$ | 1 балл |
| По уравнению реакции: вступило $n \text{N}_2 - a$ моль, тогда прореагировало $n \text{H}_2 - 3a$ моль, образовалось $n \text{NH}_3 - 2a$ моль. Общее число молей после реакции: $n \text{H}_2 + n \text{N}_2 + n \text{NH}_3 = (y - 3a) + (x - a) + 2a = 14,44x - 2a$ | 1 балл |
| Масса смеси после реакции: $m \text{ смеси} = 28x + 2y = 54,9x$ (г). По условию средняя молярная масса смеси после реакции больше 4, т. е.: $M_{\text{ср.}} = \frac{54,9x}{14,44x - 2a} > 4$ $a > 0,3575x$ | 1 балл |
| Так как выход реакции по определению равен a/x , это означает, что смесь станет тяжелее гелия при выходе, большем, чем 35,8 % | 1 балл |
| Итого | 5 баллов |

Задание 5 (эксперимент)

В пробирках без этикеток находятся растворы веществ: нитрат бария, карбонат натрия, хлорид алюминия, серная кислота. Распознайте, в какой пробирке находится каждое вещество, имея в своём распоряжении только эти вещества. Составьте план-схему распознавания этих веществ. Укажите

признаки реакций. Напишите необходимые уравнения реакций в молекулярном и сокращённом ионном виде.

Решение задания № 5

| Содержание верного ответа и указания к оцениванию | | | | | Баллы |
|---|---|--|--|--|---|
| План-схема распознавания веществ | | | | | 3 балла, из них 1 балл за составление таблицы или словесное описание алгоритма рассуждений + 2 балла за признаки реакций (по 0,25 балла за каждый признак) |
| | $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ | Na_2CO_3 | AlCl_3 | H_2SO_4 | |
| $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ | - | + Осадок белого цвета, растворимый в кислоте | - | + Осадок белого цвета, нерастворимый в кислоте | |
| Na_2CO_3 | + Осадок белого цвета, растворимый в кислоте | - | + Осадок белый, студенистый, газ без цвета и запаха | + Газ без цвета и запаха, не поддерживает горение | |
| AlCl_3 | - | + Осадок белый, студенистый, газ без цвета и запаха | - | - | |
| H_2SO_4 | + Осадок белого цвета, нерастворимый в кислоте | + Газ без цвета и запаха, не поддерживает горение | - | - | |
| Правильное определение вещества в пробирке | | | | | 4 балла (по 1 баллу за вещество) |
| Уравнения реакций: 1. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{BaCO}_3 + 2\text{NaNO}_3$ $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3\downarrow$ 2. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HNO}_3$ $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4\downarrow$ 3. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 4. $3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 6\text{NaCl} + 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ $3\text{CO}_3^{2-} + 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ | | | | | 4 балла (по 0,5 балла за молекулярное и 0,5 балла за сокращённое ионное уравнение) |
| Итого | | | | | 11 баллов |

Всего: 5 + 5 + 5 + 5 + 11 = 31 балл.