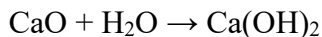


91 Санкт-Петербургская олимпиада школьников по химии 2025 года
Заключительный этап. Теоретический тур
7-8 класс

Решения

Задача 1



$$\nu(\text{CaO}) = \frac{0.7}{56} = 0.0125 \text{ моль} = \nu(\text{Ca(OH)}_2)$$

$$\text{в осадке } \nu(\text{Ca(OH)}_2) = \frac{0.693}{74} = 0.0094 \text{ моль}$$

$$\text{в растворе } \nu(\text{Ca(OH)}_2) = 0.0125 - 0.0094 = 0.0031 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ca(OH)}_2) = 0.0031 \cdot 74 = 0.23 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Ca(OH)}_2) = \frac{0.23}{200 + 0.7 - 0.693} \cdot 100\% = \mathbf{0.11\%}$$

Получился **насыщенный** раствор **гашеной извести**, т.к. помимо гидроксида кальция находящегося в растворе присутствует большая часть основания, не растворившаяся в имеющемся объеме растворителя. Однако **данный раствор нельзя считать концентрированным**, поскольку массовая доля растворенного вещества менее 1%.

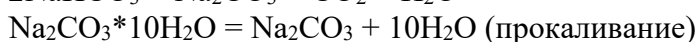
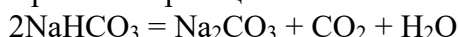
Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|----|---|------------|
| 1. | Установление формул реагирующих веществ (CaO и H ₂ O) по 0.5 балла | 7.5 баллов |
| | Уравнение реакции – 1 балл | |
| | Указано, что образовавшийся осадок – гидроксид кальция – 1 балл | |
| | Верно вычислена массовая доля – 4.5 балла | |
| | <i>наличие арифметической ошибки и/или неверный учет массы раствора снижает оценку на 1.5 балла</i> | |
| 2. | Тривиальное название – 0.5 балла | 0.5 балла |
| 3. | Обоснования характеристик раствора по 1 баллу | 2 балла |
| | <i>без обоснования – 0 баллов</i> | |

ИТОГО: 10 баллов

Задача 2

Уравнения реакций:



$$\text{Пусть } n(\text{NaHCO}_3) = n_1 \text{ моль}$$

$$\text{Пусть } n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = n_2 \text{ моль}$$

$$n_1 = 2 \cdot 45,7 / 22400 = 0.004 \text{ моль}$$

$$n_2 = 89,6 / 22400 - 0.002 = 0.002 \text{ моль}$$

$$m_1 = 0.004 \cdot 84 = 0.336 \text{ г}$$

$$m_2 = 0.002 \cdot 286 = 0.572 \text{ г}$$

$$w_1 = 33.6\%$$

$$w_2 = 57.2\%$$

$$w(\text{примеси}) = 9.2\%$$

Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|----|--|---------|
| 1. | Уравнения реакций – по 1 баллу | 3 балла |
| 2. | Определение количества вещества углекислого газа – по 1 балу | 2 балла |

- | | | |
|---------------|--|------------------|
| 3. | Определение количества вещества гидрокарбоната натрия | 1 балл |
| 4. | Определение количества вещества декагидрата карбоната натрия | 1 балл |
| 5. | Определение массы гидрокарбоната натрия | 1 балл |
| 6. | Определение массы декагидрата карбоната натрия | 1 балл |
| 7. | Расчет массовых долей | 1 балл |
| ИТОГО: | | 10 баллов |

Задача 3

A	B	C	D	E	F	G
Hg	HgO	HgS	S	HNO ₃	Hg(NO ₃) ₂	NaOH

- 1) $2\text{Hg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{HgO}$
- 2) $\text{Hg} + \text{S} \rightarrow \text{HgS}$
- 3) $3\text{Hg} + 8\text{HNO}_{3(\text{разб.})} \rightarrow 3\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{HgO} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 5) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{HgO}$

* в реакции 5 может быть использована любая щелочь

Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|---------------|--------------------------------------|------------------|
| 1. | Формулы веществ А – Г по 0.5 балла | 3.5 балла |
| 2. | Уравнения реакций 1 – 2 по 1 баллу | 6.5 баллов |
| | Уравнения реакций 3 – 5 по 1.5 балла | |
| ИТОГО: | | 10 баллов |

Задача 4

а) Степени окисления элементов: $(\text{N}^{-3}\text{H}^{+1}_4)_2\text{Cr}^{+6}_2\text{O}^{-2}_7$

б) Уравнение реакции: $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}\uparrow$

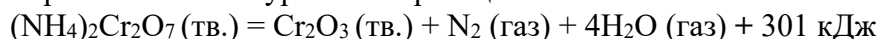
При разложении 1 моль дихромата аммония получается

$$V = 1/252 \cdot 5 \cdot 22,4 = 0,44 \text{ л}$$

Тепловой эффект реакции Q составляет:

$$Q = 4 \cdot 242 + 1141 - 1808 = +301 \text{ кДж}$$

Термохимическое уравнение реакции:



Тепловой эффект разложения 1 г дихромата аммония составит

$$Q' = +301/252 = 1,2 \text{ кДж}$$

Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|---------------|--|------------------|
| 1. | Степени окисления элементов по 0.5 балла | 2 балла |
| 2. | Уравнение реакции | 2 балла |
| 3. | Расчет объема газообразных продуктов | 2 балла |
| 4. | Термохимическое уравнение реакции | 2 балла |
| 5. | Тепловой эффект разложения 1 г соли | 2 балла |
| ИТОГО: | | 10 баллов |

Задача 5

Если объем продуктов при разложении в 1,5 раза больше исходного газа, то в реакции разложения из одного моль образуется 1,5 моль продуктов, масса которых

на 23,34 г больше.

Разложение должно идти с увеличением объёма на 0,5 моль.

Условию задачи (4-атомное бинарное соединение) соответствуют вещества состава AX_3 и A_2X_2

Рассмотрим реакцию $A_2X_2 \rightarrow A_2X + 1/2X_2$

Допустим, X – кислород

Тогда $2 \cdot (32 + 2M(A)) - 2/3 \cdot (2M(A) + 16) - 1/3 \cdot 32 = 23,34$

$M(A) = 19$ г/моль

Элемент А – фтор

Искомое вещество O_2F_2

Реакция разложения $2O_2F_2 = 2OF_2 + O_2$

Степени окисления:

В дифториде диоксида (дифториде) $O^{+1}F^{-1}_2$

В дифториде кислорода (фториде кислорода) $O^{+2}F^{-1}_2$

В простом веществе кислород (диоксиген) O^0_2

Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|---------------|---|------------------|
| 1. | Пересчет от плотности по водороду к молярным массам | 2 балла |
| 2. | Понимание изменения количества вещества газа в ходе реакции | 1 балла |
| 3. | Определение исходного вещества | 2 балла |
| 4. | Определение продуктов разложения | 2 балла |
| 5. | Названия соединений по 1 баллу | 2 балла |
| 6. | Степени окисления элементов – по 0,25 балла (фтор считать один раз) | 1 балл |
| ИТОГО: | | 10 баллов |

Задача 6

- 1 – известняк
- 2 – нефть
- 3 – рубин
- 4 – галит
- 5 – сапфир
- 6 – карбонат
- 7 – малахит
- 8 – изумруд
- 9 – уголь
- 10 – сульфид

Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|---------------|--------------------------------|------------------|
| 1. | Названия соединений по 1 баллу | 10 баллов |
| ИТОГО: | | 10 баллов |