

**Министерство образования, науки и молодежной политики
Нижегородской области**

Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского

Всероссийская олимпиада школьников по химии

Муниципальный (районный) этап

Решение задания 1

1.1. Для расчета плотности жидкого кислорода вначале вычислим его массу по формуле Менделеева-Клапейрона:

$$m(\text{O}_2) = \frac{pVM(\text{O}_2)}{RT} = \frac{\frac{790 \text{ мм рт.ст.}}{760 \text{ мм рт.ст.}} \times 5000 \text{ м}^3 \times 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{0.082 \frac{\text{л} \cdot \text{атм}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \times (273 + 25) \text{ К}} = 6806 \text{ г.}$$

Затем вычислим плотность жидкого кислорода по формуле:

$$\rho(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{V(\text{O}_2)} = \frac{6806 \text{ г}}{6000 \text{ мл}} = 1.13 \frac{\text{г}}{\text{мл}}.$$

1.2. Рассчитаем объем твердого кислорода на основании его плотности:

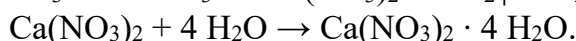
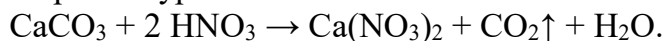
$$V(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{\rho(\text{O}_2)} = \frac{6806 \text{ г}}{1.27 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 5359 \text{ мл.}$$

Длина ребра куба рассчитывается исходя из его объема по формуле

$$a = \sqrt[3]{V} = \sqrt[3]{5359 \text{ см}^3} = 17.5 \text{ см.}$$

Решение задания 2

2.1. Растворение карбоната кальция в азотной кислоте и выделение тетрагидрата можно отразить уравнениями:



2.2. Так как карбонат кальция полностью растворился, то он взят в недостатке (или стехиометрическом соотношении) и в растворе останется азотная кислота.

Обозначим массу карбоната кальция в граммах – m . Тогда его количество вещества будет – $(m/100)$. По уравнению реакции масса нитрата кальция $m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 164 \times (m/100)$, а масса выделившегося диоксида углерода $m(\text{CO}_2) = 44 \times (m/100)$.

Рассчитаем количество вещества тетрагидрата нитрата кальция, выпадающего из раствора

$$n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})}{M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})} = \frac{5.9 \text{ г}}{236 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0.025 \text{ моль.}$$

Уменьшение массы безводного нитрата кальция в растворе за счет выпадения такого осадка составит $m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 0.025 \text{ моль} \times 164 \text{ г/моль} = 4.1 \text{ г}$.

Масса конечного раствора будет определяться с учетом массы выпавшего осадка и выделившегося диоксида углерода: $m(\text{р-ра}) = 500 + m - 5.9 - 44 \times (m/100)$.

Массовую долю нитрата кальция в конечном растворе после выпадения кристаллогидрата вычисляется на основании растворимости

$$\omega(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = \frac{s}{s+100} = \frac{140 \text{ г}}{140 \text{ г} + 100 \text{ г}} = 0.583,$$

и подставим в нее выражения через массу исходного карбоната

$$\omega(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)}{m(\text{p} - \text{ра})} = \frac{\left(\frac{164 \times m}{100}\right) - 4.1}{500 + m - 5.9 - 44 \times \left(\frac{m}{100}\right)},$$

$$\frac{\left(\frac{164 \times m}{100}\right) - 4.1}{500 + m - 5.9 - 44 \times \left(\frac{m}{100}\right)} = 0.583,$$

$$m = 222.4 \text{ г}.$$

2.3. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{ H}_2\text{O}$ – Норвежская селитра.

Рекомендации по оценке решения

Задние1	
За верный расчет массы кислорода	5
За верный расчет плотности жидкого кислорода	5
За верный расчет объема твердого кислорода	4
За верный расчет ребра куба	6
Всего	20 баллов

Задание2	
За верно записанные уравнения реакций (по 2 балла за уравнение)	4
За верный расчет количества вещества кристаллогидрата	4
За верный расчет уменьшения массы нитрата кальция в растворе	4
За верное выражение массы нитрата калия в конечном растворе	4
За верный расчет массовой доли нитрата кальция	5
За верное выражение массы конечного раствора	5
За верное название кристаллогидрата	4
Всего	30 балла

Задание 3			
1 – Б, Г;	7 – Б;	13 – А;	19 – Б;
2 – А, Б;	8 – Г;	14 – Б, Г;	20 – В;
3 – А;	9 – В, Г;	15 – Б;	21 – Б;
4 – А, В;	10 – В, Г;	16 – А, В;	22 – А;
5 – Г;	11 – А, Б, Г;	17 – Б, В, Г;	23 – В;
6 – Б;	12 – Б, В;	18 – А;	24 – А, Б;
			25 – А;
За выбор всех правильных ответов на вопрос (по 2 за каждый вопрос)			50
Количество баллов за вопрос уменьшается на 1 при:			
1. Выборе к правильным(-ому) ответам дополнительно одного неверного.			
2. Отсутствии одного правильного ответа к выбранному ответу			

Вопрос оценивает в 0 баллов при 1. Выборе к правильным(-ому) ответам дополнительно более одного неверного. 2. Отсутствии более одного правильного ответа к выбранному ответу	
Всего	50 баллов

Максимальная возможная оценка

100 баллов