

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП

9 КЛАСС

Задача 1. Вещество состоит только из частиц, имеющих электронную формулу $1s^2 2s^2 2p^6$. Какую молекулярную формулу может иметь вещество? Рассмотрите разные варианты? Поясните ответ.

Решение.

Таким веществом может быть инертный газ неон Ne. Это одноатомный газ, каждый атом имеет указанную электронную формулу. Такую же формулу имеют анионы элементов-неметаллов второго периода (получают электроны до завершения второго слоя) и катионы элементов-металлов третьего периода (отдают все электроны третьего слоя, остаются только электроны первого и второго энергетических уровней). Тогда возможны варианты ионных соединений: NaF, MgF₂, AlF₃, Na₂O, MgO, Al₂O₃, AlN, Mg₃N₂, Na₃N, Al₄C₃, Mg₂C

Баллы:

Верное пояснение – 2 б

За каждую верную формулу – 1 б

Итого: 14 б

Задача 2. 10,76 г кристаллогидрата сульфата цинка растворили в 184 мл воды и получили раствор с концентрацией сульфата цинка 3,31%. Какую формулу имеет кристаллогидрат?

Решение.

Найдем массу полученного раствора. Плотность воды 1г/мл, следовательно, ее масса 184г.

$$m(\text{р-ра}) = 10,76\text{ г} + 184\text{ г} = 194,76\text{ г}$$

Зная концентрацию, найдем массу растворенного вещества:

$$m(\text{в-ва}) = 194,76 \cdot 3,31\% / 100\% \approx 6,45\text{ г}$$

Значит, в порции массой 10,76 г на сухой сульфат цинка приходилось 6,45 г, что составляет

$$n(\text{ZnSO}_4) = 6,45\text{ г} / 161\text{ г/моль} = 0,04\text{ моль}$$

В навеске содержалось воды:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 10,76\text{ г} - 6,45\text{ г} = 4,31\text{ г}, \text{ что составляет}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 4,31\text{ г} / 18\text{ г/моль} = 0,24\text{ моль}$$

Соотношение молей составляет 0,04: 0,24 = 1 : 6

Формула кристаллогидрата $\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Баллы:

Расчёт массы раствора – 1б

Расчет массы сухой соли – 1 б

Расчет числа молей соли – 1б
Расчет массы воды – 1б
Расчет числа молей воды – 1б
Расчет соотношения молей - 1б
составление формулы – 1 б
Итого – 7б

Задача 3. Юному химику выдали для анализа раствор, в котором он обнаружил следующие ионы

Ион	Концентрация, мг/л
Na ⁺	92
K ⁺	156
Cl ⁻	213
NO ₃ ⁻	?

Вычислите концентрацию нитрат-ионов (мг/л) в растворе. Из каких солей можно приготовить этот раствор? Рассмотрите два варианта, укажите качественный и количественный состав (в молях) каждой смеси.

Решение. Общее число отрицательных зарядов должно быть равно количеству положительных. Возьмем 1 л раствора. Тогда содержание ионов (в молях) равно:

$$n(\text{Na}^+) = 92 \text{ мг} / 23 \text{ г/моль} = 4 \text{ ммоль}$$

$$n(\text{K}^+) = 156 \text{ мг} / 39 \text{ г/моль} = 4 \text{ ммоль}$$

$$n(\text{Cl}^-) = 213 \text{ мг} / 35,5 \text{ г/моль} = 6 \text{ ммоль}$$

Все ионы однозарядные. Значит сумма молей катионов калия и натрия равна сумме молей нитрат- и хлорид – анионов.

$$n(\text{NO}_3^-) = 4+4-6 = 2 \text{ ммоль}$$

Следовательно, концентрация нитрат-ионов будет $2 \cdot 62 = 124$ мг/л.

Для приготовления такого раствора можно использовать смесь солей (в расчете на 1л) :

- 1) 2 ммоль нитрата натрия, 4 ммоль хлорида калия, 2 ммоль хлорида натрия
- 2) 2 ммоль нитрата калия, 4 ммоль хлорида натрия, 2 ммоль хлорида калия.

Возможны и более сложные варианты, например, надосадочная жидкость после осаждения продуктов реакции:

3 моль хлорида бария и 1 моль нитрата бария при взаимодействии с 2 моль сульфата калия и 2 моль сульфата натрия

Баллы:

Расчет количеств ионов Na⁺, K⁺, Cl⁻ - по 0,5 б

Расчет количества нитрат-ионов – 1б

Расчет концентрации нитрат-ионов – 0,5б

Указание качественного состава смеси – по 1 б

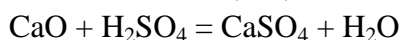
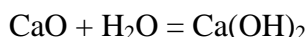
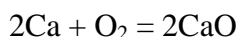
Указание количественного состава – по 1б

Итого – 7 баллов

Задача 4. Серебристо-белый, легкий, довольно твердый металл **А** при взаимодействии с простым газообразным веществом **Б** образуется соединение **В** (реакция 1). Вещество **В** растворимо в воде с образованием щелочного раствора (реакция 2). При обработке вещества **В** серной кислотой образуется соль **Г** (реакция 3), кристаллогидрат которой **Д** применяется в медицине для наложения фиксирующих повязок при переломах. Соль **Г** при температуре около 1500°С разлагается с образованием веществ **Б**, **В**, **Е** (реакция 4). Назовите вещества **А**, **Б**, **В**, **Г**, **Д**, **Е** и напишите уравнения описанных реакций.

Решение.

А-кальций, Са; Б- кислород, O₂; В – оксид кальция, СаО; Г – сульфат кальция, СаSO₄; Д – гипс, СаSO₄·2Н₂О; Е – оксид серы (IV), SO₂



Баллы:

За каждое вещество А-Е - 1б

Каждое уравнение – 1б

Итого 10б

Задача 5. Через порцию 25%-ного раствора гидроксида натрия массой 960 г пропустили углекислый газ объёмом 89,6 л (н.у.). Вычислите массовые доли солей в растворе после реакции

Решение.

$$m(\text{NaOH}) = 960\text{г} \cdot 0,25 = 240\text{г}$$

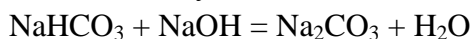
$$n(\text{NaOH}) = 240\text{г} / 40\text{г/моль} = 6 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = 89,6\text{л} / 22,4\text{л/моль} = 4 \text{ моль}$$

При взаимодействии с углекислым газом возможно образование кислой или средней соли в зависимости от соотношения молей участников реакции. Обе соли растворимы.



Вначале прореагируют углекислый газ и щелочь в соотношении 1:1. Образуется гидрокарбонат натрия количеством 4 моль и останется 2 моль щёлочи. Эта щелочь взаимодействует с 2 моль кислой соли с образованием 2 моль средней.



Ещё 2 моль кислой соли останется в растворе. В результате получено 2 моль средней соли и 2 моль кислой

$$m(\text{NaHCO}_3) = 2 \text{ моль} \cdot 84\text{г/моль} = 168 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль} = 212 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{р-ра NaOH}) + m(\text{CO}_2) = 960 \text{ г} + 44\text{г/моль} \cdot 4 \text{ моль} = 1136 \text{ г}$$

$$\omega (\text{NaHCO}_3) = \frac{168\text{г}}{1136\text{г}} = \cdot 100\% = 14,8\%,$$

$$\omega (\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{212\text{г}}{1136\text{г}} = \cdot 100\% = 18,7\%$$

Баллы:

Расчёт массы щелочи – 1б

Расчёт количества вещества щелочи – 1б

Расчет количества вещества углекислого газа – 1б

Уравнение образование кислой соли – 1б

Уравнение образования средней соли – 1б (любое из приведенных)

Вывод о количествах образовавшихся солей – 2б

Расчет массы раствора – 1б

Расчет массовой доли каждой соли – по 1б

Итого – 10 баллов

ВСЕГО за полностью выполненную работу максимум **48 баллов**