

9 класс

Задача 1. Оксид или не оксид – вот в чем вопрос

В школьном учебнике химии можно прочитать следующее определение: «Оксиды – это сложные вещества, состоящие из двух элементов, одним из которых является кислород». Однако это определение является неполным (неточным), поскольку не все подобные соединения являются оксидами.

1. Объясните, почему приведенное выше определение является неполным. Что нужно добавить в это определение, чтобы оно стало более точным?

2. Выпишите из приведенного ниже списка соединений оксиды, назовите их: CaO , H_2O_2 , NO_2 , KO_2 , Li_2O , Cr_2O_3 , CrO_3 , CsO_3 , OF_2 . К каким классам соединений относятся другие соединения из данного списка?

3. Выберите из приведенного списка кислотные оксиды и напишите уравнения их реакций с гидроксидом натрия (*реакции 1 и 2*).

4. Выберите из приведенного списка амфотерный оксид и напишите уравнение его реакций с соляной кислотой и с расплавом гидроксида натрия (*реакции 3 и 4*).

5. Вещества **А** и **Б** – газообразные оксиды, имеющие одинаковые молярные массы. Один из них является несолеобразующим и при нагревании легко разлагается на простые вещества (*реакция 5*), входящие в состав воздуха, а второй реагирует с растворами гидроксида калия (*реакция 6*) и гидроксида кальция (*реакция 7*) с образованием солей **В** и **Г**, также имеющих одинаковые молярные массы. Установите формулы веществ **А–Г**, запишите уравнения *реакций 5–7*.

Задача 2. Многоликая известь

Элемент **Х** является важнейшим макроэлементом: он входит в состав костной ткани, обеспечивает прохождение нервных импульсов, сокращение мышц, свертываемость крови и т.д. Простое вещество элемента **Х** массой 1 г содержит $1.505 \cdot 10^{22}$ атомов. Основным источником данного элемента в природе – известняк. Многие соединения **Х** также называют известями.

Так, при прокаливании известняка (*реакция 1*) масса твердого остатка уменьшается на 44%, при этом образуется известь **А**. При взаимодействии **А** с водой (*реакция 2*) происходит экзотермическая реакция образования извести **Б**. Если через раствор извести **Б** пропустить хлор (*реакция 3*), можно получить известь **В** (массовая доля **Х** равна 31.5%), которая при хранении постепенно разлагается с выделением кислорода (*реакция 4*).

1. Установите элемент **Х**, ответ подтвердите расчетом. Укажите количество протонов в ядре **Х** и запишите его электронную конфигурацию в виде $1s^2 \dots$. Приведите формулу известняка и его название по традиционной номенклатуре.

2. Установите формулы известей **А–В**, приведите их тривиальные названия. Запишите уравнения *реакций 1–4*.

3. Растворимость **Б** при 25°C составляет 0.155 г на 100 г воды. Рассчитайте массовую долю (%) **Б** в насыщенном растворе при 25°C. Как называется такой раствор?

4. Если через насыщенный раствор **Б** пропускать газ, выделяющийся при разложении известняка, то сначала наблюдается выпадение осадка (*реакция 5*), который при последующем пропускании газа растворяется (*реакция 6*). Объясните происходящие изменения, ответ подтвердите уравнениями *реакций 5 и 6*.

Задача 3. «Хлеб» химии

Кислота **Х** занимает первое место по объему производства в мире, в связи с чем ее называют «хлебом» химии. Одним из источников сырья для ее производства является минерал **А** – бинарное соединение, имеющее золотистый блеск. При обработке образца **А** массой 2.4 г концентрированной соляной кислотой происходит его медленное растворение (*реакция 1*) с выделением 448 мл (н.у.) бесцветного газа **Б** с запахом тухлых яиц, а на дне пробирки оседает простое вещество **В** желтого цвета. Если вещество **В** отфильтровать, а к раствору добавить гидроксид натрия (*реакция 2*), то наблюдается выпадение зеленоватого осадка **Г**, быстро бурящегося на воздухе (*реакция 3*) вследствие образования **Д**. При обжиге **А** (*реакция 4*) образуются два оксида – твердый **Е** ($\omega(\text{O}) = 30.0\%$) и газообразный **Ж** с характерным запахом «горелых спичек».

1. Установите формулы кислоты **Х**, веществ **А–Ж**, ответ подтвердите расчетом и разумными аргументами. Приведите тривиальное название минерала **А**.

2. Напишите уравнения *реакций 1–4*.

3. При растворении в кислоте **Х** вещества **Г** (*реакция 5*) образуется соль, при выпаривании выпадающая в осадок в виде кристаллогидрата **З**, содержащего 63.31% (масс.) кислорода. Установите формулу **З**, приведите его тривиальное название. Напишите уравнение *реакции 5*.

4. Кислоту **Х** в промышленности получают в две стадии из вещества **Ж**. Напишите уравнения данных реакций, укажите условия их проведения. Рассчитайте, какую массу (т) минерала **А** нужно переработать для получения 1 т кислоты **Х**, если общий выход синтеза составляет 60%.

Задача 4. Черные порошки

В химической лаборатории были обнаружены два черных порошка **Х** и **У**. Для установления их состава была проведена серия экспериментов:

- при поджигании порошок **Х** полностью сгорает с образованием газообразного продукта **А** (*реакция 1*) с плотностью 1.964 г/л (при н.у.), а порошок **У** негорюч;
- оба порошка растворяются в концентрированной серной кислоте, причем порошок **Х** образует смесь газов **А** и **Б** с плотностью по воздуху 1.977 (*реакция 2*), а порошок **У** – раствор синего цвета (*реакция 3*);
- при нагревании смеси порошков **Х** и **У** появляется красная окраска вследствие образования простого вещества **В** (*реакция 4*), процесс сопровождается выделением ядовитого газа **Г** легче воздуха;
- если пропустить газ **А** над раскаленным порошком **Х** (*реакция 5*), то образуется газ **Г**.

1. Установите формулы порошков **Х** и **У** и веществ **А–Г**, ответ подтвердите расчетами и разумными аргументами.

2. Напишите уравнения *реакций 1–5*. Для *реакции 2* приведите схему электронного баланса, укажите окислитель и восстановитель.

3. Рассчитайте объемные доли (%) газов в смеси, образующейся в *реакции 2*.

4. Рассчитайте массовые доли (%) всех веществ в растворе, полученном при растворении 4 г порошка **У** в 10 мл концентрированной H_2SO_4 ($\omega = 96\%$, $\rho = 1.84$ г/мл).

Задача 5. Энергетика растворения и нейтрализации

Растворение многих веществ в воде – экзотермический процесс, а выделяющееся при этом тепло идет на разогрев раствора. Так, теплота растворения гидроксида натрия составляет 44.45 кДж/моль, а теплота растворения серной кислоты равна 74.2 кДж/моль. При взаимодействии сильных кислот и щелочей в растворах протекает реакция нейтрализации, выделяющуюся при этом теплоту называют теплотой нейтрализации.

В лаборатории были приготовлены растворы **1** и **2**. Для приготовления раствора **1** 20 г гидроксида натрия растворили в 480 мл воды, а для приготовления раствора **2** 24.5 г серной кислоты растворили в 475.5 мл воды. Начальная температура воды составляла 20°C.

1. Рассчитайте массовые доли (%) веществ в приготовленных растворах **1** и **2** и количество теплоты (кДж), выделившееся в каждом случае. Определите температуры растворов после приготовления. Теплоемкости всех растворов примите равными теплоемкости воды (4.2 кДж/кг·K).

2. Растворы **1** и **2** охладил до 20°C, а затем смешали и тщательно перемешали, при этом температура повысилась на 6.65°C. Запишите уравнение протекающей реакции в молекулярном, полном и сокращенном ионно-молекулярном виде.

3. Рассчитайте тепловой эффект проведенной реакции нейтрализации в кДж на моль H_2O . Запишите термохимическое уравнение реакции нейтрализации в ионном виде.

4. Как следует растворять серную кислоту в воде? Ответ аргументируйте.

Каждая задача оценивается в 20 баллов

Старайтесь решать и оформлять все предложенные задачи. Решение каждой задачи начинайте со слова «Задача №...». Каждый правильно выполненный пункт задачи оценивается отдельно. При наличии численных данных, приводите полные выводы формул, или хотя бы подтверждайте свои догадки проверкой (при отсутствии расчетов вы можете получить неполный балл).

Решения заданий олимпиады и критерии оценивания будут опубликованы на сайте Республиканского Лицея во вкладке «Химия» <https://rlc.education/chemistry.html>

Желаем удачи!