

8 класс

Задача 1. Элементы-соседи

Элементы X , Y , Z , U – неметаллы, расположенные в одной группе таблицы Менделеева. X , Y , Z образуют с U соединения X_1 , Y_1 , Z_1 , в которых эти элементы имеют высшую степень окисления. Массовая доля U в ряду X_1 , Y_1 , Z_1 убывает, в Y_1 она составляет 37,8%.

?1. Определите, о каких элементах X , Y , Z , U и веществах X_1 , Y_1 , Z_1 идёт речь.

Вещество X_1 имеет довольно сложную структуру. Оно состоит из отдельных молекул с привычной формулой только в газовой фазе. Твердый X_1 либо состоит из молекул-тримеров (то есть $(X_1)_3$), либо устроен как полимер. Твердый Y_1 также образует либо полимер, либо состоит из молекул-тетрамеров (то есть $(Y_1)_4$).

?2. Изобразите структурные формулы молекул, из которых состоит X_1 в газовой и твердой фазе, а также тетрамерные молекулы Y_1 в твердой фазе. Учтите, что они не содержат связей $X-X$ и $U-U$.

Z_1 отличается от двух своих аналогов тем, как он реагирует с водой. Если X_1 и Y_1 с водой дают однотипные продукты X_2 и Y_2 , то продукт реакции Z_1 с водой – вещество Z_2 , состоит из молекул, каждая из которых содержит 13 атомов. Во всех случаях взаимодействие с водой не сопровождается изменением степени окисления элементов.

?3. Определите формулы веществ X_2 , Y_2 , Z_2 .

?4. Как вы думаете, какое из веществ X_1 , Y_1 , Z_1 наиболее медленно реагирует с водой? Кратко поясните ваш выбор.

Задача 2. Эксперименты в лаборатории

Химики Рашит и Альберт нашли в школьной лаборатории красивый сиреневый порошок вещества X в неподписанном бьюксе. Рашит и Альберт хотели быстро взвесить вещество, чтобы приступить к количественному анализу найденной красоты, но, к своему удивлению, не обнаружили в школьной лаборатории точных аналитических весов. А к простым рычажным весам с не меньшим удивлением не нашлись разновесы и точные грузики.

Тогда ребята измельчили порошок и решили сделать много равных по массе небольших порций порошка X , уравнивая последовательно друг с дру-

гом порции порошков. Ребята сделали их достаточно, чтобы использовать их как свою единицу измерения.

В первом опыте 200 порций порошка **X** были прокалены в колбе, причем все выделяющиеся газы поглощались в приемнике 1 (с P_2O_5) и затем остаток – в приемнике 2 (с CaO). Твердый продукт, оставшийся после прокаливания, оказался легче, чем 110 порций, и тяжелее, чем 109 порций. Вещество в приемнике 1 до опыта имело массу, равную 300 порциям, а после опыта – больше 347 порций, но меньше 348 порций. Вещество в приемнике 2 до опыта имело массу 300 порций, а после опыта – больше 343 порций, но меньше 344 порций.

Во втором опыте Рашит и Альберт установили, что **X** нерастворимо в воде, но растворимо в растворе соляной кислоты с выделением бесцветного газа без запаха. Если в этом опыте использовать 300 порций порошка **X**, то полученный раствор с фторидом натрия даёт осадок, масса которого после просушивания составляет чуть больше 197, но меньше 198 порций.

Рашит с Альбертом покумекали над полученными данными и через некоторое время сообразили, что несмотря на неточность измерений (с точностью до целых порций), они могут остановиться на 4 металлах, которые могли содержаться в **X** и удовлетворяют данным о массе твердого остатка в первом опыте и осадка во втором опыте. Вспомнив материал лекций по неорганической химии, они догадались и о том, какой из 4 металлов выбрать и быстро определили формулу самого вещества **X**.

?1. Какие вещества поглощаются в поглотителе 1 и поглотителе 2 в первом опыте? Запишите уравнения реакций, происходящих при поглощении.

?2. Согласно качественному описанию, какой анион содержит вещество **X**? Кратко обоснуйте.

?3. Согласно качественному описанию, к какому классу соединений относится твердый остаток после прокаливания **X** в первом опыте?

?4. Если степень окисления металла в **X** равна $+n$, то как можно записать общую формулу осадка, выпадающего в опыте 2?

?5. Определите, какие 4 металла и в каких степенях окисления (они должны быть реалистичными!) подходят под данные о массе твердого остатка в первом опыте и массе осадка во втором опыте. Приведите ваши расчеты.

?6. Определите формулу вещества **X**.

Задача 3. Запутанные растворы

Водные **растворы 1, 2 и 3, 4** содержат кроме водорода и кислорода только 1 элемент **X**. Растворы содержат только по одному растворенному веществу и имеют кислую среду.

Раствор 1 имеет концентрацию 201,0 г/л. **Раствор 1** объемом 200,0 мл содержит суммарно $1,244 \cdot 10^{25}$ атомов Н, $2,402 \cdot 10^{23}$ атомов Х, $7,062 \cdot 10^{24}$ атомов О. **Раствор 1** и **раствор 2** имеют одинаковую массовую долю растворенного вещества, при этом плотность второго раствора равна 1,088 г/мл, а молярная концентрация **раствора 2** равна 5,37 М. **Раствор 3** объемом 2,00 мл требует для полной нейтрализации 10,5 мг NaOH, при этом каждый миллилитр **раствора 3** содержит 6,87 мг растворенного вещества. **Раствор 4** содержит молекулы растворенного вещества и воды в соотношении 1:10, при этом атомов водорода в **растворе 4** на 61% больше, чем атомов кислорода.

Раствор 1 при очень аккуратном обезвоживании с помощью P_2O_5 (*реакция 1*) образует чистое растворенное вещество, представляющее собой взрывоопасную маслянистую жидкость. При дополнительной обработке этой жидкости P_2O_5 (*реакция 2*) образуется жидкий оксид, при небольшом нагревании разлагающийся на простые вещества (*реакция 3*). **Раствор 2** легко растворяет металлический алюминий (*реакция 4*). Нагревание **раствора 3** ведет к образованию компонентов **растворов 2** и **4** (*реакция 5*), а на свету постепенно превращается в компонент **раствора 2** (*реакция 6*).

?1. Рассчитайте молярную массу растворенного вещества, содержащегося в **растворе 1**, определите его формулу. Приведите ваши расчеты.

?2. Рассчитайте плотность **раствора 1** и массовую долю растворенного вещества в нем. Приведите ваши расчеты.

?3. Определите формулы растворенных веществ, содержащихся в **растворах 2, 3** и **4**. Приведите ваши расчеты.

?4. Запишите уравнения *реакций 1 – 6*.

?5. Изобразите структурные формулы растворенных веществ, содержащихся в **растворах 1** и **3** и оксида, образовавшегося в *реакции 2*.

Задача 4. Немного похимичить

В руки химика Ибрагима попал небольшой набор веществ: медный купорос, нитрат железа(III) (в виде нонагидрата), раствор аммиака, хлорид бария. Ибрагим, пользуясь стеклянной посудой, нагреванием, достаточным количеством воды и оборудованием для сбора в том числе неустойчивых веществ, но не привлекая ничего иного, решил получить следующие вещества:

- 1) белый осадок вещества, состоящий из 3 элементов;
- 2) белый осадок вещества, состоящий из 2 элементов;
- 3) бурый газ;
- 4) бурый осадок;
- 5) летучее бесцветное вещество, агрессивно реагирующее с водой;

- 6) фиолетово-синий раствор;
- 7) основной компонент воздуха;
- 8) веселящий газ.

?1. Запишите формулы исходных веществ, имеющихся у Ибрагима.

?2. Для каждого его синтеза составьте уравнения реакций, которые ему предстоит провести (иногда синтез – одностадийный, иногда в нем – несколько стадий и, значит, несколько реакций).
