

Задача:

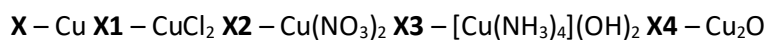
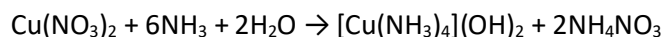
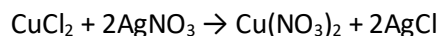
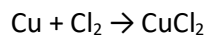
Металл **X** известен человечеству с древних времён. Данный металл применяется повсеместно, в основном в сплавах, которые используются в электротехнике и других сферах жизни человека. Из интересных свойств стоит отметить достаточно высокую коррозионную стойкость металла **X** и его сплавов, что позволяет использовать металл **X** для изготовления специальных контейнеров, в которых хранят радиоактивные отходы.

Химия **X** весьма хорошо изучена. Например, простое вещество с легкостью может реагировать с желто-зелёным газом **Y**, давая **X1**. В растворе **X1** может реагировать с нитратом серебра, в результате получается **X2**. Добавив к **X2** водный раствор аммиака, можно получить раствор соединения **X3**. Если к раствору **X3** добавить жидкость **Z**, то выпадет осадок **X4** ($\omega(O) = 11,11\%$) и образуется газовая смесь **B** с плотностью по гелию, равной 4,41. После пропускания данной смеси через большое количество воды плотность по гелию становится равной 7. При реакции со фтором **B** даёт только продукт **A**, схожий по строению с одним из компонентов смеси, и HF. Все соединения **Xi** содержат металл **X**. Вопросы

1. Определите **X**, **X1-X4**. Для подтверждения формул соединений приведите соответствующие рассуждения или расчёты.
2. Определите **A** и рассчитайте количественный состав газовой смеси **B** в мольных долях.
3. Определите жидкость **Z**, если дополнительно известно, что при реакции **Z** со фтором образуется **A** и HF.
4. Один из компонентов смеси **B** и продукт **A** действительно схожи по строению, но углы между связями в координационном полиэдре – разные. У **A** углы получаются меньше. Объясните данное явление.

Решение:

1) Очевидно, решение нужно начать с расчёта **X4**. Из предположения, что **X4** – это оксид, можно представить его формулу в виде X_2O_n и найти молярную массу **X**: $M(X) = (M(O) \cdot n / \omega(O) - M(O) \cdot n) / 2$. При подстановке первого же $n = 1$ мы получаем, что молярная масса **X** равна 64 г/моль, что соответствует Cu. Газ **Y** – это, конечно же, хлор. Тогда, записав протекающие реакции, можно получить формулы оставшихся **Xi**:



2) После пропускания смеси через большое количество воды плотность по гелию изменилась на 7, видимо, один из газов поглотился. Молярная масса оставшегося газа равна 28 г/моль, видимо это N_2 , так как он не поглощается водой. При реакции смеси со фтором образуется **A** и HF. Видимо водороды

появились из второго компонента, **A** – NF₃. Исходя из формулы комплекса **X3**, можно предположить, что вторым компонентом смеси является аммиак. Давайте рассчитаем соотношение азота и аммиака, при условии, что молярная масса их смеси равна 17,64 г/моль, приняв x за мольную долю аммиака:

$$17,64 = 17x + 28(1 - x)$$

Откуда $x = 0,942$, а $1-x = 0,058$.

Из мольных долей можно рассчитать мольное соотношение $0,942 : 0,058 = 16 : 1 = 16\text{NH}_3 : \text{N}_2$.

3) Жидкость **Z** состоит из азота и водорода, при этом является селективным восстановителем, так как восстанавливает медь из Cu^{2+} до Cu^+ , а не до простого вещества. Разумным предположением для формулы соединения **Z** является N₂H₄, то есть гидразин.

4) Углы в соединениях общей формулой NHal₃ определяются электроотрицательностью галогена: чем больше электроотрицательность, тем меньше угол Hal-N-Hal, так как галоген перетягивает на себя электронную плотность и притягивает неподелённую электронную пару ближе к центральному атому. Фтор электроотрицательнее водорода, поэтому пара будет ближе к азоту, будет отталкивать фторы вниз и уменьшать углы между связями.