

«Простой» химический эксперимент

Е.А. Еремина, А.А. Дроздов, Т.А. Шестимерова, А.В. Шевельков

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, химический факультет

На теоретическом туре 45-й Международной химической олимпиады среди школьников, походившей с 15 по 23 июля 2013 г. в МГУ, сотрудниками кафедры неорганической химии химического факультета МГУ была предложена **задача, основанная на последних исследованиях, проводимых в лаборатории направленного неорганического синтеза**. Она была следующего содержания.

Бесцветное кристаллическое вещество **A**, содержащее металл **X**, хорошо растворимо в воде. Оно используется в качестве реагента в анализе. В щелочной среде **A** превращается в бинарное соединение **B**, содержащее 6.9 % (по массе) кислорода. При прокаливании вещество **A** разлагается, теряя 36.5% массы.

1). Определите металл **X** и вещества **A**, **B**.

2). Если к водному раствору вещества **A** прибавить тиосульфат натрия, реакционная смесь мгновенно окрасится в красный цвет, затем ее окраска изменится на красно-коричневую, а через несколько минут выпадет темно-коричневый осадок **C**. При этом раствор над осадком (маточный раствор) становится бесцветным. Если вещество **C** массой 1.10 г прокалить при 600°C на воздухе, образуется серый порошок **X** массой 0.90 г. При прокаливании этого же вещества **C** в вакууме выделяется газ, который может быть поглощен суспензией гидроксида кальция. При длительном хранении осадка под насыщенным раствором перхлората бария в 0.1 М HClO₄ осадок становится более светлым, в то время как с перхлоратом магния этого не происходит. Определите вещество **C**.

3). При хранении вещества **C** под маточным раствором (содержащим избыток вещества **A**) образуется вещество **D** желтого цвета. Если к суспензии вещества **C** в маточном растворе прибавить ионы бария, образуется смесь вещества **D** и осадка белого цвета. Предложите формулу вещества **D**, если известно, что оно содержит 77.5% (по массе) металла **X**.

Решение:

1). Общая формула бинарного соединения **B** – XO_n. Проведя соответствующие расчеты, получаем, что молярная масса металла – 108, очевидно, что **X** – Ag и **B** – Ag₂O. При нагревании солей серебра происходит восстановление металла и, исходя из величин потери массы, получаем, что **A** – AgNO₃.

2). Вещество **C** содержит серебро и, вероятно, серу и кислород, и при нагревании **C** в вакууме происходит выделение SO₂. При проведении соответствующих расчетов получаем эмпирическую формулу AgS_{1/2}O_{1/2} или Ag₂SO.

3). Выпадение светло-коричневого осадка, нерастворимого в кислотах, после приливания бариевой соли свидетельствует об образовании BaSO₄. При добавлении перхлорат-иона наблюдается замещение сульфатных групп на поверхности вещества. Таким образом, основываясь на формуле Ag₂SO и принимая во внимание присутствие сульфата, можно предположить формулу **D** - Ag₈S₃SO₄.

Название задачи «Простой химической эксперимент» оказалось химической шуткой, оно означало лишь то, что эксперимент действительно является не очень трудоемким, а осмысление всех полученных результатов является сложной научной задачей, с решением которой справились немногие. Средний балл по задаче – 4,3 из 24, больше половины задачи смогли решить только 16 участников из 291. Такие невысокие результаты свидетельствуют о том, что даже лучшие школьники из 73 стран мира мало знакомы с классической неорганической химией. Они хорошо считают, моделируют и, к сожалению, забывают, что самое интересное в химии – эксперимент. Актуальность и высокий научный уровень эксперимента по достоинству были оценены руководителями команд, среди которых преподаватели ведущих вузов своих стран.