

Десятый класс

Часть 1

*«Каждый охотник желает знать где сидит фазан»
«Как однажды Жак-звонарь городской сломал фонарь»*

В этом году исполняется сразу две знаменательные юбилейные даты, относящиеся к предложенной Вам сегодня экспериментальной задаче.

Первая – 110 лет назад на заседании биологического отделения Варшавского общества естествоиспытателей впервые публично был представлен доклад русского биохимика «О новой категории адсорбционных явлений и о применении их к биохимическому анализу». Именно эта дата считается датой открытия одного из самых востребованных современных химических методов разделения и анализа смесей веществ. Название этого метода происходит от древнегреческого « $\chi\rho\omicron\mu\alpha$ » и, что примечательно, в переводе на русский язык совпадает с написанием фамилии того самого ученого, впервые его открывшего.



1. Укажите название метода разделения и анализа, о котором идет речь.

Вторая знаменательная дата – 100 лет спустя вручения Нобелевской премии «За работу о природе связей атомов в молекулах в области неорганической химии» известному швейцарскому химику. Именно этот химик является основоположником современной теории строения комплексных соединений.



2. Приведите фамилию (и, может быть, даже имя?!) этого химика.

Читая приведенные выше цитаты, а также учитывая изложенные сведения о Юбилеях, Вы, наверное, догадались, что сегодня в задании речь пойдет о цветных неорганических веществах, некоторые из которых, вероятно, будут комплексными соединениями. Да, действительно, это так!

Среди огромного разнообразия неорганических веществ наиболее «красочными» являются соединения переходных металлов. На Вашем столе представлены соединения двух из этих металлов – $K_2Cr_2O_7$ и $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. Они находятся в склянках с надписями «оранжевый» и «голубой».

3. Не прибегая к каким-либо дополнительным идентификационным признакам (кроме указанного цвета), соотнесите указанную окраску вещества с его формулой:

Помимо этих веществ в качестве исходных, для выполнения задания Вы можете также использовать дополнительные реактивы и оборудование.

Дополнительные реактивы: концентрированная серная кислота, концентрированный водный раствор аммиака, 1 М раствор гидроксида натрия, 0,1 М раствор хлорида бария, этанол (96 %), дистиллированная вода.

Оборудование: штатив с 10 пробирками для проведения экспериментов, водяная баня, пробиркодержатель, 3 пластиковые пипетки (объемом ~3 мл), 7 сухих склянок с пробками и надписями цветов.

По предложенным ниже схемам цветовых переходов Вам необходимо будет получить вещества, окраска которых соответствует оставшимся пяти цветам радуги. При этом есть важные ограничения:

- 1) в каждом из случаев количество «стрелок» (\rightarrow) соответствует количеству осуществленных *химических реакций*;
- 2) в каждом случае окрашенное конечное соединение (не смесь соединений) должно находиться в пробирке в виде осадка или геля (над осадком может быть какая-либо жидкость).

Примечание: Безусловно, человеческий глаз – намного более чувствительный «инструмент», чтобы различать лишь 7 цветов! Поэтому при выполнении этого задания необходимо предлагать вещества наиболее близкие по оттенкам к указанным цветам (т. е. серо-зеленый осадок можно считать зеленым, голубовато-синий – синим и т.д.).

Итак, схемы цветовых переходов:

| Цвет исходного соединения | | Цвет получаемого соединения |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|
| оранжевый | \longrightarrow | <u>к</u> расный↓ |
| | | <u>о</u> ранжевый** * |
| оранжевый | \longrightarrow | <u>ж</u> елтый↓ |
| оранжевый | $\longrightarrow \dots \longrightarrow$ | <u>з</u> еленый↓ |
| | | <u>г</u> олубой*** |
| голубой | \longrightarrow | <u>с</u> иний↓ |
| голубой | \longrightarrow | <u>ф</u> иолетовый ↓ |

4. Приведите формулы окрашенных соединений (к, ж, з, с, ф), которые Вы предполагаете получить, и подтвердите свой ответ уравнениями реакций, позволяющими Вам осуществить перечисленные выше цветовые переходы (помните об ограничениях (1) и (2)!).

Видимая окраска вещества обусловлена тем, что некоторые из цветов УФ и видимой части спектра поглощаются, а некоторые отражаются этим веществом.

5. Какую окраску должно иметь вещество, если оно поглощает все цвета спектра?

6. Какую окраску должно иметь вещество, если оно отражает все цвета спектра?

Вроде бы, у Вас получены (по крайней мере, «на бумаге») вещества всех цветов радуги, но не хватает еще черного и белого веществ.

7. Попробуйте предложить получение и этих соединений в результате *одностадийных превращений исходного голубого вещества* (помните об ограничениях (1) и (2)!).

*** Вещество этого цвета у Вас уже есть, его получать не нужно.

Часть 2

Теперь, когда Вы предварительно осмыслили планируемую сегодня экспериментальную работу и сдали свои ответы членам Жюри, напоминаем схемы превращений, которые необходимо осуществить. В этих схемах приведены формулы окрашенных соединений (как исходных, так и тех, которые Вам необходимо получить; если Вы ранее предложили какие-то другие варианты веществ, они, безусловно, будут оценены, но получать экспериментально необходимо именно перечисленные ниже соединения).

| <i>Цветовой переход</i> | <i>Схема соответствующих превращений</i> |
|-----------------------------------|---|
| оранжевый → <u>к</u> расный | $K_2Cr_2O_7 \rightarrow CrO_3 \downarrow$ |
| оранжевый → <u>ж</u> елтый | $K_2Cr_2O_7 \rightarrow BaCrO_4 \downarrow$ |
| оранжевый → ... → <u>з</u> еленый | $K_2Cr_2O_7 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 \rightarrow Cr(OH)_3 \downarrow$ |
| голубой → <u>с</u> иний | $CuSO_4 \cdot 5H_2O \rightarrow Cu(OH)_2 \downarrow$ |
| голубой → <u>ф</u> иолетовый | $CuSO_4 \cdot 5H_2O \rightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4 \cdot H_2O \downarrow$ |
| голубой → <u>ч</u> ерный | $CuSO_4 \cdot 5H_2O \rightarrow CuO \downarrow$ |
| голубой → <u>б</u> елый | $CuSO_4 \cdot 5H_2O \rightarrow BaSO_4 \downarrow$ |

Используя предложенные реактивы и оборудование, осуществите упомянутые цветовые переходы и выделите все указанные вещества в виде осадка (геля). Полученные окрашенные вещества (осадок + раствор) аккуратно поместите в склянки с надписями соответствующего цвета, закройте склянки пробками и представьте члену Жюри при сдаче работы.

Если некоторые из веществ в результате проведенной реакции образуются лишь в виде раствора, можно воспользоваться методами понижения их растворимости, обычно применяемыми в лабораторной практике**. Если Вам так и не удалось получить вещество нужной окраски в виде осадка (геля), а получен лишь раствор, все равно представьте этот раствор члену Жюри в склянке с надписью соответствующего цвета.

8. *Напишите уравнения реакций, которые Вы осуществили.*

** Следует помнить, что применяемый в этом случае метод не должен приводить к разрушению полученного в растворе продукта.