

Задача:

Наночастицы (от лат. *nanos* – карлик) в современном мире находят все больше и больше применения. В следующей задаче будут описаны некоторые методы получения наночастиц и их свойства.

Опыт №1 В стакан наливают 10 мл 0.5 М раствора хлорида железа (II) и 20 мл 0.5 М раствора хлорида железа (III). После этого в другой стакан объемом 0.5 л добавляют 170 мл нашатырного спирта и 30 мл изопропилового спирта. Далее ставят стакан с нашатырным спиртом на магнитную мешалку и при перемешивании приливают раствор солей железа, при этом постепенно выпадает черный осадок. После стакан ставят на магнит и аккуратно сливают половину жидкости, заменяя ее дистиллятом и перемешивают. Эту процедуру повторяют 2-3 раза, в конце сливая максимум жидкости. К полученной кашице добавляют 1-2 мл олеиновой кислоты ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$) и перемешивают при 80-90°C 20 минут, после чего извлекают магнит, добавляют керосин и удаляют водный слой. Верхний черный слой оставляют для дальнейшего применения.

1. Напишите, какое вещество мы получили в данном опыте; название минерала с таким же составом; какими свойствами обладает данное вещество.
2. Некий экспериментатор приготовил растворы хлорида железа, но после отвлекся на месяц для проведения другого эксперимента. Вернувшись через месяц, он провел процедуру синтеза наночастиц, но они не обладали нужными свойствами. Почему эксперимент не удался?
3. В некоторых статьях по получению данных наночастиц берут небольшой избыток раствора соли железа (II). Объясните, с чем это связано, и скажите, какую соль железа (II) стоит брать, чтобы проводить реакцию без избытка соли Fe(II).

Опыт №2 Простое вещество желтого цвета растворили в смеси концентрированных азотной и соляной кислот. Полученное вещество выделяют и делают из него раствор с концентрацией 1 ммоль/л, после чего наливают 20 мл этого раствора в стакан. Стакан устанавливают на магнитную мешалку, после чего нагревают и при перемешивании добавляют 3 мл 25 ммоль/л раствора цитрата натрия. Нагрев продолжают около 10 минут, пока не образуется рубиновая окраска вещества **X**. После раствор вещества **X** охлаждают. В зависимости от восстановителя и ионной силы среды могут образоваться пурпурный раствор вещества **Y** и синий раствор вещества **Z**.

4. Определите, чем же являются вещества **X-Z**.

Решение:

1. При сливании Fe(II) и Fe(III) в соотношении 1:2 мы получаем наночастицы магнетита (Fe_3O_4), которые обладают магнитными свойствами $\text{FeCl}_2 + 2 \text{FeCl}_3 + 8 \text{NH}_3 + 4 \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 8 \text{NH}_4\text{Cl}$
2. В данном случае железо (II) окислилось под действием кислорода воздуха, и в итоге получились два раствора, содержащих железо (III) $4 \text{FeCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4 \text{Fe(OH)Cl}_2$

3. Поскольку Fe(II) частично окисляется при хранении, то его берут в небольшом избытке, чтобы обеспечить нужное количество Fe(II). Для того, чтобы железо (II) не окислялось, оно должно быть в виде устойчивой к окислению соли, на роль которой подходит соль Мора $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

4. Желтое простое вещество, для растворения которого требуется смесь соляной и азотной кислот – золото, которое при растворении даст HAuCl_4 . Поскольку золото более устойчиво в виде простого вещества, то оно может восстановиться из HAuCl_4 при действии большого числа восстановителей до чистого золота, а это означает, что все вещества **X-Z** – это золото. В данном случае цвет золота зависит от размера наночастиц, которые не обладают характерным желтым оттенком.