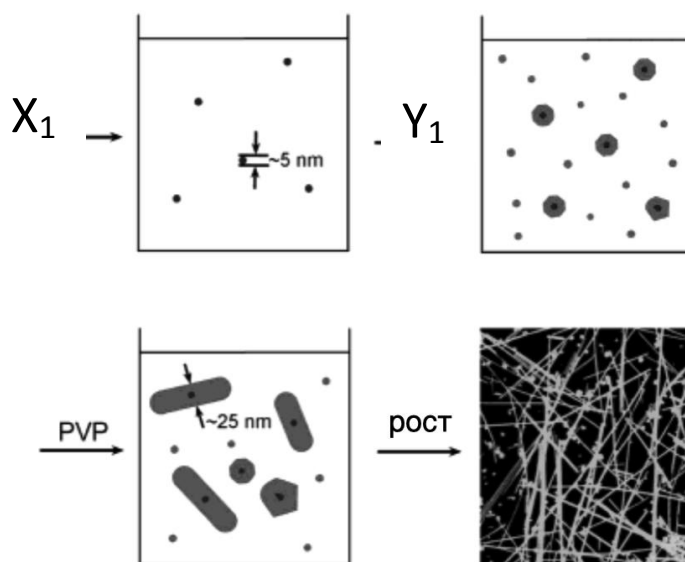




Химия для школьников 7 – 11 класса (заключительный этап) Сложные задачи

Задача 6. Синтез нанопроволок (20 баллов)

По одному из методов синтез нанопроволок Y проводят следующим образом. Сначала в этиленгликоль, содержащий некоторое количество воды, добавляют несколько капель раствора вещества X_1 в этиленгликоле и смесь нагревают до 160 °С. При этом происходит выделение газа, не поддерживающего горение (*реакция 1*). Однако ввиду низкой концентрации этого газа никаких пузырьков не наблюдается. Образовавшийся раствор содержит в себе наночастицы простого вещества X , выступающие в роли затравок при синтезе нанопроволок. На следующей стадии в раствор вводят вещество Y_1 и продолжают нагревание. При этом наночастицы увеличиваются в размере, так как на них кристаллизуется простое вещество Y , образующееся при взаимодействии Y_1 с этиленгликолем (*реакция 2*). Эта реакция также сопровождается образованием газообразного продукта, аналогично реакции 1. Введение поливинилпирролидона (PVP) направляет рост наночастиц таким образом, что их форма начинает отклоняться от сферической. Так образуются нанопроволоки Y . Весь процесс можно представить схемой:



Вещество X_1 представляет собой коричневый порошок, плохо растворимый в воде, но растворимый в соляной кислоте. При внесении в этот раствор медной фольги раствор окрашивается в зеленый цвет, а на поверхности фольги образуется серый налет простого вещества X (*реакция 3*). Вещество X_1 может быть получено из X по реакции с хлором (*реакция 4*), причем из 1.000 г X образуется 1.350 г X_1 (выход 99%).

Известно, что масса медной фольги, внесенной в 200 г 1.70%-го раствора Y_1 , после окончания реакции (*реакция 5*) возрастает на 1.52 г, причем поверхность фольги покрывается серым налетом Y . Термическое разложение Y_1 приводит к образованию серого порошка Y и выделению бурого газа (*реакция 6*). При действии на 200 г 1.70%-го раствора Y_1 избытка хлорида натрия образуется белый творожистый осадок Y_2 массой 2.87 г (*реакция 7*).

1. Определите неизвестные вещества X , X_1 , Y , Y_1 , Y_2 . Подтвердите расчетом. **(9 баллов)**
2. Запишите уравнения реакций 1 – 7. **(9 баллов)**
3. Какое применение находят полученные нанопроволоки? **(2 балла)**

Задача 7. Синтез в нанореакторах (20 баллов)

Синтез наночастиц бинарного соединения **X** был проведён в три стадии:

- к исходному раствору, содержащему 3.6 г нитрата двухвалентного металла **M**, добавили избыток раствора гидроксида натрия, выпавший вначале осадок растворился в избытке щелочи;
- к полученному раствору прибавили раствор тиомочевины;
- после перемешивания данной системы в неё сразу ввели ПАВ для образования мицелл, в которых и был осуществлён синтез наночастиц.

В результате было получено 2.0 г наночастиц. При этом в нанореакторы удалось ввести лишь 77% катионов металла **M**, а все остальные стадии прошли с выходом 100%.

- Определите металл **M** и состав соединения **X**. Ответ подтвердите расчётами. Атомные массы округляйте до целых чисел. (5 баллов)
- Напишите уравнения химических реакций, упомянутых в методике синтеза. (6 баллов)
- Почему формирование наночастиц произошло именно в мицеллах, а не в момент смешивания реагентов? (2 балла)
- Рассчитайте число синтезированных шарообразных наночастиц, если их радиус равен 3.0 нм, а плотность 7.5 г/см³. (3 балла)
- Назовите возможную область применения наночастиц соединения **X**. Почему синтез в нанореакторах делает их использование наиболее предпочтительным? Ответ обоснуйте. (4 балла)

Задача 8. Наносорбент (20 баллов)

Двухслойный оксид графита (ДОГ), (формула наноструктуры $\text{CO}_{0.34}\text{H}_{0.02}$) охотно сорбирует некоторые жидкости на внутренние поверхности за счет взаимодействия с кислородосодержащими группами ($-\text{O}-$) и ($-\text{OH}$), расположенными на этих поверхностях (см. рис. 1)

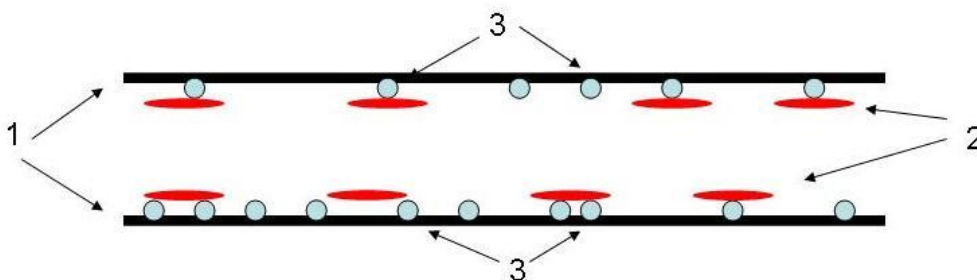


Рис. 1. Двухслойный оксид графита. 1 – графеновый лист, 2 – сорбированные молекулы метанола, 3 – кислородосодержащие группы ($-\text{O}-$) или ($-\text{OH}$) на внутренней поверхности

Метанол, сорбированный в межплоскостное пространство, занимает приблизительно 40% всей внутренней поверхности каждого графенового листа ($1300 \text{ м}^2\text{г}^{-1}$). Одна молекула метанола занимает на поверхности площадь 18 \AA^2 .

1. Какие из перечисленных жидкостей должен сорбировать ДОГ: вода, метанол, толуол, октан, октанол, гексан, ацетонитрил? **(4 балла)**
2. Каким общим свойством обладают эти жидкости? Каким параметром характеризуется это свойство? **(2 балла)**
3. Сколько граммов метанола сорбировалось внутри 10 мг двухслойного оксида графита? **(6 баллов)**
4. Какова вероятность того, что кислородосодержащая группа на внутренней поверхности ДОГ связана с сорбированной молекулой метанола? Примите, что каждая группа связывает не более одной молекулы метанола. **(8 баллов)**