

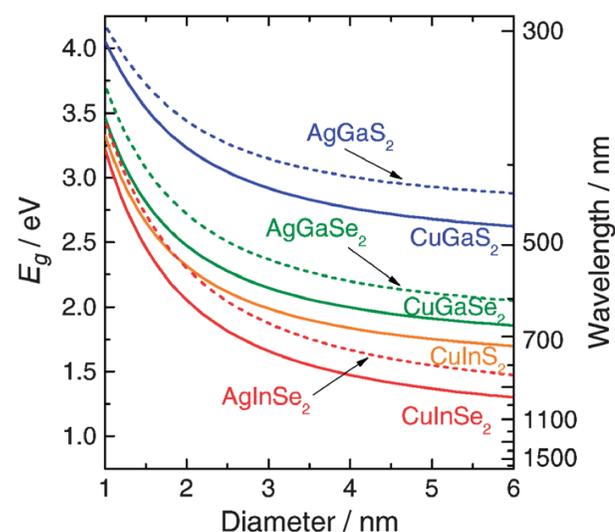
Получение коллоидных квантовых точек тройных соединений халькогенидов металлов

А. И. Шульга, Д. С. Мазинг

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Цели работы: осуществить синтез коллоидных квантовых точек тройных халькогенидных соединений для их использования в качестве биологических маркеров.

Коллоидные квантовые точки (ККТ) являются перспективным материалом для биомедицины, где существует спрос на материалы для люминесцентных биомаркеров с длинами волн испускания в ближнем ИК-диапазоне, так как в этом интервале длин волн располагаются окна прозрачности биологических тканей. Одним из способов получения необходимых длин волн эмиссии является использование ККТ соединений группы I-III-VI₂, которые не содержат токсичных металлов. Одним из наиболее интересных соединений является CuInSe₂, нанокристаллы которого в зависимости от диаметра частиц в режиме сильного пространственного ограничения проявляют перестройку люминесценции в интервале длин волн 600–1200 нм.



Зависимость ширины запрещенной зоны от размера наночастиц различных халькогенидов I-III-VI₂ в приближении эффективной массы Aldakov, D., Lefrancois, A., & Reiss, P. (2013). Ternary and quaternary metal chalcogenide nanocrystals: synthesis, properties and applications. Journal of Materials Chemistry C, 1(24), 3756-3776.

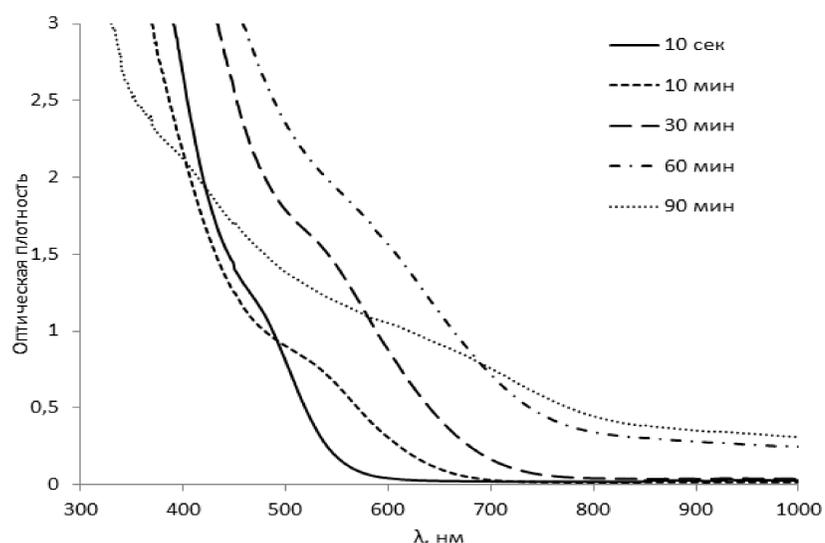
Технология: В настоящей работе синтез коллоидных нанокристаллов CuInSe₂ производился методом горячей инъекции в некоординирующей среде 1-октадецена. Первый прекурсорный раствор содержит 0,5 ммоль иодида меди и 0,5 ммоль ацетата индия, 20 мл 1-октадецена и 0,5 мл 1-додекантиола. При интенсивном перемешивании было добавлено 0,5 мл олеиновой кислоты при температуре 120°C. Второй прекурсорный раствор – суспензия элементарного селена (1 ммоль) в 1-октадеcene, полученная в стеклянной пробирке при помощи непродолжительного ультразвукового воздействия. Первый прекурсорный раствор был нагрет до 200°C, и суспензия селена была в него быстро введена посредством шприца. Мгновенное изменение цвета реакционной среды свидетельствовало о нуклеации нанокристаллов. Далее осуществлялся рост частиц при той же температуре. Образцы отбирались последовательно спустя 30 с., 10 мин., 30 мин., 60 мин., 90 мин., их характеристика производилась методами спектроскопии поглощения и фотолюминесценции. Частицы могут быть выделены из исходного раствора путем добавления ацетона с последующим центрифугированием. Очищенные таким образом нанокристаллы редиспергируются в неполярных растворителях, таких как алканы, толуол или хлороформ.

1-додекантиол играет важную роль, он обеспечивает функцию комплексообразования и обеспечивает достижение баланса реакционной способности катионных прекурсоров, а так же играет роль стабилизатора.

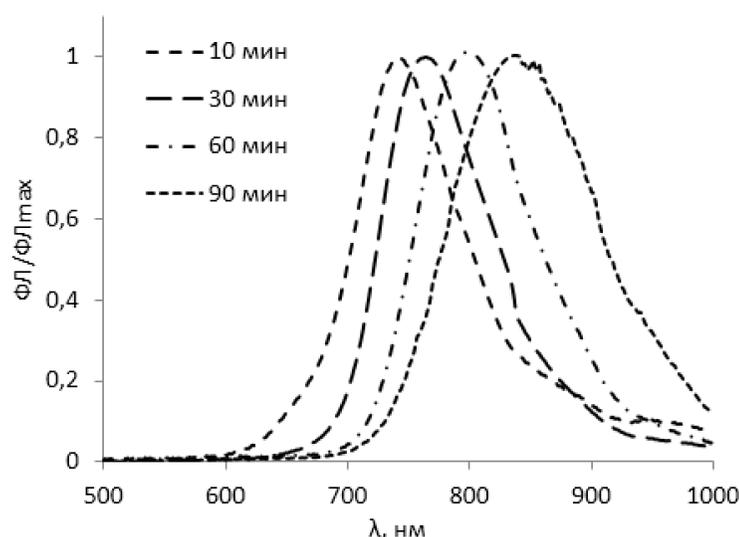


Молекула додекантиола

Экспериментальные результаты и выводы:



Спектры поглощения для образцов, отобранных в различные моменты времени после нуклеации



Спектры фотолюминесценции для образцов, отобранных в различные моменты времени после нуклеации

Мазинг Д.С. и др. Получение и исследование квантовых точек «ядро-оболочка» на основе CuInSe₂/Физика и Химия стекла, 2016 г. (в печати)

Синтезированные нанокристаллы CuInSe₂ люминесцируют в диапазоне от 700 до 900 нм, соответствующем окну прозрачности биологических тканей. При этом перестройка длины волны фотолюминесценции соответствует смещению края поглощения. Стоксов сдвиг составляет около 200 нм, что указывает на участие энергетических уровней дефектов в излучательной рекомбинации.