

УДК 535-47, 535.37

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ХИРАЛЬНЫХ НАНОКРИСТАЛЛОВ С РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ИОНАМИ

Соловьева Е.О. (Университет ИТМО), Старовойтов А.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Старовойтов А.А.
(Университет ИТМО)

Введение. В последние годы все больше исследований направлено на изучение люминесцентных материалов, таких как квантовые точки, металлические кластеры и материалы, легированные редкоземельными ионами, для создания высокочувствительных устройств в различных областях от фотоники до биомедицины. Нанокристаллы (НК), легированные лантаноидами, представляют исключительный интерес благодаря своим уникальным свойствам: высокой эффективности люминесценции, высокой чистотой окраски излучения, длительным временем жизни люминесценции в возбужденном состоянии, и большими стоксовыми сдвигами [1]. Еще одним важным свойством нанокристаллов с редкоземельными ионами является хиральность. Хиральность — это геометрическая характеристика, согласно которой структура объекта не совпадает с его зеркальным отображением. Поэтому люминесцентные хиральные НК на основе лантаноидов являются перспективными системами для изучения спонтанного нарушения симметрии и явления направленного усиления хиральности [2,3].

Основная часть. В данной работе были исследованы оптические свойства НК фосфата гадолиния $GbPO_4$ легированных ионами редкоземельных металлов, полученных с помощью коллоидного синтеза с присутствием левовращающего энантиомера винной кислоты. Для синтеза нанокристаллов на основе $GbPO_4$ было подготовлено два водных раствора. Один из них раствор $GbCl_3$ с добавлением соляной и винной кислоты, другой представляет собой раствор гидрофосфата натрия Na_2HPO_4 с добавлением соляной кислоты. Оба раствора нагревались, перемешиваясь, в течение 30 минут до достижения температуры синтеза около $80^\circ C$. Затем второй раствор быстро добавили в первый. Добавление раствора фосфата к раствору с ионами Gd^{3+} приводило к осаждению НК $GbPO_4$, что сопровождалось помутнением раствора со временем.

Для исследования влияния энантиомера винной кислоты на хиральные свойства нанокристаллов с ионами лантаноидов были получены спектры люминесценции и люминесценции круговой поляризации. В спектрах люминесценции НК $GbPO_4$ допированных ионами Eu^{3+} и Tb^{3+} видно, что наиболее интенсивные пики соответствуют эмиссии ионов Eu^{3+} . Несколько сильных линий в спектрах циркулярно-поляризованной люминесценции НК указывают на то, что ионы лантанидов находятся в хиральной среде и что существует значительный энантиомерный избыток НК с левой ориентацией. На основании результатов исследований, проведенных научной группой профессора Марковича, представленных в [3], в случае синтеза нанокристаллов с использованием правого энантиомера винной кислоты наблюдается избыток правых энантиомеров. На основании этого можно сказать, что использование определенного энантиомера винной кислоты направленно усиливает хиральность кристаллов определенной ориентации.

Выводы. В результате данной работы были изучены люминесцентные и хиральные свойства нанокристаллов $GbPO_4$ допированных различными редкоземельными ионами. На основе полученных экспериментальных данных было изучено влияние энантиомера винной кислоты на усиление хиральности нанокристаллов с ионами лантаноидов. Полученные результаты имеют фундаментальный и прикладной интерес в области нанотехнологий и биомедицины.

Список использованных источников:

1. Sarkar, D. Design of Lanthanide-Doped Colloidal Nanocrystals: Applications as Phosphors, Sensors, and Photocatalysts / Debashrita Sarkar, Sagar Ganguli, Tuhin Samanta, Venkataramanan Mahalingam // *Langmuir*. — 2019. — Vol. 35, No. 19. — PP. 6211–6230.
2. Hananel, U. Spontaneous and directed symmetry breaking in the formation of chiral nanocrystals / Uri Hananel, Assaf Ben-Moshe, Haim Diamant, Gil Markovich // *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* — National Academy of Sciences, 2019. — Vol. 166, No. 23. — PP. 11159–11164.
3. Vinegrad, E. Determination of Handedness in a Single Chiral Nanocrystal via Circularly Polarized Luminescence / Eitam Vinegrad, Uri Hananel, Gil Markovich, Ori Cheshnovsky // *ACS Nano*. — American Chemical Society, 2019. — Vol. 13, No. 1. — PP. 601–608.