

Рис.4. Структура реакционного центра фотосинтезирующих бактерий и энергетическая схема фотоиндуцированного переноса электрона.

Основополагающая роль хлорофиллов как главных участников поглощения и преобразования солнечной энергии вызвала громадный интерес к исследованию этих объектов, охватывающий биологию, химию, физику и современную нанобиомедицину. За два столетия, прошедших после открытия хлорофилла, в мировой науке исследователями из разных стран получен ряд принципиальных результатов (отмеченных десятью Нобелевскими премиями), охватывающих широкую область структурно-морфологических, оптических и энергетических свойств основных фотосинтетических пигментов, а также детально исследованы окислительно-восстановительные реакции и процессы трансформации солнечной энергии, реализуемые в структурах с различным уровнем организации как *in vivo*, так и *in vitro*.

Литература

1. Гуринович Г.П., Севченко А.Н., Соловьев К.Н. // Спектроскопия хлорофилла и родственных соединений. – 1968. - Минск: Наука и техника, 517 с.

УДК: 535.373 + 539.2 + 541.14

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ: СТРУКТУРА И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Карпачев Т.

Научный руководитель – Зенькевич Э.И., докт. физ.-мат.н., профессор

Нанотехнологии – это совокупность методов и средств, обеспечивающих создание структур с типичными размерами от единиц до сотен нанометров

(1-100 нм), а также материалов и функциональных систем на их основе [1, 2]. Одним из направлений в этой области является создание и исследование полупроводниковых нанокристаллов (так называемых квантовых точек, КТ), а также их наноансамблей с органическими функциональными молекулами [3]. КТ – это частица полупроводникового материала с нанометровыми размерами (обычно от 1 до 100 нм), которая может содержать от десятка до 10^6 атомов, связанных вместе. Полупроводниковые КТ (например, CdSe, PbS, AgInS) получают методами коллоидной химии. Для обеспечения фотоустойчивости КТ их поверхность покрывается несколькими монослоями стабильных полупроводников (например, ZnS). Растворимость КТ в растворителях обеспечивается стабилизирующими органическими молекулами-лигандами (аминами, глутатионом, триоктил-фосфин-оксидами и др.), которые присоединяются к поверхности КТ химическими связями.

Принципиальными свойствами КТ, которые существенно отличаются от таковых для полупроводниковых макроструктур, являются самоорганизация и специфическая зависимость физико-химических характеристик КТ от размеров (так называемые квантово-размерные эффекты). Из квантовой физики полупроводниковых материалов следует, что когда диаметр КТ (d) становится сравнимым или меньше боровского радиуса экситона (a_B), в таких материалах реализуется так называемый принцип квантового ограничения.

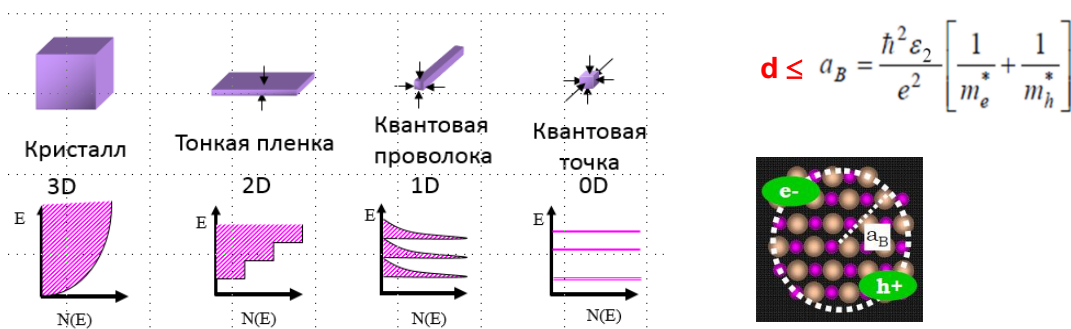


Рис.1. Изменение структуры энергетических уровней при переходе от кристалла к КТ.

Он проявляется в двух эффектах: 1) энергетические уровни в валентной зоне и в зоне проводимости становятся дискретными (рис. 1), 2) энергетическая ширина запрещенной увеличивается при уменьшении диаметра КТ (рис. 2).

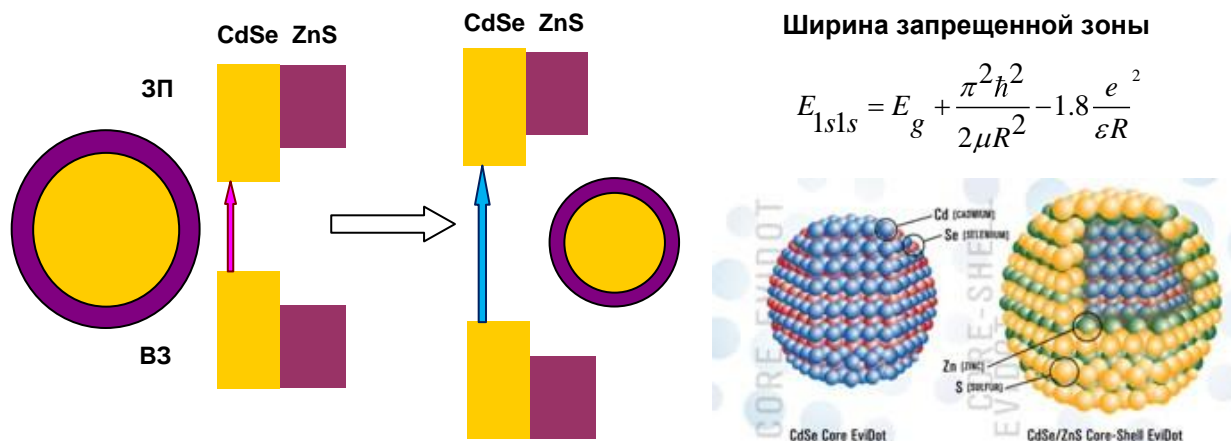


Рис.2. Структура КТ CdSe/ZnS и изменение ширины запрещенной зоны при уменьшении диаметра КТ.

Причиной этих эффектов являются квантово-механические эффекты, возникающие при пространственном ограничении движения носителей заряда: энергия носителей в этом случае становится дискретной. А число уровней энергии, в соответствии с квантово-механическими расчетами, зависит от размера «потенциальной ямы», высоты потенциального барьера и массы носителей заряда. Естественный масштаб длины для электронных возбужденных областей в «непрерывных» полупроводниках определяется радиусом экситона Бора a , который зависит от силы кулоновского взаимодействия между электроном (e) и дыркой (h). В результате, квантово-размерные эффекты проявляются в том, что при уменьшении размеров КТ их спектры поглощения и фотолюминесценции смещаются в синюю область (т.е. энергия запрещенной зоны возрастает, см. рис. 3).

Кроме того, для КТ характерно резкое возрастание отношения поверхность-объем и проявление интерфейсных эффектов, что обеспечивает формирование уникальных электрических, магнитных, оптических, физико-химических и механических свойств этих объектов. Вместе с тем, на данный момент ни один из экспериментальных методов не дает достаточно разрешенную пространственную визуализацию как морфологии поверхности КТ, так и особенностей формирования наноансамблей «КТ-органический хромофор».

Причиной стремительного проникновения полупроводниковых КТ в разнообразные области науки и технологии являются их уникальные оптические характеристики:

1. Узкий симметричный пик флуоресценции (в отличие от органических красителей), положение которого регулируется выбором размера нанокристалла и его составом.
2. Широкая полоса возбуждения, что позволяет возбуждать нанокристаллы разных цветов одним источником излучения. Это достоинство принципиально при создании систем многоцветного кодирования.

3. Высокая яркость флуоресценции, определяемая высоким значением экстинкции и высоким квантовым выходом (для КТ CdSe/ZnS - до 70%);
4. Уникально высокая фотостабильность, что позволяет использовать источники возбуждения высокой мощности.

5.

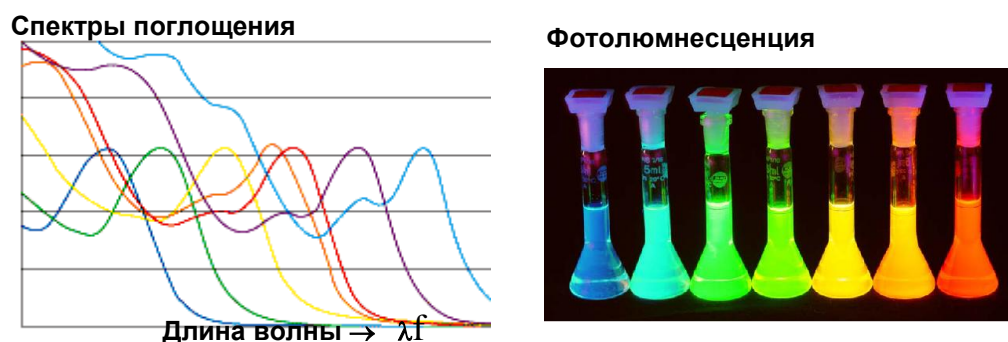


Рис.3. Спектральные свойства КТ CdSe/ZnS при вариации их диаметра.

Такие КТ можно использовать для построения различных ассоциатов, гибридов, упорядоченных слоев и т.п., на основе которых конструируют элементы электронных и оптоэлектронных устройств, пробники и сенсоры для анализов в микрообъемах вещества, различные флуоресцентные, хемилюминесцентные и фотоэлектрохимические наноразмерные датчики.

С 2012 г. в Республике Беларусь реализуется программа развития nanoиндустрии. Перед учеными и практиками Беларуси стоит серьезная инновационная задача – создать новую наукоемкую отрасль (включающую наноматериалы, наноэлектронику, нанобиологию, наномедицину), открывающую множество перспективных приложений.

Литература

1. Гапоненко С.В. Нанофотоника: состояние и перспективы // Наука и инновации – 2009. – Т. 71. - №1. – С. 14-16.
2. Von Borczyskowski K., Zenkevich E. // "Tuning Semiconducting and Metallic Quantum Dots: Spectroscopy and Dynamics" – 2017. - Pan Stanford Publishing Pte. Ltd., 398 p.

УДК 621.785

ПОТЕРИ ЭНЕРГИИ В ЛЭП ВСЛЕДСТВИЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА

Лугавцов Е.О., Бобко А.Д.

Научный руководитель – Хорунжий И.А., к.ф.-м.н., доцент

Передача электрической энергии по линиям электропередач – неотъемлемая черта современной инфраструктуры. Известно, что для борьбы с потерями энергии вследствие теплового действия, нужно уменьшать силу электрического тока. Чтобы снижение силы тока не сопровождалось уменьшением передаваемой мощности повышается напряжение. Однако высокое напряжение