

Физика наносистем и наноустройства (студенты, аспиранты, молодые ученые).

Задача 9 «Нанонастройка» (базовая).

Квантоворазмерные объекты – одни из самых интересных в наномире. Кроме собственно размерного квантования, такие объекты могут проявлять коллективные свойства, отличные как от «объемных» свойств самого вещества, из которого они состоят, так и от свойств отдельных нанообъектов. Иногда влиять на эти свойства можно, изменяя, например, расстояния на нанометровых масштабах. Ниже описан такой пример.

На рис.1 представлены спектры поглощения пленок, полученных при высыхании зольей квантовых точек двух разных диаметров из бинарного полупроводника $A^{III}B^V$.

Вопрос 1. Из какого соединения состоят эти квантовые точки: InN, InP или InAs? Ответ обоснуйте (2 балла).

Вопрос 2. Диаметр каких квантовых точек больше – спектр которых изображен кривой 1 или спектр которых изображен кривой 2? Ответ обоснуйте (2 балла).

Вопрос 3. В какой области спектра будут люминесцировать такие квантовые точки (1 балл)?

Вопрос 4. Как называется характерный пик поглощения на этих спектрах (1 балл)?

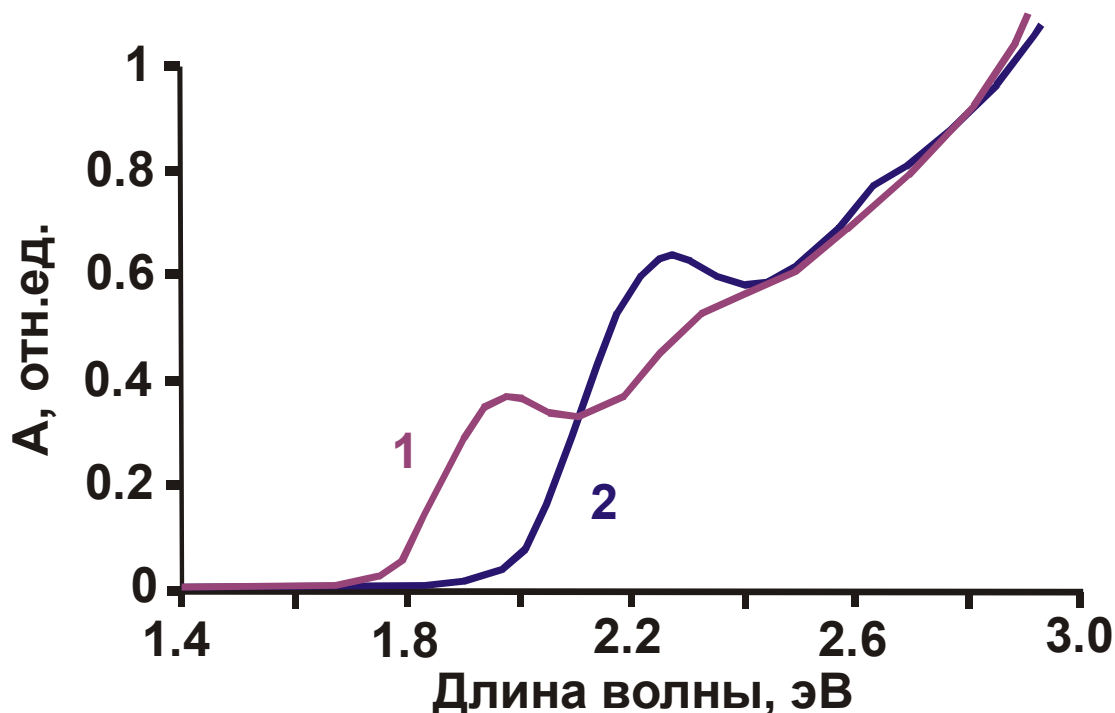


Рис.1. Спектры пропускания тонких пленок, полученных при высыхании зольей полупроводниковых квантовых точек двух разных диаметров

На рис.2 приведены спектры люминесценции тонких пленок из полупроводниковых квантовых точек, спектры поглощения которых представлены на рис.1.

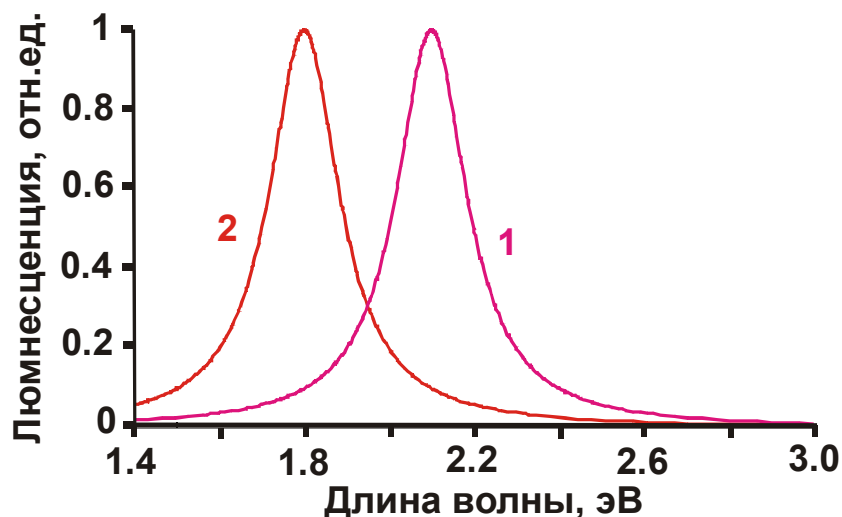


Рис.2. Спектры люминесценции тонких пленок, полученных при высыхании зольей полупроводниковых квантовых точек двух разных диаметров

Если же изготовить (например, тем же высыханием) тонкие пленки из смесей квантовых точек, спектры которых изображены на рис.1 и 2, то спектры люминесценции такой пленки будут зависеть от того, каково среднее расстояние между квантовыми точками разных диаметров. Примеры таких спектров изображены на рис.3, а зависимость интенсивности двух пиков от среднего расстояния между квантовыми точками разных диаметров – на рис.4. Изменять расстояние между квантовыми точками можно, например, добавлением оптически и химически нейтрального вещества, не испаряющегося вместе с растворителем. При растворении же получившихся пленок спектры вновь становятся такими, как показано на рис.2, т.е. квантовые точки остаются самими собой.

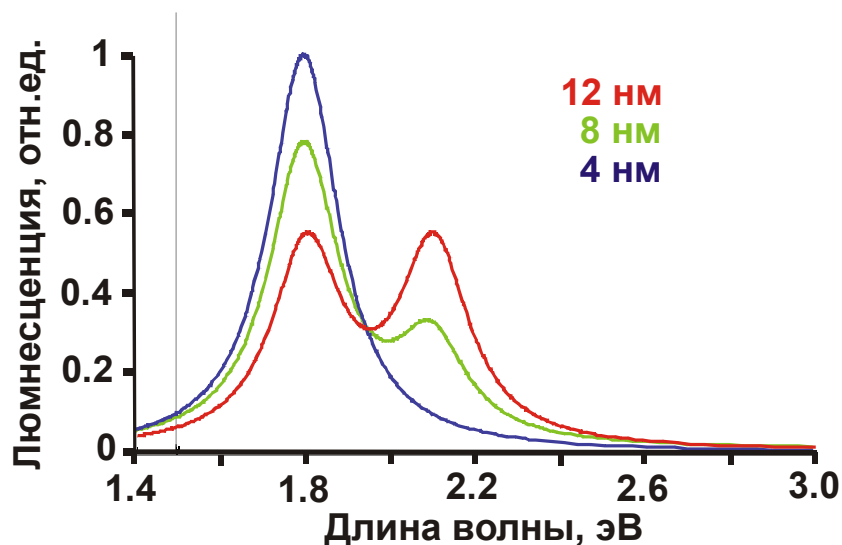


Рис.3. Спектры люминесценции тонких пленок, полученных при высыхании смеси зольей полупроводниковых квантовых точек двух разных диаметров в зависимости от среднее расстояние между квантовыми то

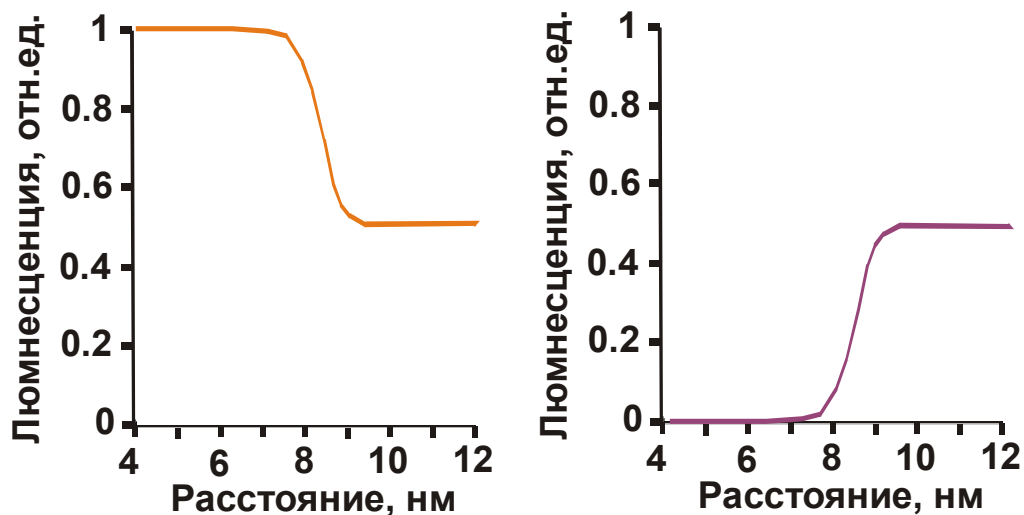


Рис.4. Зависимости интенсивностей пиков люминесценции квантовых точек двух разных диаметров от среднего расстояния между ними.

Вопрос 5. Каков механизм этого явления (2 балла)?

Вопрос 6. Напишите уравнение, описывающее зависимости, изображенные на рис.4, и определите (с точностью $\pm 10\%$) величину, характеризующую процесс, приводящий к таким изменениям в спектрах (3 балла).

Методические замечания:

1. Задача решается в рамках базовых знаний и здравого смысла
2. Вопросы можно задать в специальном разделе форума <http://www.nanometer.ru/forum/viewforum.php?f=19> или найти ответ самостоятельно (в том числе изучив доступные Вам Лекции на сайте Олимпиады <http://www.nanometer.ru/lectures.html?UP=156195>)
3. Решение оформляется и отсылается только в электронном виде, как описано в инструкциях к работе с задачами и решениями заочного теоретического тура, приведенных в разделе «Олимпиада» http://www.nanometer.ru/olymp2_o4.html
4. Подписывать решения не надо, Ваша фамилия, имя и отчество будут зашифрованы при проверке, идентификация для системы проверки производится по логину и паролю, который Вы вводите при входе на сайт Олимпиады www.nanometer.ru в качестве участника (этот пароль Вы задавали при регистрации и заполнении анкеты участника).