

Солнечная батарея на квантовых точках (физика)

(решение задач блока ФИЗИКА, как и других блоков, позволит отобрать ТРЕХ человек на очный тур, набравших при решении задач ЭТОГО блока наибольшее количество баллов. Дополнительно по результатам очного тура эти претенденты будут бороться за специальную номинацию «Физика наносистем». На очный тур будет отобрано также еще 5 человек, набравших наибольшее абсолютное количество баллов, поэтому после решения задач по своей специальности есть полный смысл решать задачи из других блоков.)

Одним из достижений химии и физики полупроводниковых материалов последних лет стало получение коллоидных квантовых точек – полупроводниковых нанокристаллов, покрытых органическим стабилизатором. Наиболее интересным свойством таких нанокристаллов является зависимость длины волны люминесценции от размера нанокристалла. Это делает коллоидные квантовые точки потенциальным материалом для создания светоизлучающих устройств – светодиодов, светоизлучающих экранов. Однако возможно создать устройства, выполняющие противоположную функцию – фотовольтаические преобразователи или солнечные батареи. Одна из принципиальных схем солнечной батареи на квантовых точках следующая. На токосъемный электрод наносится тонкий плотноупакованный слой из квантовых точек CdTe, затем слой, состоящий из квантовых точек CdSe, затем второй электрод.

1. *Объясните принцип работы данной солнечной батареи (2 балла). За счет чего возникает фотоЭДС (1 балл). Какой из слоев квантовых точек отвечает за транспорт электронов, а какой – за транспорт дырок? (1 балл) Какие другие пары полупроводников можно использовать в данной солнечной батарее (1 балл)?*
2. *Какие свойства коллоидных квантовых точек полезны для создания солнечных батарей (1 балл)? Зачем нужен стабилизатор? (1 балл) Какой стабилизатор необходимо использовать для создания солнечной батареи указанного типа и почему? (2 балла)*
3. *Начиная с какого минимального размера (радиуса) квантовых точек данная солнечная батарея начнет эффективно преобразовывать солнечный свет в электрический ток? (3 балла) Квантовые точки считать идеальными, электростатическими эффектами пренебречь. Температуру поверхности солнца считать равной 6000 К. Для объемного CdTe энергия запрещенной зоны 1.5 эВ, эффективные массы электрона 0.13 m_0 , дырки 0.45 m_0 , для CdSe - 1.8 эВ, 0.14 m_0 , дырки 0.35 m_0 соответственно.*
4. *Предложите и обоснуйте другие принципиальные схемы солнечных батарей на квантовых точках. (4 балла)*

