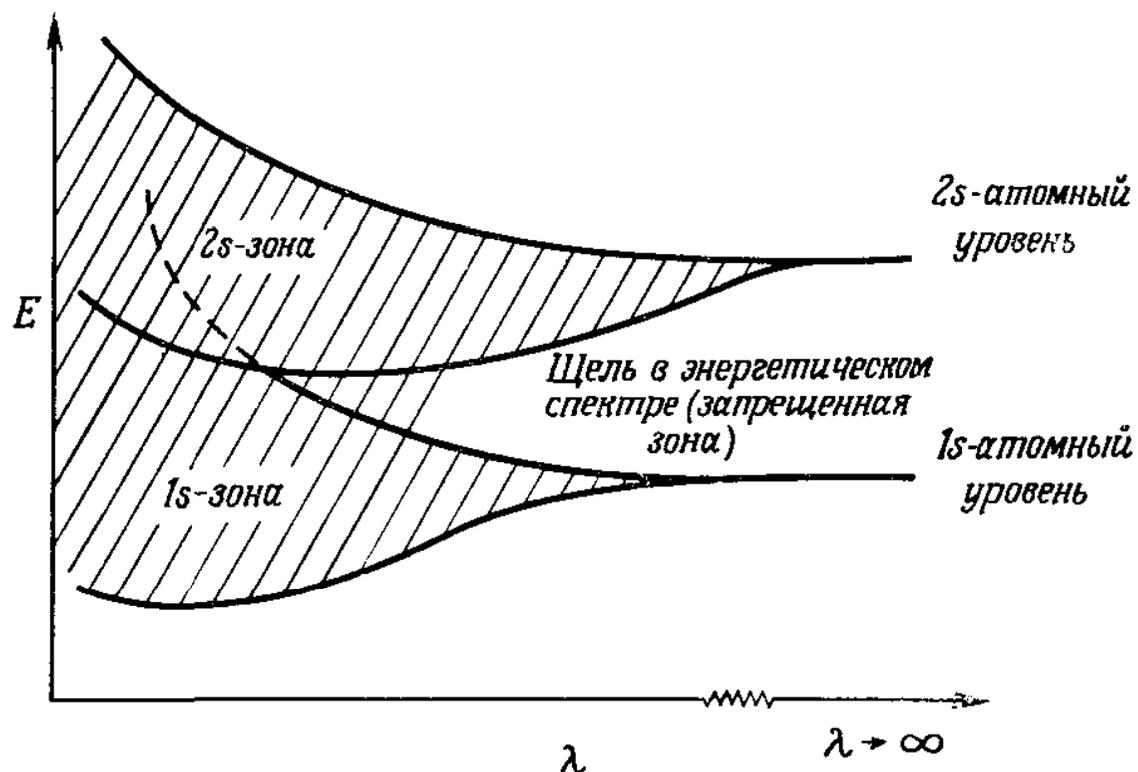


Квантовые точки 1

Зонная структура веществ,
понятие запрещённой зоны

Модель образования энергетических зон

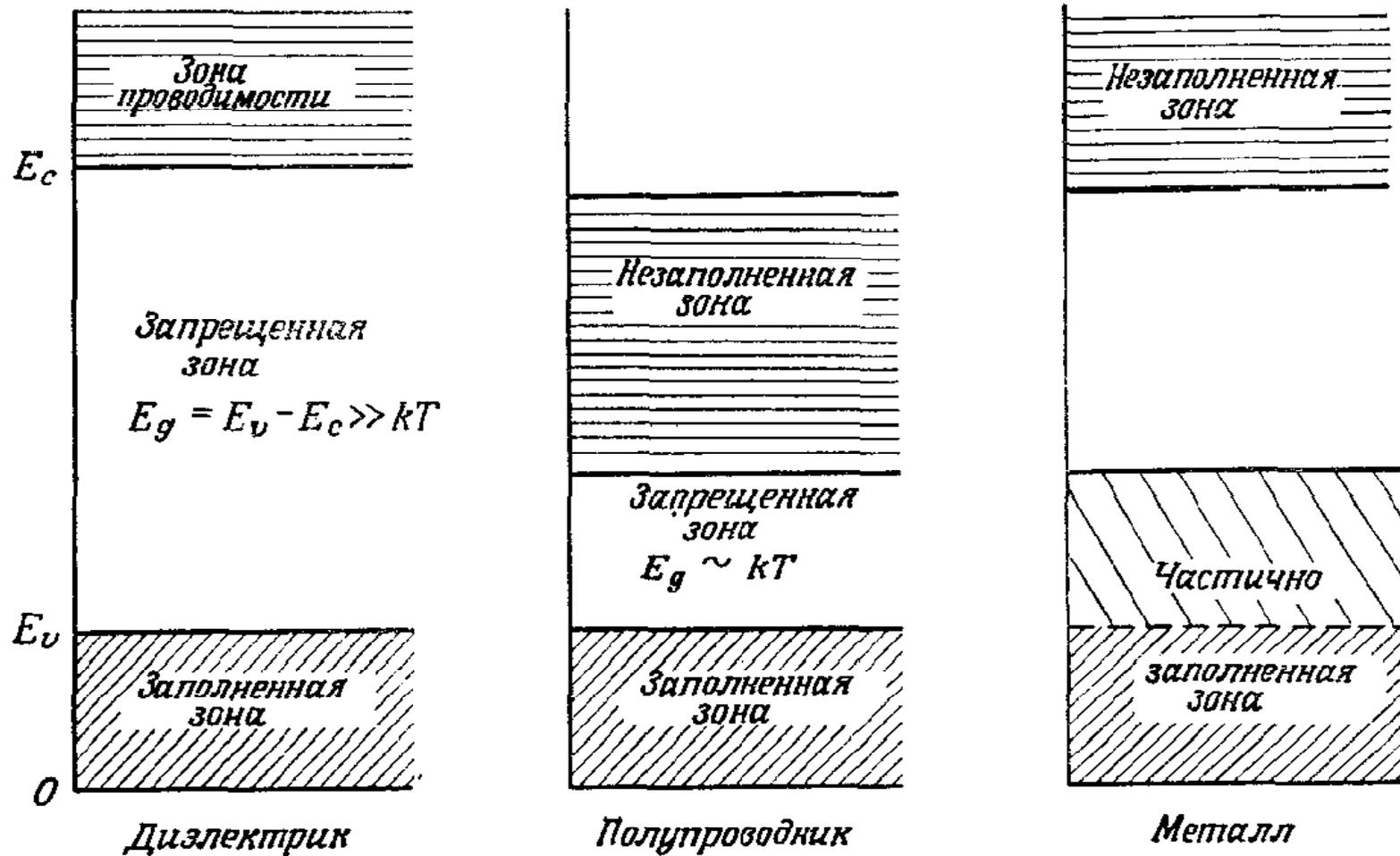


Образование зон из атомных уровней.
 λ – параметр решетки

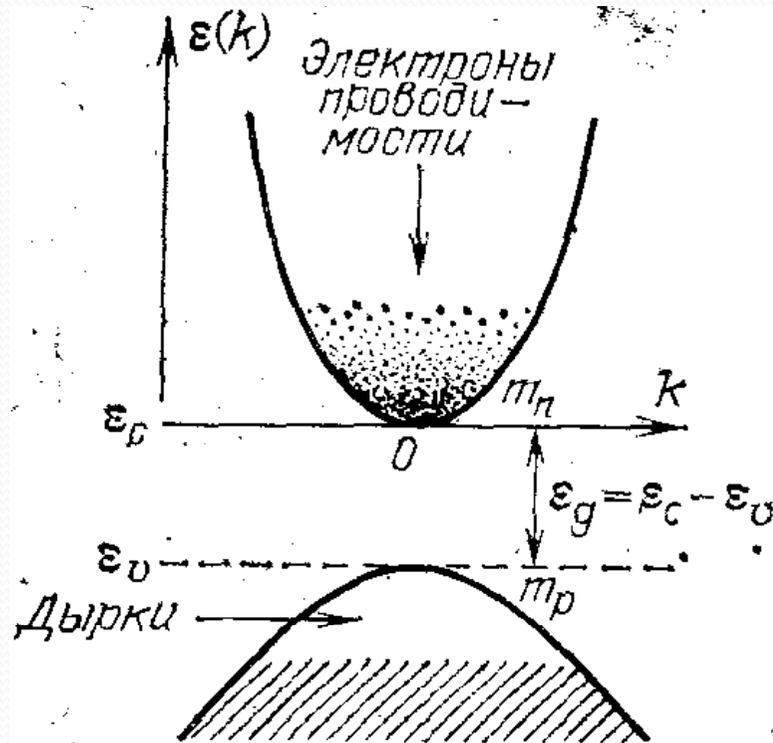
Замечания

1. Атомный уровень
 ↓
 Энергетическая зона,
 Число зон бесконечно
2. Число зон $N(e) = 2 \cdot N(at)$
3. Взаимодействие между электронами и атомами в кристалле

Классификация веществ по величине запрещённой зоны

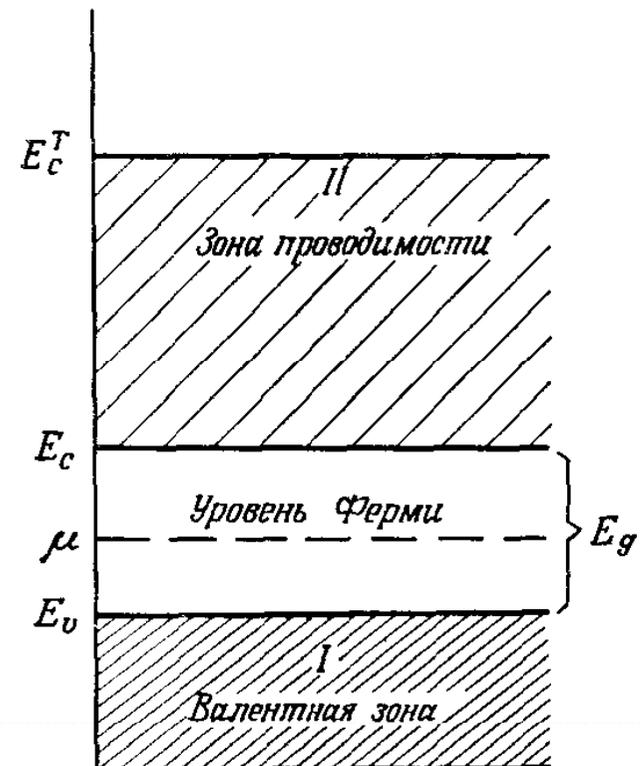


Зонная структура полупроводника



Электронны в зоне проводимости и дырки в валентной зоне — носители тока в полупроводниках

Введение понятия **уровень Ферми**



Примесные полупроводники



Полупроводники

n-типа

p-типа

Основные носители заряда

электроны

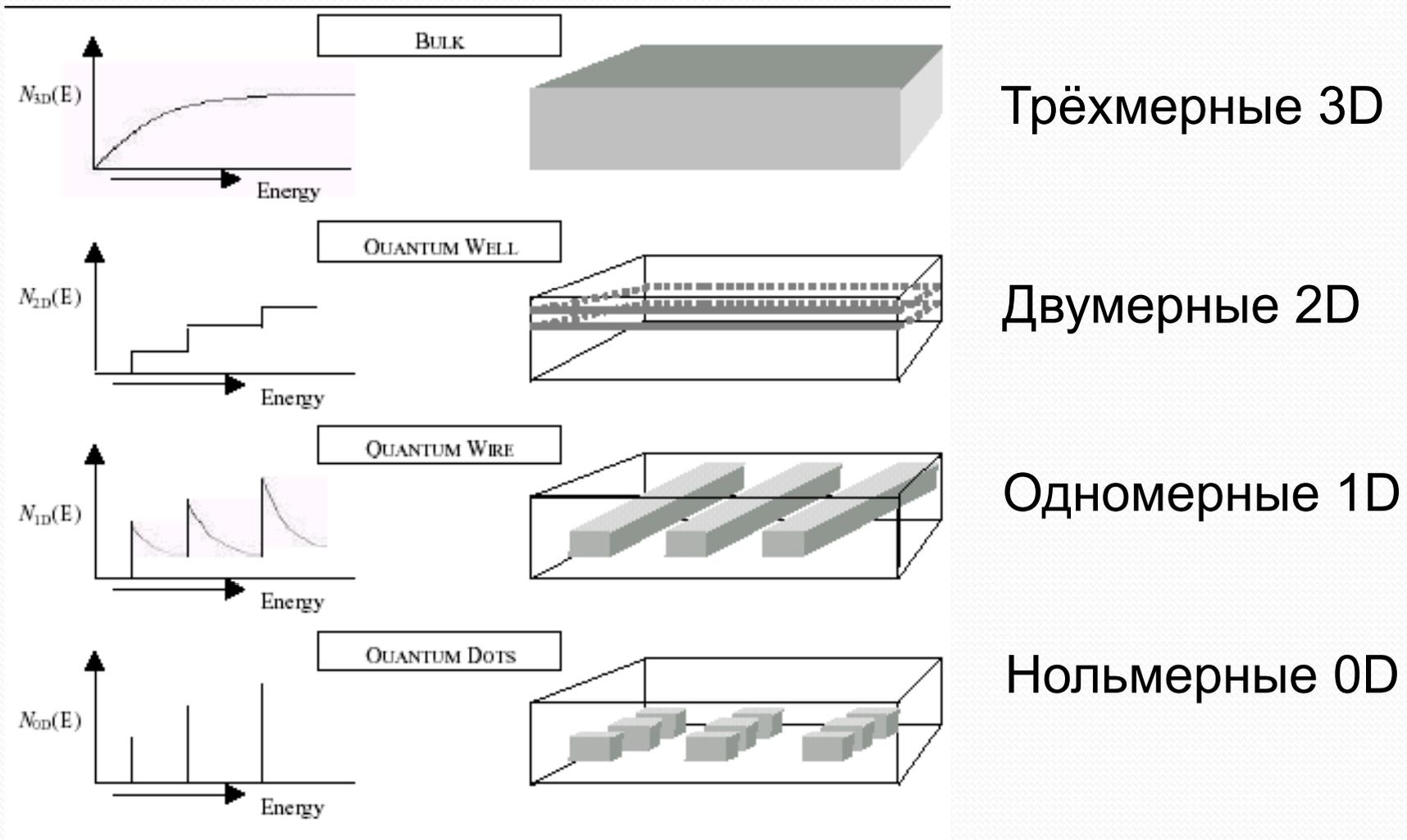
дырки

Неосновные носители заряда

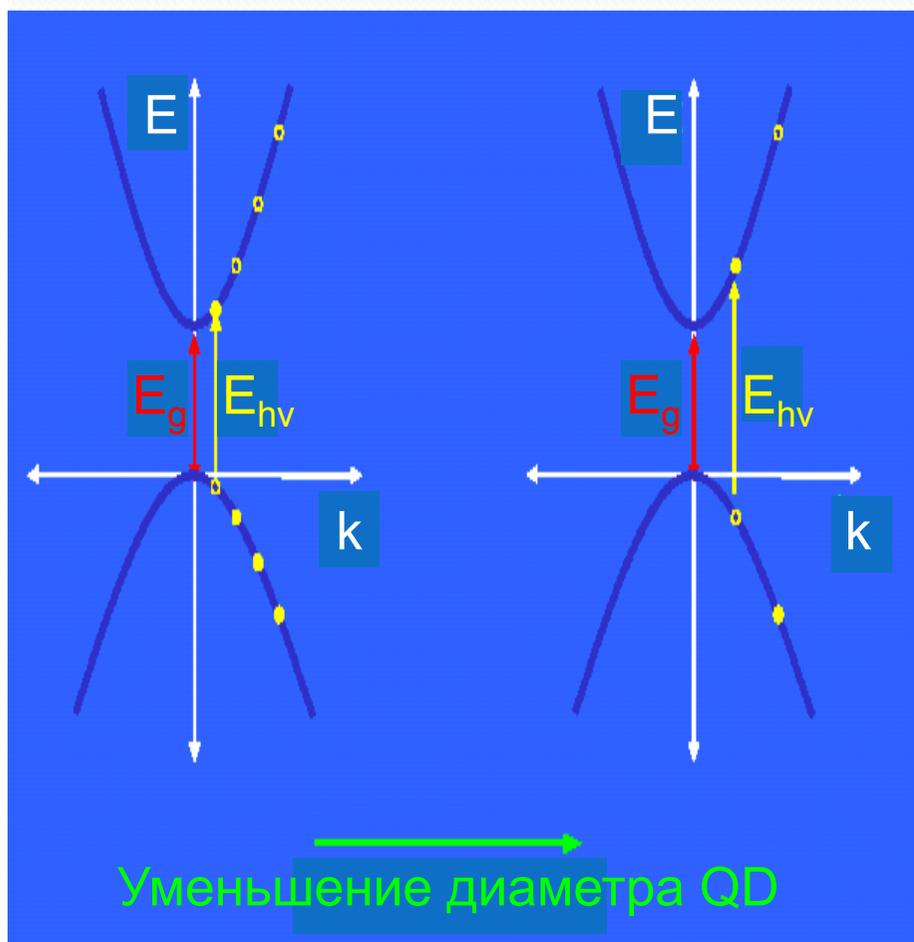
дырки

электроны

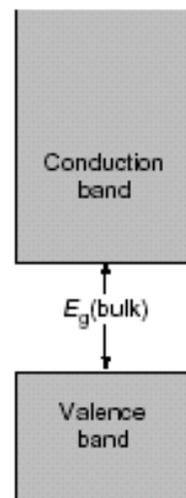
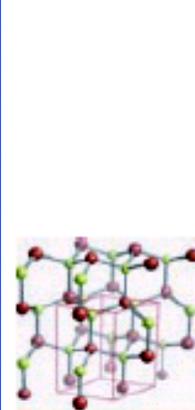
Низкоразмерные системы: плотность состояний



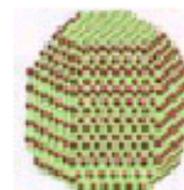
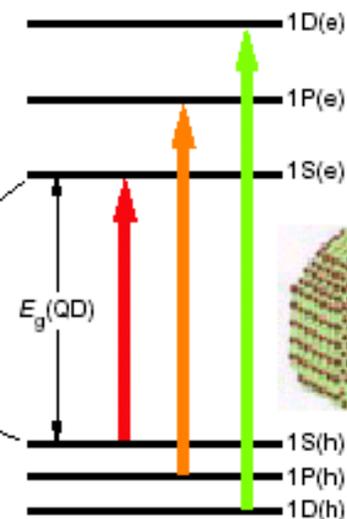
Полупроводниковые квантовые точки: зонная структура



(a) CdSe Bulk Semiconductor



(b) CdSe Quantum Dot (QD)

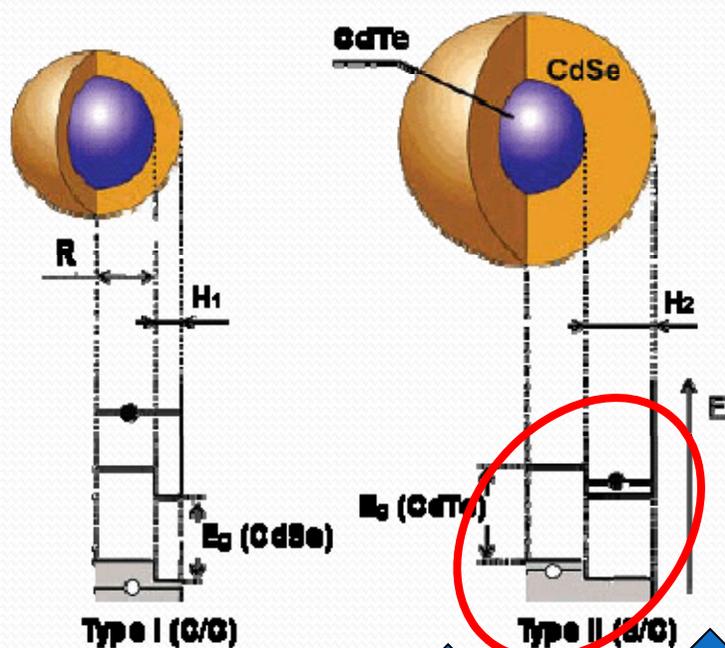


$$E_{n,l} = \frac{\alpha_{n,l}^2 \hbar^2}{2\mu R^2} + E_g$$

Квантовые точки ядро/оболочка

Тип I

носители заряда
локализованы
в ядре (C/C)



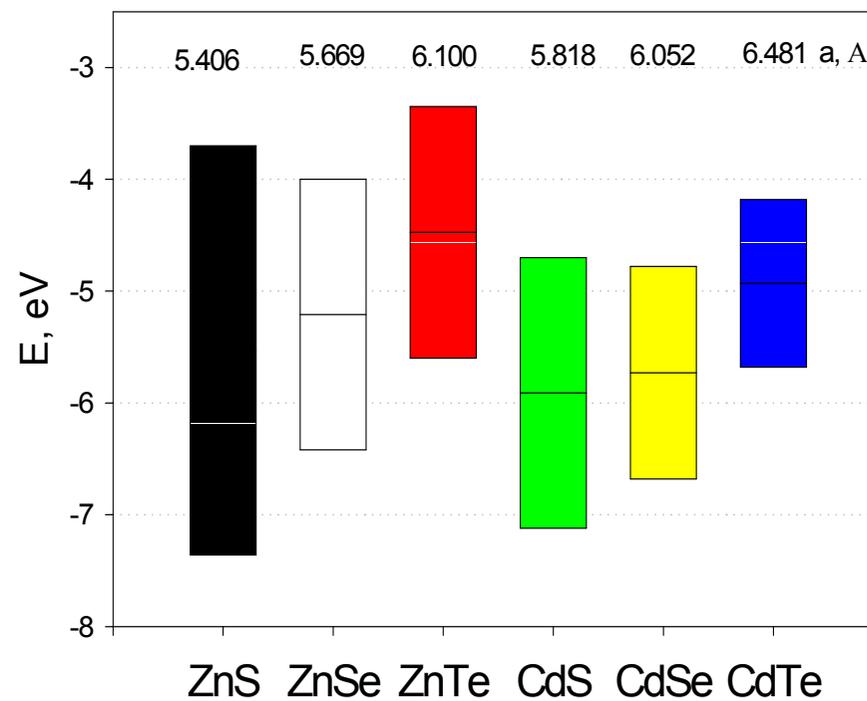
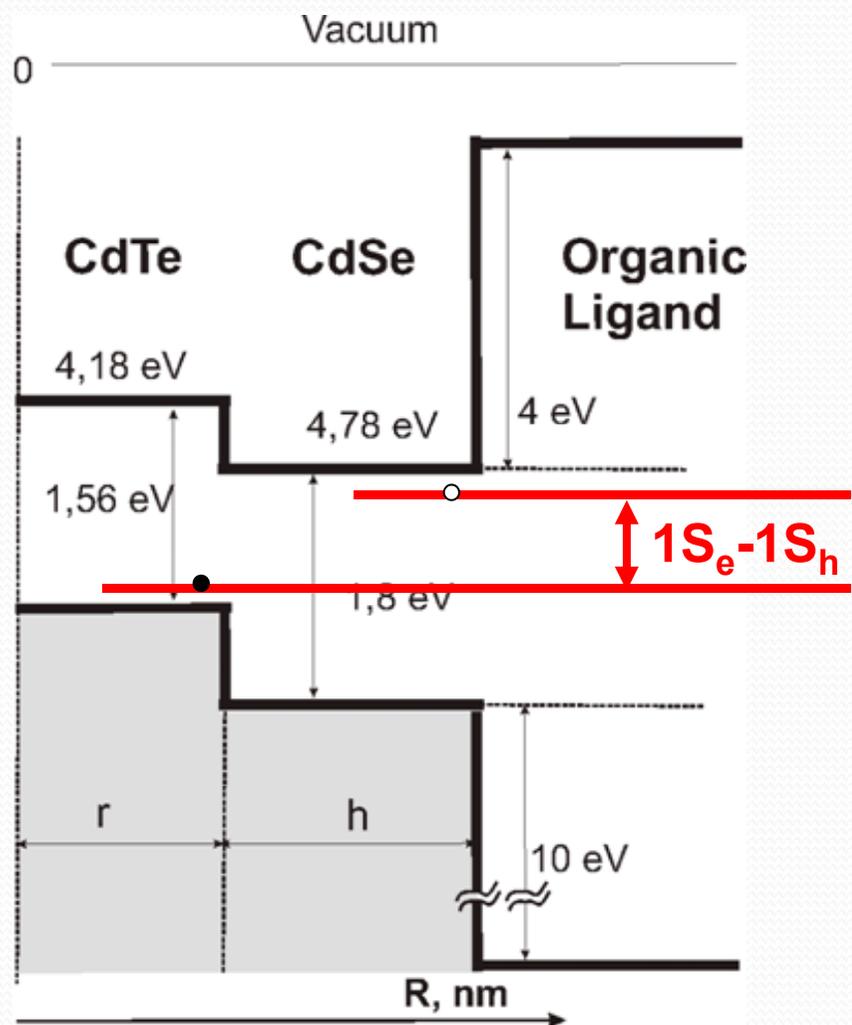
Тип II

носители заряда
пространственно
разделены между
ядром и оболочкой
(S/C или C/S)

Носители заряда
пространственно
разделены

$$E_g^{\text{hetero}} < E_g^{\text{CdTe}}$$

Энергетическая диаграмма



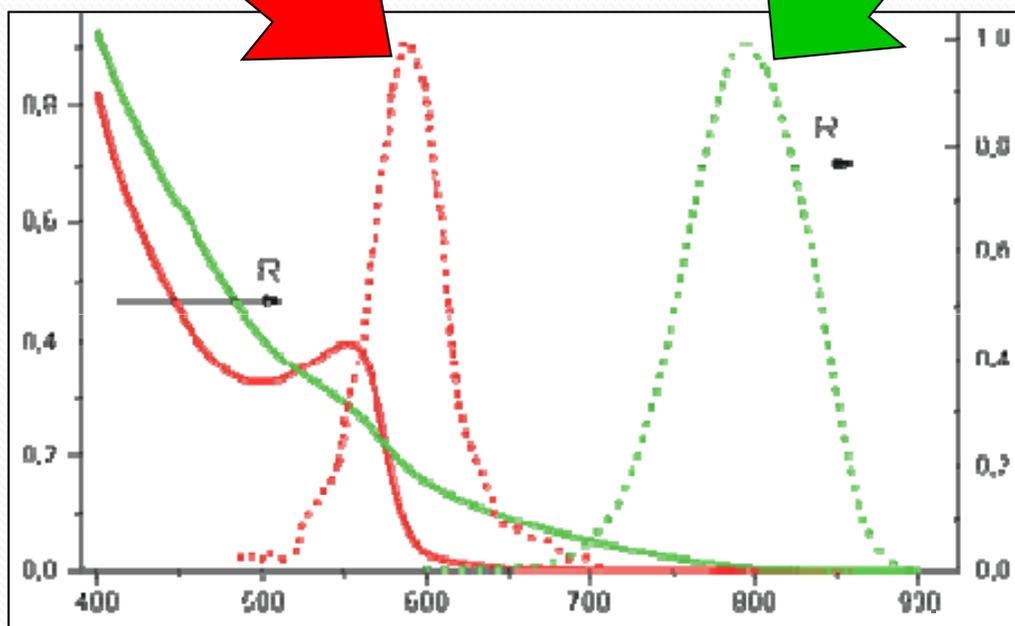
Наночастицы ядро/оболочка

Тип I

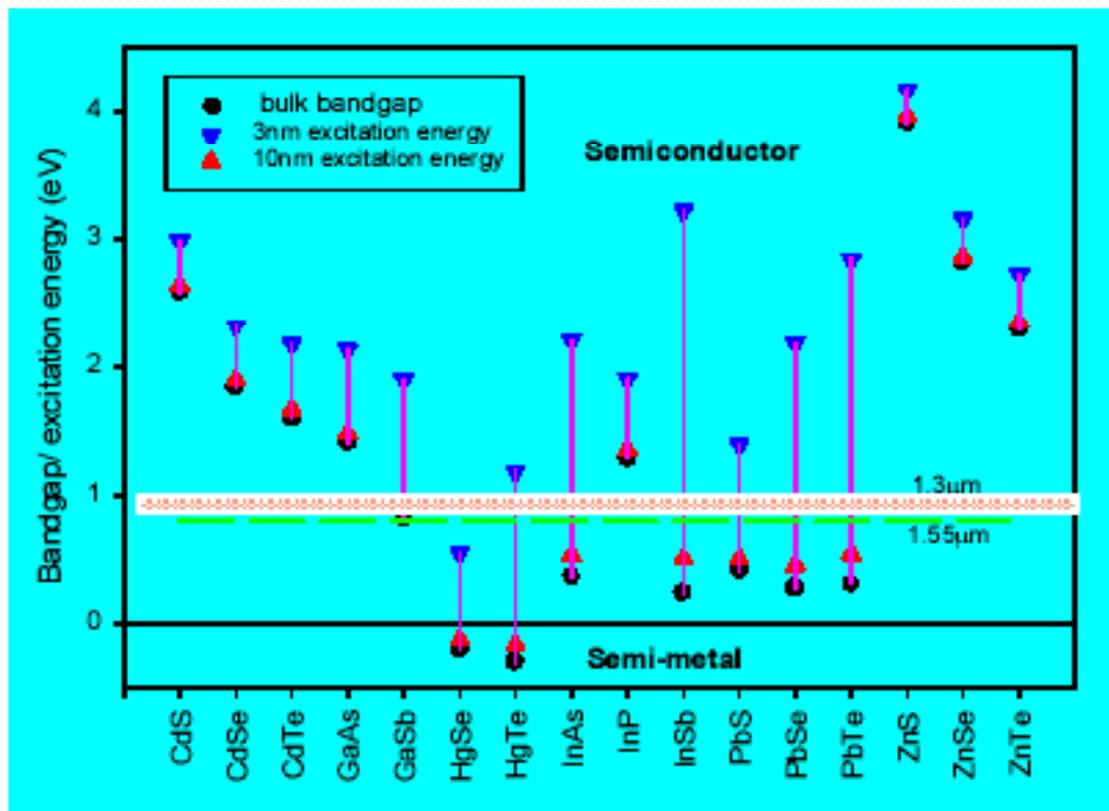
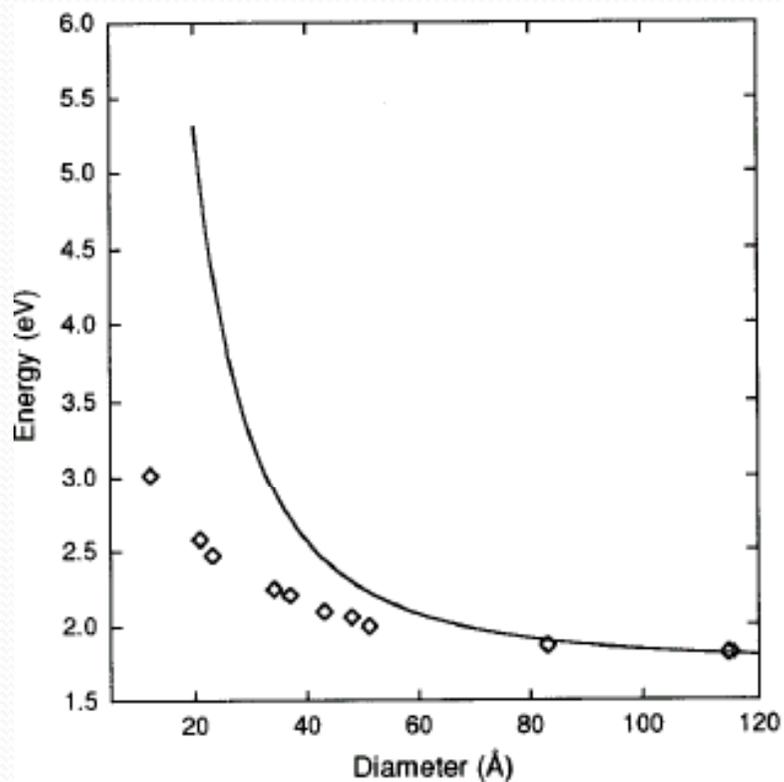
носители заряда
локализованы
в ядре (C/C)

Тип II

носители заряда
пространственно
разделены между
ядром и оболочкой
(S/C или C/S)

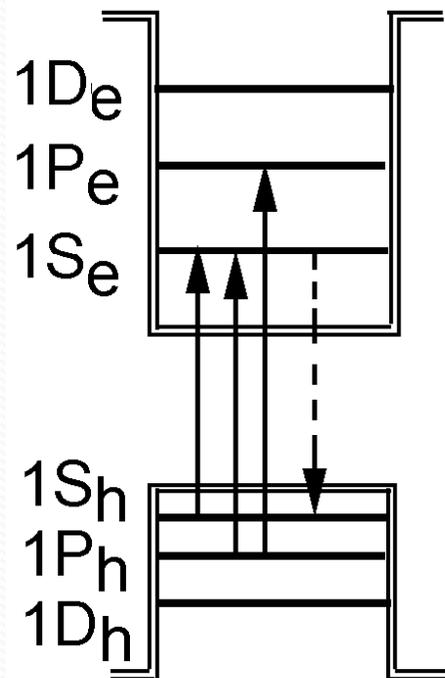


Зависимость ширины зоны от размера и состава полупроводника



- Оптический диапазон 0.4-0.7 мкм
- ИК телекоммуникации 1.3-1.5 мкм

Оптические свойства квантовых точек



$$E_g(\text{QD}) \approx E_{g0} + \frac{\hbar^2 \pi^2}{2m_{eh}R^2}$$

$$m_{eh} = \frac{m_e m_h}{m_e + m_h}$$

m_e = effective electron mass

m_h = effective hole mass

Причины проявления оптических свойств

