

## СЕКЦИЯ 5. ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

УДК 620.3

## КВАНТОВО-РАЗМЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОЧАСТИЦАХ СФЕРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Студент гр.11310120 Абметко Н.В.

Канд. физ.-мат. наук, доцент Гацкевич Е.И.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Известно [1], физические свойства нанокристаллов отличаются от свойств массивных материалов. Если размеры наночастиц соизмеримы с длиной волны де Бройля, то имеют место квантово-размерные эффекты, в частности, энергия электрона в наночастице квантуется, то есть она может принимать только дискретные значения. В настоящей работе вычислены волны де Бройля и значения энергии первых трех энергетических уровней электронов в металлических (Al) и полупроводниковых (Si) наночастицах – квантовых точках. Исследованы наночастицы сферической формы с радиусами, сравнимыми с волной де Бройля.

Волна де Бройля определялась по формуле  $\lambda \sim h/(mv)$  [1], где  $h$  – постоянная Планка,  $m$  – эффективная масса электрона,  $v$  – скорость электрона. Поскольку в металлах эффективная масса электрона приблизительно равна массе свободного электрона  $m_e$  в вычислениях для Al использовалось значение  $m = m_e$ . Для Si  $m = 0,19m_e$  [1]. Скорость электрона предполагалась равной скорости Ферми. Используемые в расчета данные и результаты вычислений приведены в таблице 1. Расчет показал, что длина волны де Бройля в Al почти на два порядка меньше, чем в Si.

Таблица 1

Данные и результаты расчета

	$m, 10^{-31}$ кг	$v, 10^6$ м/с	$\lambda, \text{нм}$
Al	9,109	2,03	0,358
Si	1,731	0,097	39,5

Для расчета дискретных энергетических уровней в квантовой точке использовалось выражение  $E_n = (3h^2 n^2) / (8ma^2)$  [1], где  $E_n$  – энергия  $n$ -го энергетического уровня электрона,  $a$  – радиус сферической наночастицы. Рассчитаны значения энергии электрона первых трех энергетических уровней для наночастиц с размерами  $a \sim \lambda, 10\lambda$  и  $100\lambda$ . На рисунке 1 приведены схемы энергетических уровней электронов для наночастиц Si и Al с размерами 10 волн де Бройля и 10 нм. Из-за того, что  $\lambda$  в полупроводниках на 2 порядка больше, чем в металлах, то энергии уровней в них существенно ниже (рисунок 1, а). Обратная картина наблюдается, когда рассматриваются наночастицы равных радиусов (рисунок 1, б).

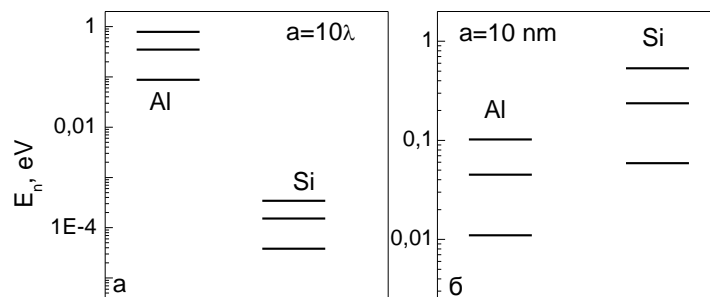


Рис. 1. Схема энергетических уровней в сферических наночастицах указанных радиусов

## Литература

1. Нанoeлектроника: теория и практика: учебник / В.Е. Борисенко [и др.]. – Москва: Бином, 2013. – 366 с.