

Esercitazione 10

Esercizio 1

Si consideri un materiale con banda di conduzione e valenza descritti dalle relazioni $E_C = E_g + Bk^2$ ed $E_V = -Ak^2$, dove $A = 0.1 \text{ eV}\cdot\text{nm}^2$, $B = 5A$, $E_g = 1 \text{ eV}$. Il materiale è irraggiato con una sorgente luminosa di lunghezza d'onda $\lambda = 620 \text{ nm}$.

- Determinare k con cui l'elettrone è promosso in banda di conduzione.
- Determinare l'energia cinetica della lacuna e dell'elettrone coinvolti nel processo e la velocità di gruppo associata all'elettrone.
- Assumendo che l'elettrone interagisca con 10 fononi, calcolare l'energia media del fonone E_{phn} e il momento medio del fonone k_{phn} affinché l'elettrone termalizzi sul fondo della banda di conduzione.
- Trascurando i fenomeni di scattering, calcolare la variazione di energia per elettroni e lacune e la velocità a seguito dell'applicazione di un campo elettrico $F = 350 \text{ kV/cm}$ dopo $\Delta t = 2 \text{ fs}$.

Esercizio 2

Si consideri un materiale caratterizzato da $E_g = 1 \text{ eV}$, $a = 0.5 \text{ nm}$, apice della banda di valenza in $k = 0$, fondo della banda di conduzione in $k_0 = 0.2\pi/a$. Sapendo che la massa efficace degli elettroni in BC è $m_{BC}^* = 0.1m_e$ e quella delle lacune in BV è $m_{BV}^* = 0.5m_e$,

- Determinare l'espressione analitica delle due bande. Il materiale è a gap diretto o indiretto?
- Calcolare l'energia minima E_{min} e la corrispondente lunghezza d'onda massima λ_{max} di un fotone che possa essere assorbito con un processo a 3 particelle. Determinare inoltre la quantità di moto del fonone associato.
- Calcolare l'energia minima E_{min} e la lunghezza d'onda massima λ_{max} di un fotone che possa essere assorbito con un processo a 2 particelle.

Esercizio 3

Calcolare la massa DOS, la massa di conduzione e la mobilità degli elettroni in BC sapendo che il semiconduttore in esame ha $g = 6$, $m_l^* = 0.85m_e$, $m_t^* = 0.15m_e$, $\tau_m = 100 \text{ fs}$. Nota la concentrazione elettronica $n = 5 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, calcolare quindi la resistività trascurando il contributo delle lacune.

Esercizio 4

Si consideri un sistema costituito da silicio con $m_l^* = 0.916m_e$, $m_t^* = 0.19m_e$. Determinare di quanto cambierebbe la mobilità μ_n se si cambiasse:

- a) La massa trasversale m_t^* di un fattore $\frac{1}{2}$
- b) La massa longitudinale m_l^* di un fattore $\frac{1}{2}$

Esercizio 5

Si considerino le bande di valenza del silicio con $m_{hh}^* = 0.537m_e$, $m_{lh}^* = 0.193m_e$. Calcolare la massa di conduzione per la banda di valenza.