

Esercitazione 10 (09/05/2022)

Esercizio 1

Si consideri un elettrone in un reticolo cristallino caratterizzato dalla relazione di dispersione $E(k) = E_0 - 2\gamma \cos(ka)$ (tight binding), dove $\gamma = 38 \text{ meV}$, $a = 1 \text{ nm}$.

1. Calcolare la massa efficace m^* a fondo banda
2. Applicato un campo elettrico $F = 10 \frac{\text{kV}}{\text{cm}}$, si determini il moto seguito dall'elettrone, supponendo per il momento assenza di scattering. Calcolare l'ampiezza Δx e la pulsazione di Bloch ω_B . Sono apprezzabili tali oscillazioni?
3. Supponendo adesso che il moto dell'elettrone sia soggetto a scattering (tempo di rilassamento $t_m = 200 \text{ fs}$), si verifichi che per lo stesso campo F non si hanno oscillazioni di Bloch.
4. Si calcoli la mobilità elettronica.

Esercizio 2

Si consideri un materiale con fondo della banda di conduzione e di valenza descritti dalle relazioni $E_C = E_g + Bk^2$ ed $E_V = -Ak^2$, dove $A = 10^{-19} \text{ eV} \cdot \text{m}^2$, $B = 5 \cdot A$, $E_g = 1 \text{ eV}$ e $a = 5 \text{ \AA}$. Il materiale viene irraggiato con una sorgente luminosa avente $\lambda = 620 \text{ nm}$.

1. Determinare k con cui l'elettrone è promosso in banda di conduzione.
2. Determinare l'energia cinetica della lacuna e dell'elettrone coinvolti nel processo e la velocità di gruppo associata all'elettrone.
3. Assumendo che l'elettrone interagisca con un solo fonone, calcolare ΔE e Δp affinché si sposti sul fondo della banda.
4. 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 $F = 350 \frac{\text{kV}}{\text{cm}}$ dopo $\Delta t = 2 \text{ fs}$.