

Questions

1

- Confinamento. Confronto fra elettroni e fotoni (somiglianze e differenze). Isomorfismo delle equazioni di Helmholtz e Schrödinger. Definire il vettore d'onda elettromagnetico.
- Barriera di potenziale. Cosa succede quando l'energia è superiore od inferiore al valore della barriera. Illustrarne la controparte ottica (FTIR) e le sue applicazioni.
- Plasmoni. Spiegare cosa succede quando il vettore d'onda è immaginario (no propagazione). Spiegare il modello di Drude (relazione tra ϵ e ω_p , ed il caso totalmente immaginario dell'indice di rifrazione).
- Perché sopra ω_p i metalli sono trasparenti (propagazione di onde trasversali)?, ed illustra la relazione di dispersione.
- Qual è il significato di ω_p (frequenza di plasma, bulk plasmon)? Cosa succede sotto ω_p ? Quali sono le condizioni riguardo k_x e k_z (con derivazione e formule finali)?
- Illustra un'applicazione dei surface plasmon (waveguide; confinamento sub-lunghezza d'onda).
- Qual è un problema delle waveguide tradizionali? Le fibre ottiche non possono essere piegate eccessivamente. Con le waveguide si può risolvere il problema, sfruttando i localized surface plasmon (nanoparticelle metalliche, trasferimento di carica tra dipolo e dipolo).
- Illustra l'eccitazione dei surface plasmon (phase matching condition).
- Com'è possibile confinare la luce al di sotto della lunghezza d'onda? Con i cristalli fotonici ed i difetti di linea. Qual è una possibile applicazione dei cristalli fotonici? Il Bragg reflector

2

- Plasmonica: cosa è, a cosa serve, perché possiamo battere il limite di diffrazione con i plasmoni. Cosa è un plasmone, cosa è un plasmone superficiale/bulk. Uso dei plasmoni e linee d'onda. Come si genera un plasmone superficiale (condizioni e tecniche).
- Plasmoni nelle nanoparticelle (cosa è, condizioni per generarli, da cosa è causato il campo elettrico (dalla polarizzazione delle cariche). Perché le nanoparticelle devono essere metalliche, con quali condizioni. Confronto fra nanoparticelle metalliche di metalli e semiconduttori: perché uno ha manifestazioni quantistiche e l'altro no? Quantum dot di semiconduttori e DOS.
- Vantaggio (e confronto) fra quantum dots e quantum wells. DOS, lunghezza spettrale, densità di stati. Come iniettare un elettrone in un quantum dot in un laser. Spiegare la tecnica (usare quantum wells attorno, condizione di risonanza).

3

- Discuti dei laser diodi e su come migliorarli, passando dai quantum well fino alle double heterostructures.
- Spiega il modello di Lorentz e di Drude per spiegare come è legato l'indice di rifrazione rispetto al band gap.

4

- Disegna spettri di assorbimento di un materiale bulk e di uno confinato in una direzione (mostrando anche gli eccitoni).
- Parla degli eccitoni.
- Discuti dei quantum cascade (partendo dalla discretizzazione degli stati e la formazione delle sub-bande), quando è applicato un potenziale esterno.
- Resonant diode e lo spettro (riflessione) e dei resonator (come sono fatti e come li uso).
- Schema a 4 livelli dei laser.
- Confronto fra riflessione esterna ed interna (fibre ottiche), onda evanescente, FTIR, confinamento della luce.
- Relazione di dispersione (sia col modello di Drude/Lorentz sia nel caso reale), come sono i vari vettori d'onda, quasi-bound modes.