

Ottica: esercizi aggiuntivi

May 16, 2016

1 Fibra ottica

Una fibra ottica è costituita da un'anima in vetro, con indice di rifrazione $n_1 = 1.58$, circondata da un materiale con indice di rifrazione $n_2 = 1.53$. Affinché la luce venga guidata lungo il percorso della fibra ottica senza attenuarsi, essa deve subire sempre una riflessione totale all'interfaccia tra l'anima e il materiale esterno. Un fascio di luce entra nella fibra dall'aria con angolo θ . Qual è l'angolo θ massimo per cui il fascio può essere trasportato senza subire perdite?

2 Film sottile

Si misura la trasmissività di un film sottile di un polimero, nel medio e lontano infrarosso e a incidenza normale. Oltre allo spettro intrinseco del materiale, la trasmissività in funzione del vettore d'onda presenta una modulazione oscillante che corrisponde ad una periodicità di $90 \mu m$. Assumendo l'indice di rifrazione del polimero $n \simeq 1.5$, qual è lo spessore della pellicola?

3 Legge di Bragg

Un cristallo è formato da atomi disposti in modo regolare. In particolare, gli atomi si possono considerare come disposti in modo equispaziato su dei piani con una distanza interplanare d . Lungo una particolare direzione di un cristallo di gallio si ha $d=451.97 \text{ pm}$. Se si lascia incidere sulla superficie del cristallo un fascio di raggi X, per certi angoli di incidenza la loro riflessione sarà particolarmente intensa a causa dell'interferenza costruttiva della luce proveniente dai singoli atomi appartenenti ai diversi piani. Nel caso di questo problema, l'angolo θ (dalla normale) più piccolo per cui questo succede è $\pi/6$ (primo ordine). Qual è la lunghezza d'onda utilizzata?

4 Reticolo: dispersione e potere risolutivo

Sia dato un reticolo con $N = 10^4$ fenditure e lunghezza totale 25.0 mm . Su di esso viene fatta incidere della luce prodotta da una lampada al sodio, in cui è

contenuta luce a $\lambda_1 = 589.00$ nm e $\lambda_2 = 589.59$ nm (questa coppia di lunghezze d'onda è nota come il doppietto del sodio).

- a A quale angolo si formerà il massimo del primo ordine per λ_1 ?
- b Qual è la distanza angolare tra i massimi del primo ordine per λ_1 e λ_2 ?
- c La variazione dell'angolo del massimo del primo ordine per piccole variazioni di lunghezza d'onda λ è detta dispersione del reticolo. Scrivete l'espressione generale per qualsiasi ordine e calcolarne il valore per le condizioni del punto precedente. Da che parametri dipende? Dati i parametri del reticolo, assume sempre lo stesso valore?
- d Tuttavia, non basta avere una buona dispersione per poter risolvere due righe spettrali con un reticolo: ha un ruolo anche la larghezza angolare del massimo di ordine m . Imponendo il criterio di Rayleigh per la risoluzione di due massimi si ottenga il cosiddetto potere risolutivo $R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$. Nel caso specifico di questo problema, qual è il $\Delta\lambda$ che si è in grado di risolvere con questo reticolo?
- e Qual è il numero minimo di fenditure necessarie a risolvere il doppietto del sodio al primo ordine?

5 Fresnel zone plate

Si vuole fare microscopia e si vuole avere una risoluzione di 30 nm, in modo da risolvere facilmente due macromolecole (ad es. ribosomi) di quelle dimensioni anche quando sono molto vicine. Si ha a disposizione una sorgente di raggi X con lunghezza d'onda $\lambda = 2.4$ nm. Per formare l'immagine sul detector si utilizza una Fresnel zone plate, di raggio esterno R e focale f .

- a Quanto dev'essere il rapporto $\frac{R}{f}$ della lente diffrattiva?
- b Quant'è larga l'ultima zona?
- c Vogliamo lavorare con l'oggetto a $500 \mu m$ dalla lente e l'immagine a 5 cm da essa. La lunghezza focale deve essere pertanto di circa $500 \mu m$. Quanto vale il diametro della lente?
- d Di quante zone è costituita la lente?