

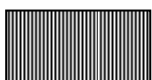
Il reticolo di diffrazione



Il fenomeno della diffrazione si manifesta quando un'onda, nel nostro caso luminosa, incontra un ostacolo di dimensioni paragonabili alla sua lunghezza d'onda.

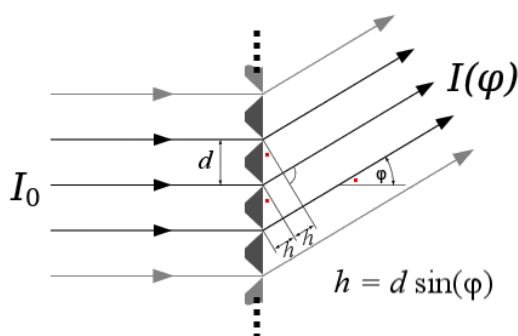
Qui ci occupiamo del comportamento di un reticolo, costituito da numerose righe parallele opache che formano una struttura a pettine, con altrettante fenditure sottili equidistanti.

Idealmente, possiamo pensare a una figura come quella qui sotto, dove la distanza tra le fenditure è, però, dell'ordine dei micron:



Supponiamo di mandare sul reticolo una riga luminosa, parallela alle fenditure. La luce incide ortogonalmente. Come è logico aspettarsi, avremo un'immagine luminosa della riga, su uno schermo posto dall'altro lato del reticolo, in corrispondenza al prolungamento oltre il reticolo del fascio incidente. Ai lati di questa, però, si formano anche altre immagini (progressivamente più deboli): sono le “frange di diffrazione”.

Cerchiamo di capire che cosa accade, considerando una direzione che formi un angolo φ con quella del fascio incidente. Nell'immagine qui sotto, abbiamo rappresentato la situazione: ogni fenditura, colpita dalla luce incidente, agisce come una piccola sorgente luminosa. Le onde emesse nella direzione disegnata da due fenditure successive, però, per arrivare a sovrapporsi in un fronte d'onda unico devono percorrere un cammino differente (come si vede, c'è una differenza di cammino h tra i percorsi che iniziano in due fenditure contigue). Soltanto se le onde arrivano in fase, malgrado la differenza di cammino, in quella direzione si ottiene un massimo di intensità¹.



In quali condizioni è possibile che le onde siano in fase? Bisogna che l'onda che ha percorso un cammino più lungo abbia viaggiato esattamente per una, due, tre... lunghezze d'onda in più. Poiché la differenza di cammino è $h = d \sin(\varphi)$, otteniamo:

$$d \sin(\varphi) = n\lambda$$

con $n = 1, 2, 3, \dots$

¹ Con una sorgente luminosa normale, per vedere i massimi sullo schermo bisogna concentrare i raggi usando una lente che li metta a fuoco alla distanza voluta. Questo non è, invece, necessario con il laser.

Questa formula può essere semplificata, se il reticolo è a una distanza L abbastanza grande relativamente alle distanze y_n delle frange laterali da quella centrale. In questa ipotesi, si ha che $\sin(\varphi) \approx y/L$ e, quindi si può calcolare la lunghezza d'onda, approssimativamente, come:

$$\lambda \approx d \frac{y_n}{nL}.$$

Se l'ipotesi $L \gg y_n$ non è applicabile, bisogna invece calcolare:

$$\lambda = \frac{d}{n} \sin(\arctan(y_n/L)).$$

Gli occhiali a reticolo

Gli occhiali si indossano e si osserva una macchia luminosa sul muro. In corrispondenza, si vedono altre macchie luminose laterali, che formano una figura in tutto analoga a quella che si può avere per proiezione, facendo arrivare sulla parete la luce dopo che ha attraversato il reticolo.

Riuscite a capire che cosa accade? Le distanze tra le frange che si vedono indossando gli occhiali sono poste alle stesse distanze di quelle ottenute per proiezione? Cercate di controllare se è così.

Alcuni valori da verificare

I puntatori laser hanno una lunghezza d'onda caratteristica, dichiarata dal costruttore: rosso (650 ± 10) nm, verde (532 ± 10) nm, blu/viola (405 ± 10) nm.

Gli occhiali a reticolo hanno 500 linee al millimetro.

C'è poi un altro reticolo, del quale non è specificato il numero di linee...



ATTENZIONE

Non guardare assolutamente il raggio laser puntandoselo negli occhi
Anche i riflessi da superfici metalliche sono molto pericolosi

I tre puntatori sono tutti di Classe II e possono essere utilizzati senza occhiali protettivi, purché non si guardi direttamente il raggio. Accendere il puntatore soltanto per il breve tempo necessario per fare la misura; non guardare mai verso la sorgente.