

L'ottica ondulatoria: leggi dell'interferenza e della diffrazione

Analisi delle figure di diffrazione prodotte da fenditure e reticoli



Progetto Lauree Scientifiche

Scopo dell'esperienza

Determinazione dell'ampiezza di una singola fenditura rettilinea, dell'ampiezza e del passo di una doppia fenditura e del passo reticolare di un reticolo di diffrazione.

Strumentazione e materiale a disposizione

- Banco ottico
- Sorgente di luce coerente (laser a diodo, $\lambda = 650 \text{ nm}$)
- Oggetti diffrangenti (fenditure e reticoli)
- Schermo
- Sensore di luce
- Computer per acquisizione ed analisi dati – programma Data Studio)

Cenni teorici

La teoria ondulatoria della luce interpreta il fenomeno della luce come un'onda elettromagnetica, ossia come una variazione periodica dei campi elettrico e magnetico nello spazio e nel tempo.

Due onde della stessa natura (coerenti e monocromatiche) che si incontrano nello stesso punto dello spazio interagiscono e generano una perturbazione di ampiezza pari alla somma delle loro ampiezze.

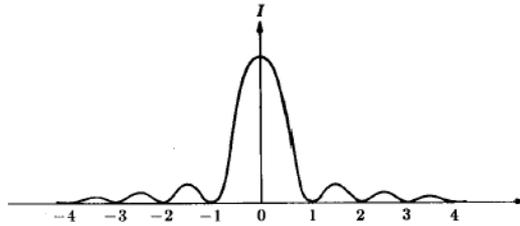
L'interferenza è un fenomeno per cui due o più raggi luminosi monocromatici, che partono da sorgenti distinte, interagendo vanno a formare, su uno schermo, una figura costituita da parti luminose intervallate da zone d'ombra.

La diffrazione invece si manifesta quando un raggio luminoso incontra una fenditura più piccola della sua lunghezza d'onda. Pertanto quando un raggio di luce attraversa una piccola apertura, si osservano delle frange alternate di luce o buio, piuttosto che una macchia luminosa. Questo comportamento indica che la luce, attraversata l'apertura, si diffonde in varie direzioni penetrando in zone in cui, se la luce si propagasse in linea retta, ci si aspetterebbe ombra.

Questi fenomeni possono essere descritti solo con il modello ondulatorio della luce.

Diffrazione da una singola fenditura:

Proiettando su uno schermo la luce che attraversa una fenditura di ampiezza paragonabile alla sua lunghezza d'onda, la distribuzione di intensità delle frange di interferenza prodotte dalla fenditura è:



dove la distanza del k -esimo minimo rispetto al massimo centrale e' data da

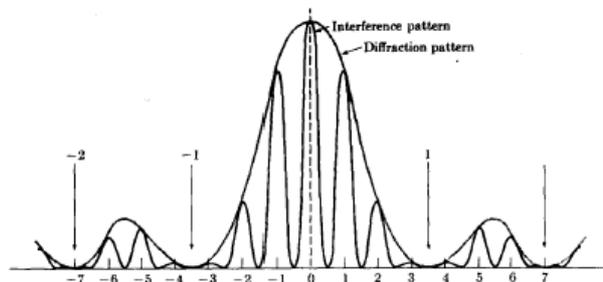
$$y = \frac{kL\lambda}{a}$$

dove L rappresenta la distanza fenditura-schermo, λ la lunghezza d'onda della luce ed a l'ampiezza della fenditura.

Diffrazione da due fenditure:

La figura di diffrazione prodotta sullo schermo da due fenditure parallele è il risultato degli effetti combinati dell'interferenza e della diffrazione: ogni fenditura produce diffrazione e i fasci diffratti interferiscono fra loro producendo la di distribuzione di intensità osservata.

La distribuzione di intensità delle frange di interferenza prodotte dalle due fenditure è



dove la distanza del k -esimo minimo rispetto al massimo centrale nella figura di diffrazione e' data da

$$y = \frac{kL\lambda}{a}$$

con L distanza fenditura schermo, λ lunghezza d'onda della luce ed a ampiezza delle fenditure; e dove la distanza del n -esimo massimo rispetto al massimo centrale nella figura di interferenza è data da

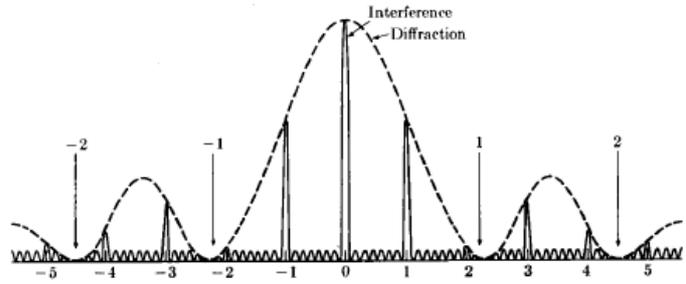
$$l = \frac{nL\lambda}{h}$$

con L distanza fenditura-schermo, λ lunghezza d'onda della luce ed h distanza fra i centri delle fenditure.

Diffrazione da un reticolo:

Il reticolo di diffrazione, strumento molto utile nell'analisi di sorgenti di luce, consiste in un gran numero di fenditure parallele equispaziate. La distribuzione di intensità sullo schermo è il risultato degli effetti combinati di interferenza e diffrazione: ogni fenditura produce diffrazione e i fasci diffratti interferiscono generando la distribuzione di intensità osservata.

La distribuzione di intensità risultante da un reticolo di diffrazione è rappresentata da



dove la distanza del n -esimo massimo rispetto al massimo centrale nella figura di interferenza è data da

$$l = \frac{nL\lambda}{h}$$

con L distanza fenditura-schermo, λ lunghezza d'onda della luce ed h separazione fra le fenditure (*passo reticolare*).

Procedimento di misura

Posizionate ed allineate sul banco ottico il laser a vostra disposizione e la fenditura singola. Osservate la figura di diffrazione prodotta sullo schermo ed analizzate l'andamento dell'intensità luminosa rivelata dal sensore. Individuate le posizioni di massima e minima intensità, determinate le distanze dei minimi rispetto al massimo centrale e stimate il valore dell'ampiezza della fenditura, nota la lunghezza d'onda della radiazione laser utilizzata.

Procedete analogamente dopo aver sostituito la singola fenditura dapprima con la doppia fenditura e poi con il reticolo di diffrazione e stimate i parametri che li caratterizzano (a e b).