

Scheda 5: Il fenomeno della diffrazione

Rilevazione dei massimi di diffrazione da un CD illuminato da un diodo laser.

Responsabile

Dr. Fabio Bernardini – fabio.bernardini@dsf.unica.it

Breve descrizione degli scopi dell'esperimento

L'esperimento ha lo scopo di familiarizzare gli studenti con i principi della meccanica ondulatoria. La diffrazione da un reticolo costituisce un tipico esempio che può essere illustrato utilizzando come reticolo un oggetto della vita di tutti i giorni: il compact disc. I colori sgargianti ed iridescenti della luce riflessa da un CD che tutti hanno avuto la possibilità di notare esponendo il disco alla luce del sole sono dovuti alla diffrazione della luce. Il reticolo è costituito dalle microscopiche incisioni sulla superficie del disco poste lungo una spirale il cui passo è dell'ordine della lunghezza d'onda della luce.

Gli studenti dopo una descrizione dei principi fondamentali della teoria della diffrazione, possono partecipare in prima persona alla misurazione degli angoli sottesi dai picchi di diffrazione dai quali possono ricavare il passo della spirale una volta nota la lunghezza d'onda della luce incidente fornita da una sorgente laser He-Ne.

Fasi

- 1) presentazione dell'apparato sperimentale ed osservazione del fenomeno di diffrazione
 - 2) descrizione dei principi di funzionamento del reticolo di diffrazione
 - 3) gli studenti misurano l'angolo di diffrazione ricavando il passo del reticolo in base alle formule illustrate al punto (2)
-

Tutore: Marco Marceddu marco.marceddu@mater.unimib.it

Disclaimer

Alcune figure sono state copiate da siti internet e da libri e sono stati compiuti tutti gli sforzi per identificare gli autori delle opere grafiche originali per inserire la citazione; ove ciò non sia stato possibile gli autori dichiarano la propria disponibilità a farlo immediatamente su segnalazione all'indirizzo: Paolo Ruggerone <paolo.ruggerone@dsf.unica.it>

Diffrazione da reticolo

Introduzione e background

Il termine diffrazione risale al trattato di Ottica del gesuita Francesco Maria Grimaldi del 1665. Il termine significa “frazionamento in più parti” e si riferisce all’apparente separazione di un fascio incidente in più parti dopo l’attraversamento di una sottile fenditura. Per aver notizia di un vero e proprio reticolo di diffrazione dobbiamo attendere il 1785 quando l’inventore statunitense David Rittenhouse produsse il primo reticolo legando dei capelli attorno ad una coppia di viti con una filettatura molto ravvicinata. Sarà poi il fisico tedesco Joseph von Fraunhofer a legare il proprio nome alla fisica dei reticoli di diffrazione.

Un reticolo di diffrazione è formato da una sequenza di fenditure sottili ravvicinate e parallele. Il funzionamento del reticolo può essere schematizzato pensando che ogni fenditura disposta parallelamente alle altre del reticolo divida il fronte d’onda incidente in porzioni. A causa della necessità per un fronte d’onda di essere una superficie continua ciascuna porzione del fronte d’onda si espande dopo l’attraversamento del reticolo in un’onda di forma cilindrica.

In questo modo ciascuna fenditura si comporta come una sorgente lineare che emette onde perfettamente in fase con le altre fenditure. Le onde provenienti dalle fenditure interferiscono fra loro formando su uno schermo posto parallelamente al reticolo ad una certa distanza da esso una serie di figure dette frange di diffrazione. La distanza fra le frange dipende dalla separazione fra le fenditure, dalla lunghezza d’onda della luce incidente e dalla distanza fra schermo e reticolo. La dipendenza della posizione delle frange di diffrazione dalla lunghezza d’onda rende più comodo utilizzare luce monocromatica per l’esperimento. Sorgenti di questo tipo oggi sono facilmente ottenibili grazie al laser. Le frange di diffrazione sono rappresentate da massimi di intensità posti nelle posizioni in cui le onde provenienti dalle fenditure interferiscono costruttivamente. Per potersi avere interferenza costruttiva la differenza fra i cammini ottici che collegano due fenditure adiacenti con una frangia debbono essere un multiplo n della lunghezza d’onda λ della luce utilizzata. Le posizioni delle frange di diffrazione soddisfano la legge:

$$d \sin(\theta) = n\lambda \quad (1)$$

dove

- d è la distanza fra le fenditure;
- θ angolo fra fascio incidente e fascio diffratto;
- λ lunghezza d’onda della luce;
- n ordine della frangia di diffrazione.

Ogni frangia di diffrazione corrisponde ad un diverso valore di n : l’ordine della diffrazione. Nota la lunghezza d’onda della luce incidente si può calcolare la distanza fra le fenditure.

Nel nostro apparato sperimentale la luce monocromatica è fornita da una sorgente laser He-Ne ($\lambda = 632.8$ nm). Il compact disc dalla cui superficie è stato asportato lo strato riflettente di alluminio contiene delle microincisioni su una struttura a spirale. Queste microincisioni costituiscono le fenditure del nostro reticolo di diffrazione. Il passo della spirale è di 1.6μ . Utilizzando l’Eq.(1) si ottiene per l’angolo θ un valore di 23.3° per il picco di diffrazione al primo ordine e di 52.28° per il secondo. L’effetto varia a seconda della lunghezza d’onda con angoli maggiori per il rosso e minori per il blu, di conseguenza utilizzando una luce non monocromatica le frange di diffrazione mostreranno una variazione cromatica dal blu al rosso all’aumentare dell’angolo. Sostituendo la luce laser con quella del sole si ottiene l’effetto dispersivo tipico del reticolo di diffrazione analogo ma di origine diversa a quello di un prisma di vetro. In Fig. 1 è mostrato l’apparato sperimentale.

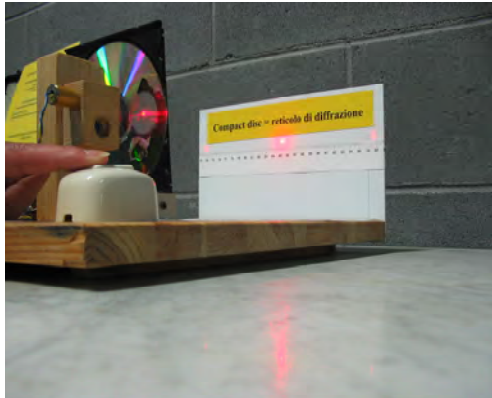


Figura 1.

Lavoro sperimentale

Componenti e strumenti:

- compact disc con rivestimento in alluminio abraso
- porta campioni
- sorgente laser ad He-Ne
- righello di plastica
- goniometro
- schermo di proiezione

Procedura

1. Dopo aver acceso la sorgente laser ed aver posto il CD sul porta-campioni ad una distanza di alcune decine di centimetri dallo schermo si fa osservare agli studenti la presenza di più di un picco di intensità.
2. Si introduce la teoria della diffrazione.
3. Gli studenti misurano l'angolo di deflessione θ , dall'angolo saputa la lunghezza d'onda della sorgente laser He-Ne calcolano il passo del reticolo, ovvero il passo della spirale incisa su CD.