

INTERFERENZA e DIFFRAZIONE

La Luce è un'onda

Più luci nello spazio si sovrappongono senza influenzarsi a vicenda

La luce può aggirare gli ostacoli.

INTRODUZIONE

INTERFERENZA

Un raggio luminoso che si propaga nello spazio è un'onda, cioè una perturbazione del mezzo in cui il raggio si propaga. Quando due o più fasci luminosi si propagano nello spazio, essi generano una perturbazione che è la somma delle perturbazioni che ogni onda produrrebbe da sola. Nessuna delle due onde è modificata dal fatto che un'altra onda viaggia nello stesso volume, infatti dopo la sovrapposizione le due onde possono viaggiare indisturbate e indipendentemente l'una dall'altra. Tale principio è il **PRINCIPIO di SOVRAPPOSIZIONE** ed è a fondamento del fenomeno dell'interferenza della luce. Anche il suono, essendo un'onda, obbedisce allo stesso principio.

DIFFRAZIONE

La luce si propaga in linea retta ma quando incontra una fessura abbastanza stretta si incurva, così che la vediamo anche là dove dovremmo trovare buio. Tale fenomeno si chiama diffrazione e la figura che si ottiene è formata da una successione di linee chiare e scure oltre la fenditura.

L'interferenza e la diffrazione sono fenomeni tipici delle onde: il fatto che i raggi luminosi possano sovrapporsi o subire diffrazione passando attraverso una o più fenditure mette in crisi il modello corpuscolare della luce, che prevede esclusivamente la propagazione in linea retta.

Ne consegue che, per spiegare il comportamento della luce, talvolta si usa il modello corpuscolare (utile per descrivere fenomeni come l'ombra, la riflessione e in parte la rifrazione), altre volte occorre pensare alla luce come un'onda (scomposizione della luce, interferenza e diffrazione).

MATERIALI

- a) - Un proiettore di luce laser
- Una fenditura regolabile
- Uno schermo

- b) - Un proiettore di luce laser
- Una diapositiva con 2 fenditure
- Una serie di reticoli con numero crescente di linee
- Uno schermo

MONTAGGIO

- a) - Posiziona il proiettore in modo che il raggio colpisca perpendicolarmente la fenditura completamente aperta.
- Posiziona dietro la fenditura lo schermo.

- b) - Inserisci in un porta-diaframma una diapositiva contenente 2 fenditure.
- Inserisci poi il reticolo formato da una serie di fili molto fitti (300 linee/cm).
- Posiziona il proiettore in modo che il raggio colpisca perpendicolarmente il porta-diaframma e il reticolo.
- Posiziona lo schermo dietro la fenditura.
- Inserisci poi gli altri reticoli più fitti (500 e 800 linee/cm)



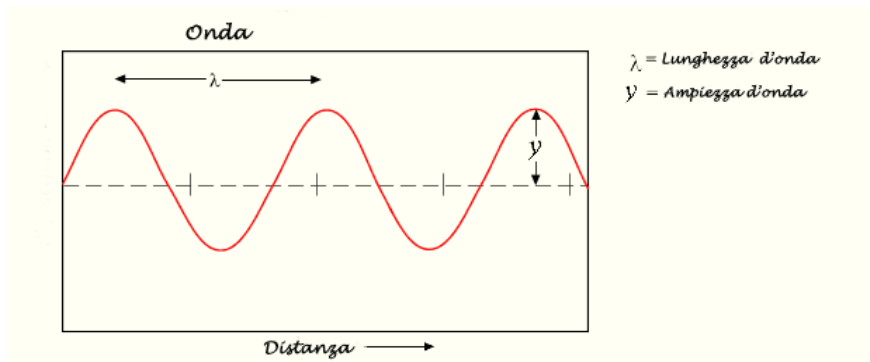
COSA FARE e COSA NOTARE

- a) - Con la fenditura completamente allargata accendi il proiettore ed osserva la macchia illuminata sullo schermo.
- Restringi progressivamente la larghezza della fenditura ed osserva i cambiamenti nella macchia luminosa sullo schermo. Dovresti vedere una successione di macchie (bande) luminose alternate a zone scure. Più la fenditura è stretta più le macchie si distanziano e si allontanano da quella centrale, che corrisponde alla posizione della sorgente.
- b) - Con la diapositiva contenente 2 fenditure accendi il proiettore. Osserva che cosa succede
I) se chiudi una delle due fenditure
oppure
II) se le tieni entrambe aperte
- Con la diapositiva contenente un reticolo formato da 300 linee/cm osserva l'immagine che si forma sullo schermo.
- Sostituisci la diapositiva con quelle contenenti i reticoli successivamente più fitti (500 e 800 linee/cm).
Osserva in ogni caso i cambiamenti nell'immagine sullo schermo.
Dovresti osservare che le zone alternativamente chiare e scure dell'esperimento a) invadono uno spazio tanto più ampio quanto maggiore è il numero di fenditure e quindi di linee del reticolo.

COSA ACCADE

La luce in questi esperimenti si comporta come un'onda. E' rappresentata da una serie di creste e di avvallamenti ed è descritta da alcune caratteristiche tipiche delle onde:

- La lunghezza d'onda λ
- La frequenza f (numero di oscillazioni complete nell'unità di tempo)
- L'ampiezza y dell'onda
- La velocità di propagazione (c nel vuoto e v in tutti gli altri mezzi), calcolata con la relazione $v = \lambda \cdot f$



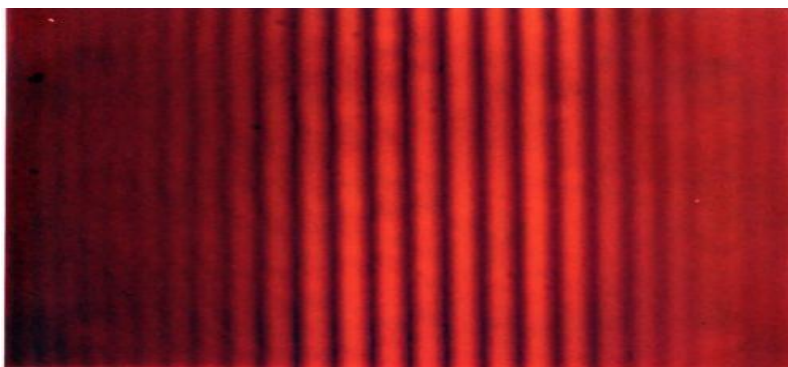
Se nello spazio si sovrappongono due onde aventi le stesse caratteristiche (λ , f e y) si dice che le onde interferiscono. In particolare:

- se si sovrappongono due o più creste le due onde si combinano per fare un'onda più grande. In questo caso si osservano le macchie di luce e si dice che si ha interferenza costruttiva
- se la cresta di un'onda si sovrappone ad un avvallamento le onde si annullano a vicenda. Si osserva in corrispondenza una zona scura (buio) e si ha interferenza distruttiva.

Alla luce di questi fenomeni possiamo spiegare ciò che avviene nei due esperimenti.

- a) Più la fenditura si restringe, più le sue dimensioni diventano confrontabili con la lunghezza d'onda λ della luce incidente e i suoi bordi diventano sorgenti di luce di uguali caratteristiche.
Nello spazio dietro la fenditura avvengono quindi fenomeni di interferenza, a cui corrisponde una figura che illumina lo schermo in modo non uniforme: si osserva cioè una striscia centrale più brillante e, ai suoi lati, altre strisce buie e brillanti alternate. L'immagine si dice figura di diffrazione e l'intensità luminosa diminuisce passando dal massimo centrale alle fasce laterali.

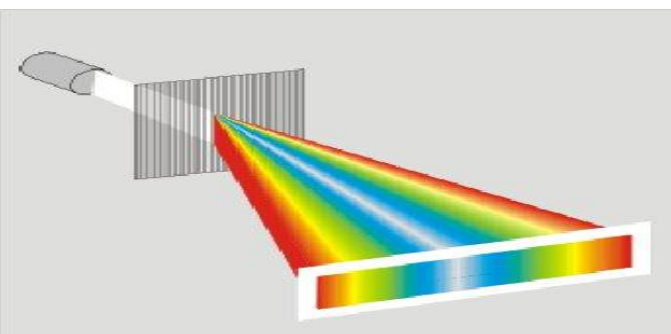
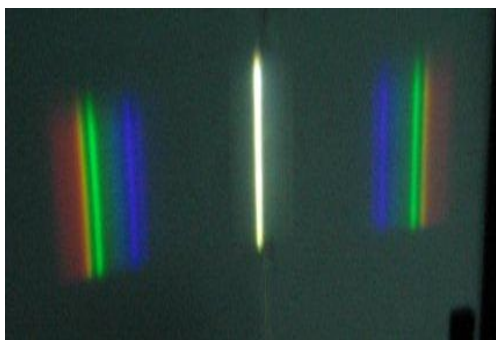




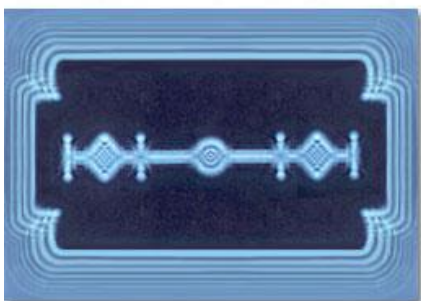
- b) Nelle fenditure e nei reticoli riportati sulle diapositive aumenta notevolmente il numero di fenditure che la luce deve attraversare. Nei reticoli inoltre le fenditure sono spaziate in modo regolare. Il fenomeno di interferenza descritto precedentemente si amplifica: lo spazio interessato dalla figura di diffrazione è molto più esteso e la distanza tra le frange luminose e buie diventa sempre maggiore.

ECCETERA

- 1) Misurando la distanza tra una zona chiara e la successiva si può risalire alla lunghezza d'onda della luce incidente. Se la luce non è monocromatica ma composta da colori diversi (cioè da lunghezze d'onda diverse), ogni lunghezza d'onda ha il suo massimo di luminosità ad angoli diversi. Quindi il reticolo separa i colori come fa un prisma. Se il reticolo è molto fitto le frange luminose sono sottili e nette: è quindi possibile analizzare la composizione della luce meglio che con un prisma.



- 2) Diffrangono la luce anche oggetti sottili come un foro o un capello, una lametta. Un pezzo di stoffa o una piuma, che sono composti da molte parti più piccole e sottili di un capello, producono figure di diffrazione anche complicate.



- 3) La faccia incisa di un CD-ROM si comporta come un reticolo di diffrazione molto fitto: su di esso sono praticate più di 600 incisioni per millimetro. I diversi colori della luce bianca hanno massimi di intensità ad angoli diversi tra loro: per questo vediamo di un determinato colore quelle parti che mandano ai nostri occhi un massimo di intensità di quel colore. L'effetto è quello di una superficie iridescente



- 4) La **diffrazione** è una delle tecniche più importanti per lo studio dei solidi cristallini. In questo caso si usano **raggi X** come radiazione incidente e il reticolo di diffrazione è fornito dagli atomi della sostanza, posizionati nel cristallo in posizioni fisse: in questo caso si parla infatti di reticolo cristallino. Analizzando la figura di diffrazione che ne deriva si risale alla distanza tra gli atomi del reticolo, che costituisce la "carta di identità" del cristallo.

