

Interferenza luminosa

L'interferenza luminosa è un aspetto caratteristico di ogni fenomeno ondulatorio. Qualitativamente il fenomeno dell'interferenza consiste nella sovrapposizione di due o più onde coerenti aventi una differenza di fase costante nel tempo. Generalmente il fenomeno dell'interferenza viene riferito ad onde della stessa lunghezza quando si propagano nella stessa direzione o in direzioni che differiscono di poco. Nell'interferenza le onde si combinano in modo che la loro energia luminosa non si distribuisca uniformemente nello spazio ma risulti massima in certi punti e minima in altri (**frange d'interferenza**). Le frange di interferenza indicano il luogo dei punti nei quali le onde si sovrappongono in **concordanza di fase** (frange chiare) o in **opposizione di fase** (frange oscure).

La frangia luminosa in corrispondenza della quale si sovrappongono raggi luminosi che hanno percorso un **cammino ottico uguale** si dice **frangia di ordine zero** ($k=0$), mentre sono dette **frange di ordine I, II, III,...** quelle generate da onde luminose che hanno compiuto cammini ottici che rispetto a quello corrispondente alla frangia zero differiscono di una, due, tre,... lunghezze d'onda. Si definisce **cammino ottico** corrispondente ad un **cammino geometrico** δ in un mezzo di indice di rifrazione n , il prodotto $\delta \cdot n$. Nell'aria, essendo $n \approx 1$, il cammino ottico coincide col cammino geometrico. I fenomeni dovuti alla sovrapposizione di onde di solito si dividono in due categorie e cioè fenomeni di **interferenza** e fenomeni di **diffrazione**. Nella **diffrazione** si studiano gli effetti di interferenza prodotti dalla sovrapposizione di onde secondarie elementari irradiate da sorgenti comprese in una porzione assai ristretta del fronte di un'onda primaria. Se invece si considera la sovrapposizione di onde provenienti da due punti distanti, appartenenti ad esempio ad uno stesso fronte d'onda, si parlerà semplicemente di **interferenza**. L'origine fisica di entrambi i fenomeni è la stessa.

Differenza di fase e coerenza delle onde luminose

Quando due onde armoniche aventi la stessa frequenza e la stessa lunghezza d'onda, ma fase differente si sovrappongono, l'onda risultante è un'onda armonica la cui ampiezza dipende dalla differenza di fase.

Se l'onda luminosa ha equazione

$$E = E_o \cdot \sin(\omega t - kx) = E_o \cdot \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) = E_o \cdot \sin 2\pi \left(f t - \frac{x}{\lambda} \right)$$

allora la sua fase all'istante t vale: $\varphi = \omega t - kx = 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) = 2\pi \left(f t - \frac{x}{\lambda} \right)$

Se le due onde che interferiscono hanno una differenza di fase zero o un multiplo intero di 2π , le onde sono in **concordanza di fase** e l'**interferenza è costruttiva**. L'ampiezza risultante è uguale alla somma delle singole ampiezze e l'intensità luminosa (che è direttamente proporzionale al quadrato dell'ampiezza) è **massima**. Se la differenza di fase è π , le onde sono in **opposizione di fase** e l'**interferenza è distruttiva**. L'ampiezza risultante è la differenza delle singole ampiezze e l'intensità luminosa è **minima**. Se le ampiezze delle due onde che interferiscono sono uguali, l'intensità massima è 4 volte quella di ciascuna sorgente e l'intensità minima è nulla.

Una causa comune di differenza di fase tra due onde è una differenza nel cammino percorso da ciascuna delle onde. Una differenza di cammino $\Delta x = x_2 - x_1$ produce una

differenza di fase $\Delta \varphi$ data da: $\Delta \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta x$. Infatti se le due onde lumino hanno

equazioni rispettivamente: $E = E_1 \cdot \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_1}{\lambda} \right)$ $E = E_2 \cdot \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_2}{\lambda} \right)$

$$\Delta \varphi = 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_1}{\lambda} \right) - 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_2}{\lambda} \right) = 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_1}{\lambda} - \frac{t}{T} + \frac{x_2}{\lambda} \right) = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta x = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot (x_2 - x_1)$$

(Poiché t è fissato alla differenza di fase $\Delta \varphi$ dà contributo solo il termine in x)

Interferenza e diffrazione

Due oscillazioni sono in fase quando i loro angoli di fase sono uguali o quando differiscono per un multiplo intero di 2π : $\Delta\varphi = 2k\pi$

Due oscillazioni sono in opposizione di fase quando i loro angoli di fase differiscono per un multiplo dispari di π : $\Delta\varphi = (2k + 1)\pi$

L'interferenza tra due sorgenti di onde non si osserva se le sorgenti non sono coerenti, cioè se la differenza di fase tra le onde emesse dalle sorgenti non è costante nel tempo. Poiché un raggio di luce è il risultato dell'emissione indipendente di milioni di atomi, di solito due sorgenti luminose non sono coerenti. La differenza di fase tra le onde provenienti da tali sorgenti fluttua a caso molte volte al secondo. L'onda emessa da una **sorgente ordinaria** è la risultante delle singole sorgenti elementari le quali emettono senza alcuna coerenza di fase e con intensità variabile.

Concludendo possiamo affermare che sia le onde provenienti da due punti di una sorgente luminosa estesa che le onde provenienti da due sorgenti diverse risultano essere incoerenti e non danno luogo a fenomeni di interferenza.

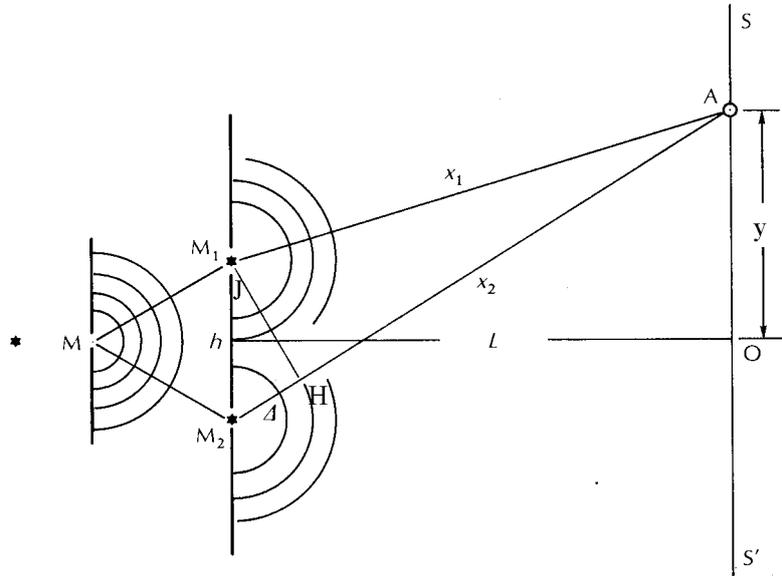
Esperimento di Young sull'interferenza di due onde luminose

- Per ottenere l'interferenza di onde luminose occorre disporre di onde aventi uguale frequenza e coerenti, ossia di onde che conservino la differenza di fase per un tempo sufficientemente lungo per l'osservazione. Vediamo un esperimento mediante il quale è possibile creare artificialmente onde luminose coerenti. Il primo a produrre in laboratorio l'interferenza di due onde luminose fu Thomas Young nel 1801 col dispositivo indicato in figura, detto **sistema Young**. Young prese uno schermo opaco con un piccolo foro M che illuminò con una sorgente di luce. Secondo il principio di Huyghens questo foro diventa una nuova sorgente di onde semisferiche. Queste onde raggiungono altri due forellini M_1 , M_2 , ricavati in un altro schermo, i quali a loro volta diventano sorgenti di onde. Queste onde si sovrappongono su un terzo schermo. Siccome le onde luminose che si generano nei fori M_1 ed M_2 sono prodotte dalla stessa onda incidente, hanno la stessa fase e la stessa ampiezza.

Interferenza e diffrazione

Quando si incontrano sullo schermo SS' esse hanno una differenza di cammino che dipende solo dal cammino percorso dalle due onde.

Si tracci un asse centrale dal punto medio O_1 tra le due fenditure M_1 ed M_2 e supponiamo che tale asse incontri lo schermo SS' nel punto O .



Supponiamo di comporre due onde luminose monocromatiche provenienti dalle due sorgenti coerenti M_1 ed M_2 . In questo caso variano i due campi elettrici E_1 ed E_2 che generano le due onde luminose (elettromagnetiche) provenienti dalle due sorgenti coerenti M_1 ed M_2 . In queste condizioni i valori dei campi elettrici E_1 ed E_2 in un generico punto A dello schermo SS' dipendono soltanto dalle distanze x_1 ed x_2 dalle rispettive sorgenti M_1 ed M_2 . Le due onde luminose hanno equazioni:

$$E_1 = E_o \cdot \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_1}{\lambda} \right) \qquad E_2 = E_o \cdot \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_2}{\lambda} \right)$$

L'onda risultante prodotta dalle due onde luminose, per il principio di sovrapposizione,

ha la seguente equazione: $E = E_1 + E_2 = E_o \cdot \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_1}{\lambda} \right) + E_o \cdot \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_2}{\lambda} \right)$

Utilizzando una delle formule di prostaferesi ed attuando tutti calcoli

otteniamo: $E = 2E_o \cdot \cos \pi \left(\frac{x_2 - x_1}{\lambda} \right) \cdot \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_1 + x_2}{2\lambda} \right)$

L'ampiezza dell'onda risultante è: $2E_o \cdot \cos \pi \left(\frac{x_2 - x_1}{\lambda} \right)$

Interferenza e diffrazione

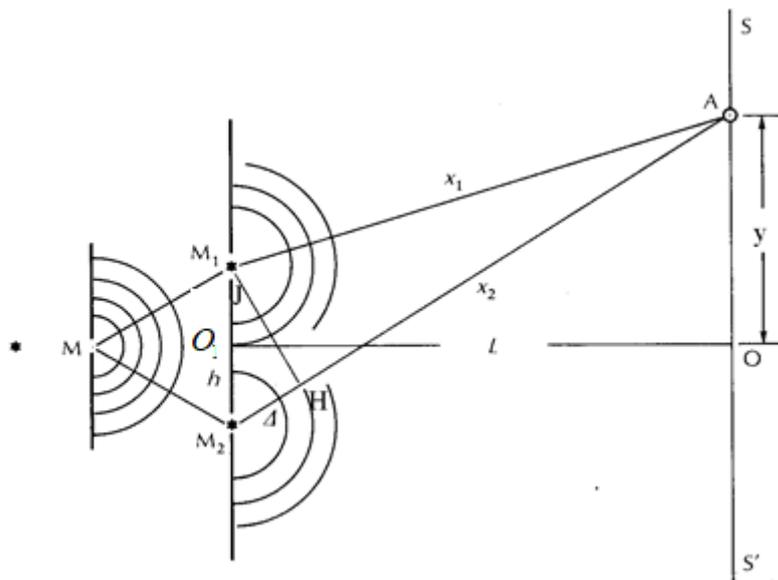
Essa è massima (**interferenza costruttiva**) se: $\cos\pi\left(\frac{x_2 - x_1}{\lambda}\right) = \pm 1$ cioè se:

$$\frac{\pi|x_2 - x_1|}{\lambda} = k\pi \quad |x_2 - x_1| = k\lambda \quad (k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots)$$

Essa è minima (**interferenza distruttiva**) se: $\cos\pi\left(\frac{x_2 - x_1}{\lambda}\right) = 0$ cioè se:

$$\frac{\pi|x_2 - x_1|}{\lambda} = (2k + 1)\frac{\pi}{2} \quad |x_2 - x_1| = (2k + 1)\frac{\lambda}{2} \quad (k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots)$$

Quindi lo schermo SS' raccoglie le frange di interferenza. Le **frange chiare** corrispondono a **massimi di intensità** (interferenza costruttiva) ottenuti nei punti in cui le onde luminose arrivano in **concordanza di fase**, mentre le **frange oscure** segnalano i **minimi di intensità** (interferenza distruttiva). Nel punto O, intersezione dell'asse delle fenditure con lo schermo SS' si osserva **frangia di ordine zero** ($k=0$)



Supponiamo che le sorgenti puntiformi e coerenti M_1 ed M_2 delle onde si trovino ad una distanza h e che l'effetto dell'interferenza delle onde emesse dalle sorgenti puntiformi e coerenti M_1 ed M_2 si osservi sullo schermo SS' , posto alla distanza L dal piano M_1M_2 , sufficientemente grande rispetto ad h . Calcoliamo la differenza di cammino $\Delta x = |x_2 - x_1|$ con cui le onde giungono nel punto A, posto ad una distanza y

Interferenza e diffrazione

dal centro O dello schermo. La differenza tra i due cammini ottici $\Delta x = |x_2 - x_1|$ può essere calcolata tracciando la perpendicolare M_1H al raggio luminoso M_2A . Se $L \gg h$ sono lecite le seguenti approssimazioni:

$$M_1 \cong HA \quad , \quad \sin \vartheta \cong \vartheta \quad , \quad \operatorname{tg} \vartheta \cong \vartheta \quad , \quad M_2\hat{M}_1O = \vartheta \cong O\hat{O}_1A \quad .$$

Questo ci consente di ritenere i raggi luminosi M_1A ed M_2A fra loro paralleli ed inclinati di un angolo ϑ rispetto all'asse centrale O_1O .

$$\overline{M_2H} = \Delta x = |x_2 - x_1| = h \cdot \sin \vartheta \cong h \cdot \vartheta \quad \Rightarrow \quad \vartheta = \frac{|x_2 - x_1|}{h}$$

$$\overline{OA} = y = \overline{O_1O} \cdot \operatorname{tg} \vartheta \cong L \cdot \vartheta \quad \Rightarrow \quad \vartheta = \frac{y}{L} \quad \frac{y}{L} = \frac{|x_2 - x_1|}{h} \quad |x_2 - x_1| = \frac{h}{L} \cdot h$$

Per le **frange chiare** (interferenza costruttiva) abbiamo:

$$|x_2 - x_1| = k\lambda \quad k\lambda = \frac{h}{L} \cdot y \quad \mathbf{y = k \cdot \frac{L}{h} \cdot \lambda} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

Per le **frange scure** (interferenza distruttiva) abbiamo:

$$|x_2 - x_1| = (2k + 1)\frac{\lambda}{2} \quad (2k + 1)\frac{\lambda}{2} = \frac{h}{L} \cdot y \quad \mathbf{y = (2k + 1) \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{\lambda}{2}} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

Per le **frange chiare** abbiamo: $y_0 = 0$, $y_1 = \frac{L}{h} \cdot \lambda$, $y_2 = 2 \cdot \frac{L}{h} \cdot \lambda$

$$\mathbf{y_2 - y_1 = \frac{L}{h} \cdot \lambda = y_{k+1} - y_k}$$
 distanza fra due frange chiare consecutive

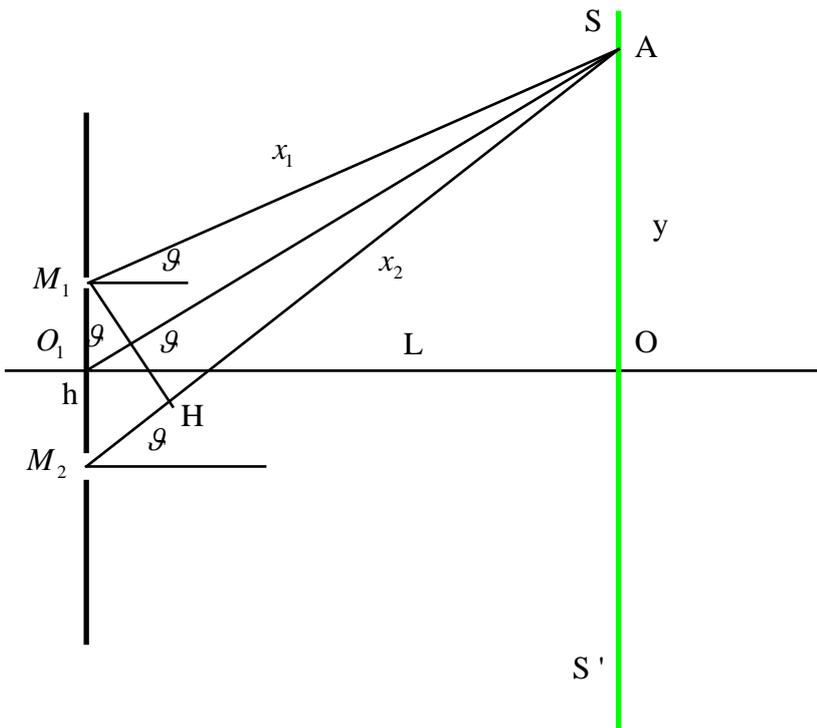
Le frange chiare sono distanziate con regolarità.

Per le **frange oscure** abbiamo: $\bar{y}_0 = \frac{L}{h} \cdot \frac{\lambda}{2}$, $\bar{y}_1 = 3 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{\lambda}{2}$, $\bar{y}_2 = 5 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{\lambda}{2}$

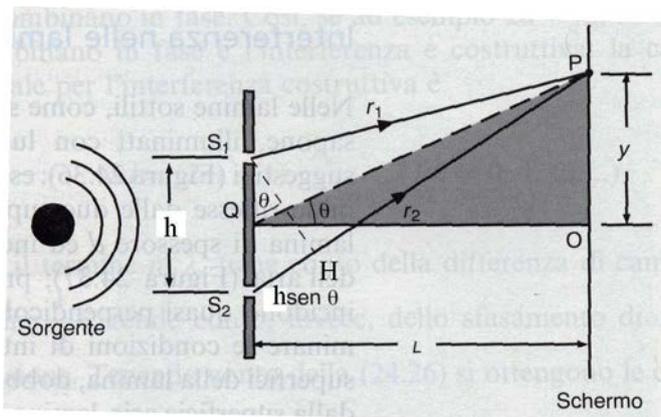
$$\mathbf{\bar{y}_2 - \bar{y}_1 = \frac{L}{h} \cdot \lambda = y_{k+1} - y_k}$$
 distanza fra due frange scure consecutive

$$\bar{y}_0 - y_0 = \frac{L}{h} \cdot \frac{\lambda}{2}$$
 distanza tra una frangia chiara e la frangia scura contigua

Interferenza e diffrazione

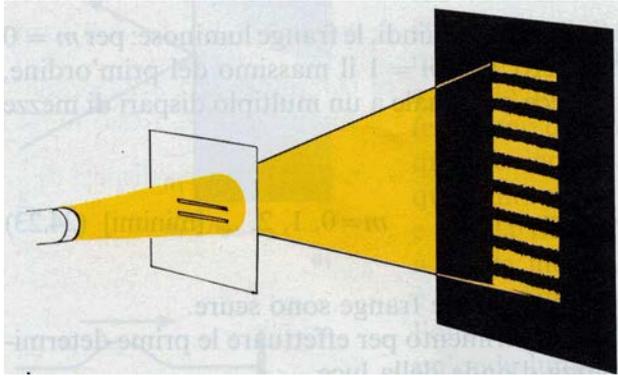


Le onde che arrivano dalle fenditure si uniscono in A, punto generico sullo schermo SS' ad una distanza y dall'asse centrale O_1O . L'angolo ϑ serve come conveniente localizzatore di P. Per $L \gg h$ possiamo approssimativamente considerare i raggi x_1 ed x_2 paralleli ed inclinati di un angolo ϑ rispetto all'asse centrale O_1O .

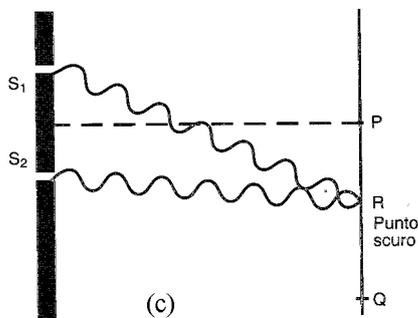
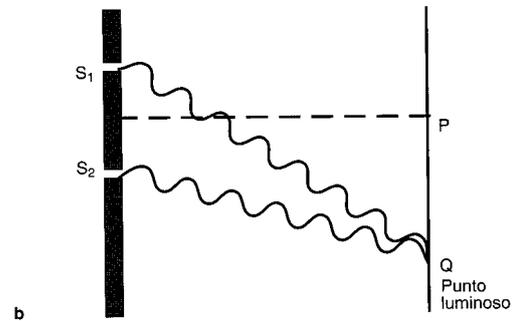
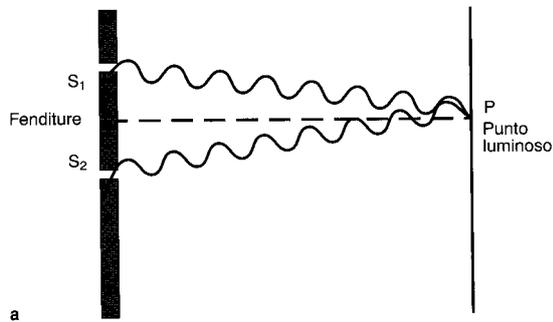


- Costruzione geometrica per descrivere la formazione delle frange di interferenza nell'esperimenti di Young
- Due fenditure si comportano come sorgenti coerenti per l'osservazione dell'interferenza nell'esperimento di Young. Poiché lo schermo è molto lontano rispetto alla distanza tra le due fenditure, i raggi luminosi diretti dalle fenditure allo schermo possono essere considerati paralleli

Interferenza e diffrazione



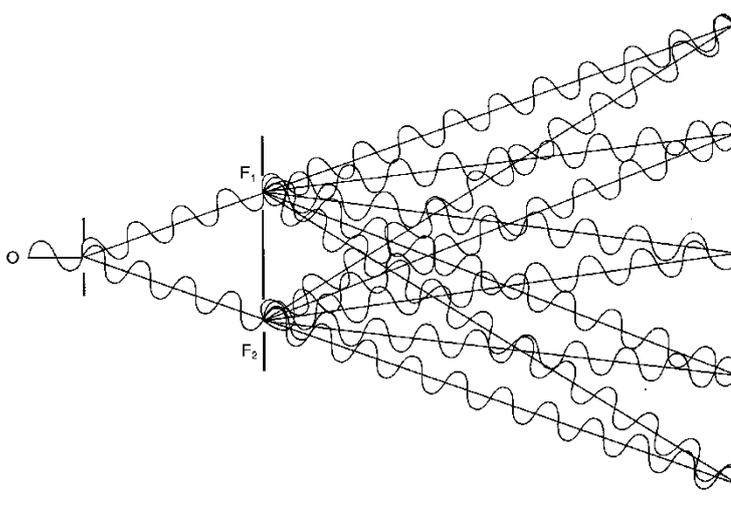
La figura mostra l'aspetto delle frange con luce rossa ordinaria



Schema del meccanismo per cui si formano le varie frange di interferenza. (a) cammini ottici uguali (b) cammini ottici che differiscono per una lunghezza d'onda λ (c) cammini ottici che differiscono per mezza lunghezza d'onda

$$\frac{\lambda}{2}$$

Interferenza e diffrazione



- Frangia chiara del primo ordine
- Frangia oscura del primo ordine
- Frangia chiara di ordine zero
- Frangia oscura
- Frangia chiara

La coerenza nel dispositivo di Young

Nel dispositivo di Young si utilizza un artificio (il **diaframma forato**) per generare l'equivalente di due sorgenti aventi uguale frequenza e la stessa fase a partire da una sola sorgente. Perché non si parte da due vere sorgenti di uguali caratteristiche ma fisicamente separate? Dopo tutto questo è proprio quello che si farebbe per studiare l'interferenza delle onde o delle onde radio: si partirebbe da due trasmettitori identici ma separati. Se proviamo a disporre a breve distanza una dall'altra due minuscole lampadine (o altre analoghe sorgenti di luce) identiche e raccogliamo la luce su di uno schermo convenientemente lontano non osserviamo alcuna frangia d'interferenza, mentre se al posto delle lampadine mettiamo le due fenditure di un dispositivo di Young illuminate da una di quelle stesse lampadine, le frange compaiono. La ragione di questo comportamento sta nella natura delle sorgenti. Nel caso delle onde sonore due distinte sorgenti, così come le antenne di due trasmettitori sono davvero due sorgenti di onde radio. Nel caso della luce invece non è realmente corretto dire che il filamento di una lampada ad incandescenza è una sorgente: perché la luce è emessa da singoli atomi all'interno del filamento incandescente. La luce che ci giunge dalla lampada in realtà è la continua sovrapposizione di un enorme numero di piccoli lampi originati da diversi atomi. Questi "lampi" hanno tutti lo colore ma la successione temporale e il ritardo di emissione dell'uno rispetto all'altro sono casuali. Questo significa che l'onda luminosa risultante viene ad avere una fase continuamente

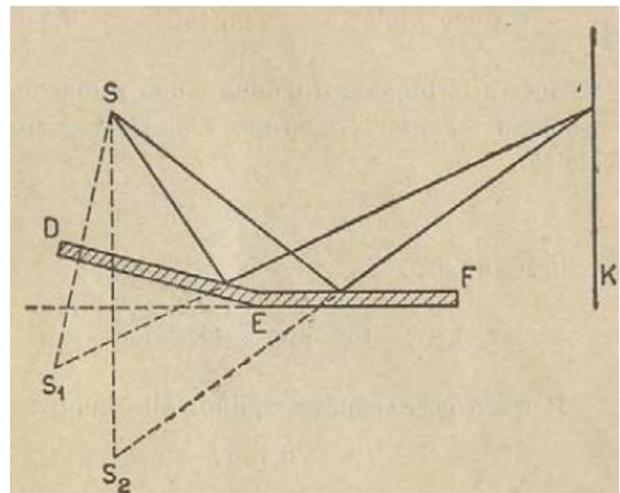
Interferenza e diffrazione

variabile in modo assolutamente irregolare. Se consideriamo le onde luminose provenienti da due distinte lampade, per quanto identiche, la differenza di fase tra di esse, quando si sovrappongono in un punto è essa stessa continuamente e casualmente variabile per cui non si alcuna definita condizione di interferenza e ciò che si osserva è semplicemente una media tra massimi e minimi che equivale a dare una intensità di illuminamento che è la semplice somma delle intensità delle due onde senza massimi né minimi. Per queste ragioni se si vuole osservare l'interferenza della luce occorre partire dall'onda risultante che proviene da un'unica sorgente e poi, con un qualche artificio sdoppiarla come nel dispositivo di Young. Le frange di interferenza si possono ottenere anche con gli **specchi di Fresnel**.

Gli specchi di Fresnel

Fresnel pensò di utilizzare come sorgenti di onde luminose coerenti due immagini virtuali S_1 ed S_2 che una sorgente reale di luce S produce tramite due specchi piani disposti ad angolo. Poiché le due immagini virtuali S_1 ed S_2 riproducono le vibrazioni di una stessa sorgente reale, esse sono coerenti e sullo schermo si osservano le frange d'interferenza.

Il doppio specchio crea due immagini virtuali (S_1 ed S_2) della sorgente originaria S . La luce proveniente dalla sorgente S riflettendosi sui due specchi è come se provenisse dalle due immagini virtuali della sorgente stessa. Tali immagini generano l'interferenza che dà luogo alla formazione delle frange sullo schermo.



Interferenza e diffrazione

Su uno schermo che dista $1,2\text{ m}$ da due fenditure distanti $0,03\text{ mm}$ la frangia chiara del secondo ordine si trova a $4,5\text{ cm}$ dalla frangia centrale. Determinare la lunghezza d'onda della luce e calcolare la distanza tra due frange chiare adiacenti.

$$L = 1,2\text{ m} \quad , \quad h = 0,03\text{ mm} = 3 \cdot 10^{-5}\text{ m} \quad , \quad y_2 = 4,5\text{ cm} = 4,5 \cdot 10^{-2}\text{ m} \quad , \quad y = k \cdot \frac{L}{h} \cdot \lambda \quad , \quad k = 2$$

$$y_2 = 2 \cdot \frac{L}{h} \cdot \lambda \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{y_2 h}{2L} = \frac{3 \cdot 10^{-5} \cdot 4,5 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 1,2} = 560\text{ nm} \quad y_{k+1} - y_k = \frac{L}{h} \cdot \lambda = 2,25\text{ cm}$$

In un esperimento fatto con doppia fenditura di Young si sono contate sullo schermo 20 frange brillanti in $1,4\text{ cm}$. Calcolare la lunghezza d'onda della luce monocromatica usata nell'esperimento, sapendo che la distanza tra le due fenditure è $h = 1\text{ mm}$ e quella tra lo schermo e la doppia fenditura è $L = 1,2\text{ m}$.

La distanza in millimetri tra due frange brillanti consecutive è: $\Delta y = \frac{14}{20}\text{ mm} = 0,7\text{ mm}$

Questo valore misura anche la distanza fra la frangia luminosa centrale (di ordine zero) e quella di ordine 1, cioè ci fornisce il valore di y_1 .

$$\lambda = \frac{y_1 h}{1 \cdot L} = \frac{0,7 \cdot 1}{1200} = 0,000583\text{ mm} = 583\text{ nm}$$

Due fenditure sottili distanti $1,5\text{ mm}$ sono illuminate da luce del sodio con lunghezza d'onda $\lambda = 589\text{ nm}$. Le frange di interferenza si osservano su uno schermo posto a distanza $L = 3\text{ m}$. Si trovi la distanza tra le frange sullo schermo.

La distanza y_k della frangia chiara di ordine k , misurata sullo schermo è data dalla

seguinte relazione: $y_k = k \cdot \frac{L}{h} \cdot \lambda$, con $L = 3\text{ m}$, $h = 1,5\text{ mm}$, $\lambda = 589\text{ nm}$.

La distanza tra le frange è questa distanza divisa per il numero delle frange, cioè $\frac{y_k}{k}$.

Interferenza e diffrazione

$$\text{Otteniamo: } \frac{y_k}{k} = \frac{L}{h} \cdot \lambda = \frac{(589 \cdot 10^{-9} \text{ m})(3 \text{ m})}{0,0015 \text{ m}} = 1,18 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 1,18 \text{ mm}$$

Le frange chiare distano tra loro del tratto $1,18 \text{ mm}$.

Si conduca l'esperimento di Young utilizzando la luce verde azzurra di lunghezza d'onda $\lambda = 500 \text{ nm}$. La distanza tra le due fenditure è $h = 1,2 \text{ mm}$ e queste fenditure distano $L = 5,4 \text{ m}$ da uno schermo. Qual è la distanza tra due frange chiare consecutive riprodotte sullo schermo?

$$\lambda = 500 \text{ nm} = 500 \cdot 10^{-9} \text{ m} \quad h = 1,2 \text{ mm} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$y_2 - y_1 = y_{k+1} - y_k = \Delta y = \frac{L}{h} \cdot \lambda = \frac{5,4}{1,2 \cdot 10^{-3}} \cdot 5 \cdot 10^{-7} = \frac{(5,4) \cdot 5}{1,2} \cdot 10^{-4} = 22,5 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 2,25 \text{ mm}$$

In un dispositivo di Young la distanza tra le due fenditure è $h=0.5 \text{ mm}$ e lo schermo dista $L = 80 \text{ cm}$ dal piano delle fenditure. Se la lunghezza dell'onda incidente è $\lambda = 400 \text{ nm}$ calcolare la posizione dei massimi di interferenza quando l'esperimento è eseguito in aria ($n = 1$) e in acqua ($n = 1,33$)

Calcoliamo le posizioni dei massimi di interferenza nei due casi.

$$\text{In aria abbiamo: } y_k = k \cdot \frac{L}{h} \cdot \lambda = 0,64k \text{ mm} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \quad \Delta y_k = 0,64 \text{ mm}$$

$$\text{Nell'acqua abbiamo: } \bar{y}_k = k \cdot \frac{L}{nh} \cdot \lambda = 0,48k \text{ mm} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \quad \Delta \bar{y}_k = 0,48 \text{ mm}$$

I massimi di intensità distano $0,64 \text{ mm}$ in aria e $0,48 \text{ mm}$ in acqua.

L'effetto dell'aumento dell'indice di rifrazione è quello di addensare maggiormente le

$$\text{frange. Si passa da } \frac{1}{0,64} = 1,56 \frac{\text{frange}}{\text{mm}} \text{ a } \frac{1}{0,48} = 2,08 \frac{\text{frange}}{\text{mm}}$$

Su questo fatto si basa un metodo di misura dell'indice di rifrazione di un mezzo omogeneo.

Interferenza e diffrazione

In un dispositivo di Young con $n = 1$ si osserva che la distanza tra le frange di ordine $k = 5$ e $k = -5$ è $\Delta y_1 = y_5 - y_{-5} = 12 \text{ mm}$ quando la lunghezza d'onda è $\lambda_1 = 600 \text{ nm}$, mentre è $\Delta y_2 = 8 \text{ mm}$ quando la lunghezza d'onda è λ_2 . Calcolare il valore di λ_2 .

$$\Delta y_1 = y_5 - y_{-5} = 5 \frac{L}{h} \lambda_1 - \left(-5 \frac{L}{h} \lambda_1 \right) = 10 \frac{L}{h} \lambda_1 \quad \Delta y_2 = y_5 - y_{-5} = 10 \frac{L}{h} \lambda_2$$

$$\frac{\Delta y_2}{\Delta y_1} = \frac{10 \frac{L}{h} \lambda_2}{10 \frac{L}{h} \lambda_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \quad \Rightarrow \quad \lambda_2 = \frac{\Delta y_2}{\Delta y_1} \lambda_1 = \frac{8}{12} \cdot 600 = 400 \text{ nm}$$

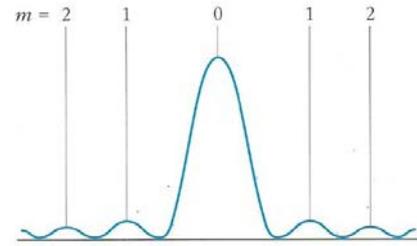
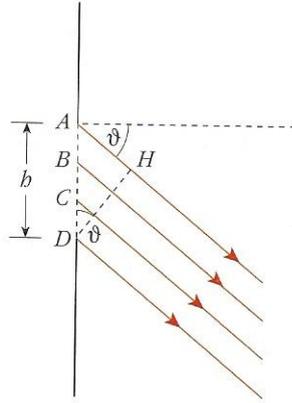
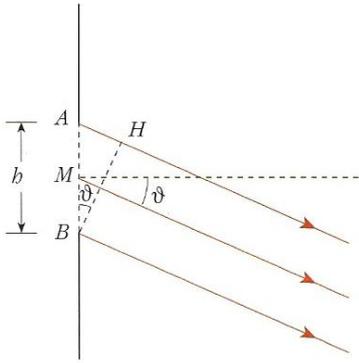
La diffrazione

Si diffrazione quando la luce devia dalla sua traiettoria rettilinea nell'attraversare una fenditura o nell'aggirare un ostacolo di dimensioni confrontabili con la sua lunghezza d'onda λ . La figura di diffrazione prodotta da una fenditura di larghezza h su uno schermo posta a grande distanza consiste in un massimo centrale luminoso e in un alternarsi di zone oscure e chiare. L'intensità luminosa delle frange chiare laterali è molto minore di quella della frangia centrale. L'apertura angolare del fascio diffratto è circa uguale a $\frac{\lambda}{h}$.

Se un'onda piana di lunghezza λ incide perpendicolarmente su una fenditura di larghezza h , l'onda diffratta ad angolo ϑ rispetto alla direzione di incidenza ha;

- intensità nulla se $\sin \vartheta = m \frac{\lambda}{h}$ con $m = 1, 2, 3, \dots$
- intensità massima se $\vartheta = 0$ con massimi di intensità secondari se (approssimativamente) $\sin \vartheta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2h}$ con $m = 1, 2, 3, \dots$

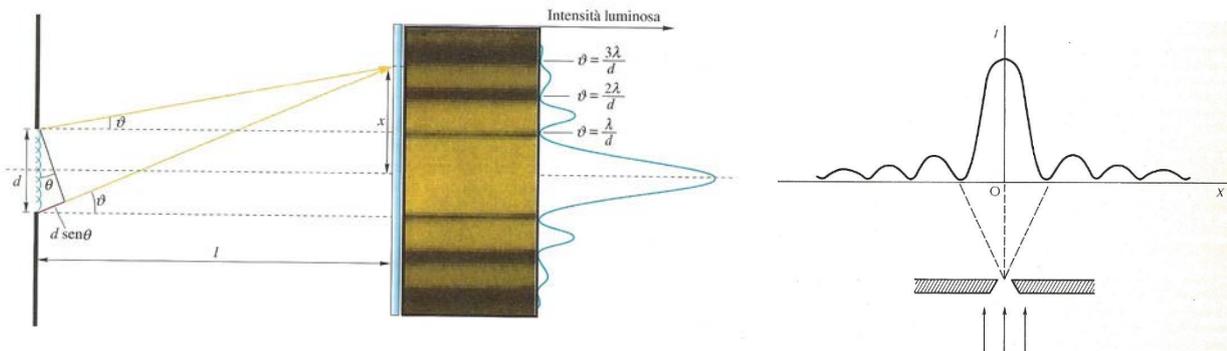
Interferenza e diffrazione



Costruzione geometrica per la determinazione dei minimi d'intensità della figura di diffrazione prodotta a grande distanza dalla luce che attraversa una fenditura.

Costruzione geometrica per la determinazione dei massimi d'intensità prodotti a grande distanza dalla luce diffratta da una fenditura.

Distribuzione dell'illuminazione dello schermo prodotta per diffrazione da una fenditura rettangolare stretta e lunga.

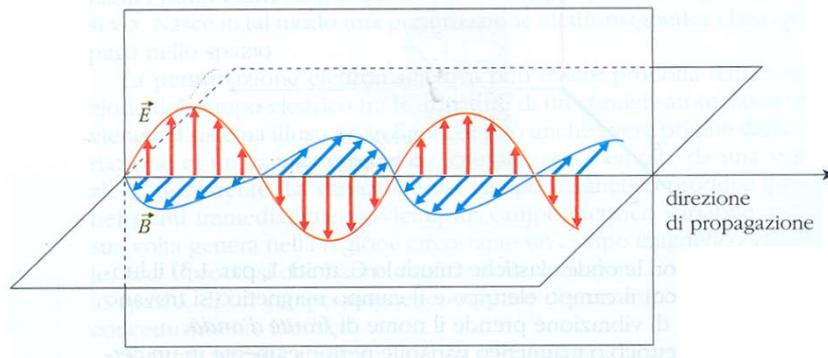


L'interferenza di ciascuna sorgente elementare posta sulla fenditura produce sullo schermo lontano la figura di diffrazione. Le direzioni di propagazione delle sorgenti elementari, nell'ipotesi di schermo lontano possono essere considerate parallele.

La luce è un'onda **elettromagnetica** nella quale il trasporto di energia è determinato dall'oscillazione di campi elettrici e magnetici. Tali oscillazioni sono trasversali alla direzione di propagazione dell'onda e possono avvenire in un o

Interferenza e diffrazione

qualunque degli infiniti piani passanti per la direzione di propagazione. Nella luce polarizzata linearmente le oscillazioni avvengono sempre nello stesso piano, orientato in maniera fissa. Tale piano è detto **piano di vibrazione**. Il piano perpendicolare al piano di vibrazione è detto **piano di propagazione**. Nel caso della luce la grandezza che vibra è il vettore \vec{E} (o il vettore \vec{B}).



Nel caso della figura il piano contenente il vettore \vec{E} è il **piano di vibrazione**, il piano contenente il vettore \vec{B} è il **piano di propagazione**.