

Esperimentazioni 2

Cenni di interferenza

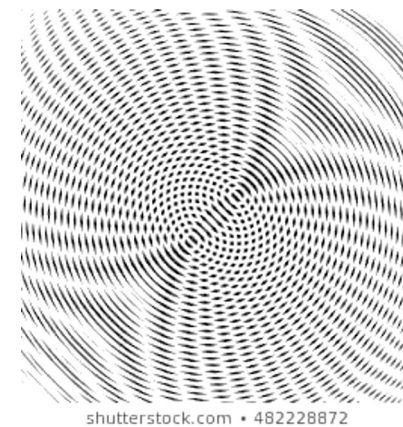
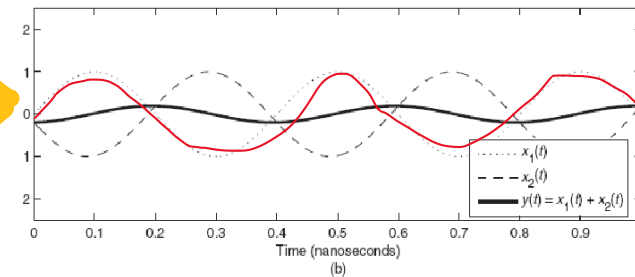
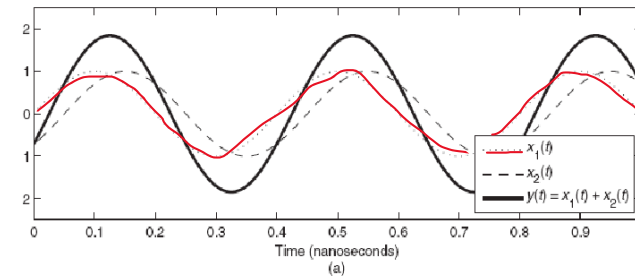
Modulo di Ottica e Fisica Moderna

Definizioni

- INTERFERENZA: sovrapposizione di radiazione elettromagnetica proveniente da diverse sorgenti
 - se osservo l'effetto su uno schermo vedrò l'effetto dovuto all'interferenza ovvero variazioni locali di l'intensita', legate alla variazione della fase tra le onde che interferiscono
 - il fenomeno è visibile sono quando le sorgenti sono coerenti (hanno differenza di fase costante)
- DIFFRAZIONE: quando la radiazione elettromagnetica incontra un ostacolo, o passa attraverso una fenditura, l'onda interferisce con se stessa producendo frange di interferenza su uno schermo posto oltre l'ostacolo (fenditura)
 - l'effetto è visibile quando la dimensione dell'ostacolo (fenditura) è confrontabile con la lunghezza d'onda della luce
- Si possono usare le frange di interferenza per studiare la struttura di oggetti molto piccoli, ad esempio la struttura atomica di molecole (es. Cristallografia a raggi X, scoperta del DNA, contributo di Wilkins & Franklin al lavoro di Watson e Crick: <https://www.nature.com/scitable/topicpage/rosalind-franklin-a-crucial-contribution-6538012/>)

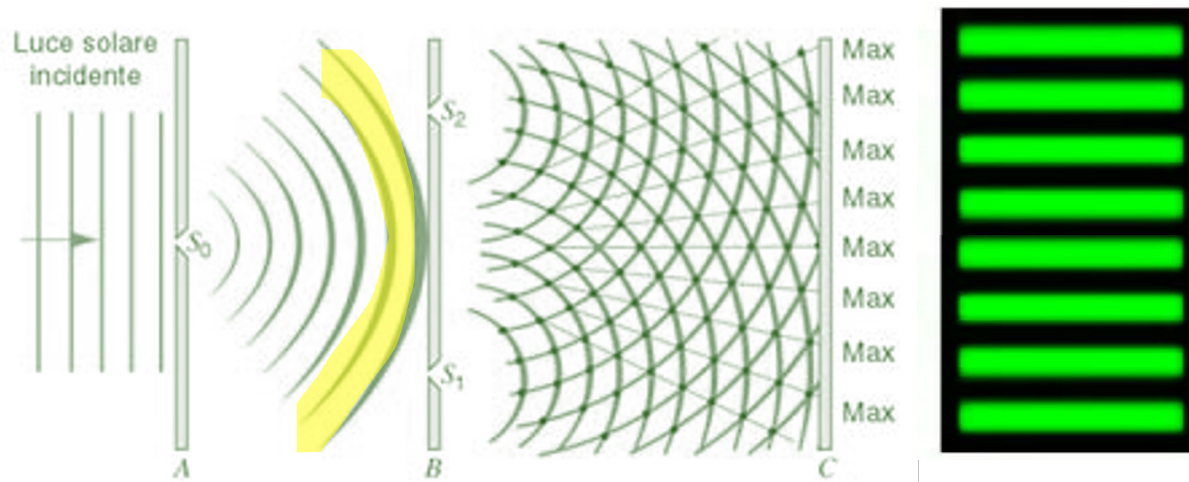
Differenza di fase e figure di interferenza

- onde in fase= interferenza costruttiva
 - condizione sulla differenza di cammino:
 $x=m\lambda$, $m=0, \pm 1, \pm 2, \dots$
- onde in opposizione di fase= interferenza distruttiva
 - condizione sulla differenza di cammino:
 $x=(m+1/2)\lambda$, $m=0, \pm 1, \pm 2, \dots$
- figura di interferenza su uno schermo:
 - in ogni punto dello schermo l'intensità luminosa sarà dovuta all'interferenza tra le sorgenti
 - zone di luce e buio si alternano dando vita alle cosiddette "frange di interferenza"
 - <https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference.en.html>



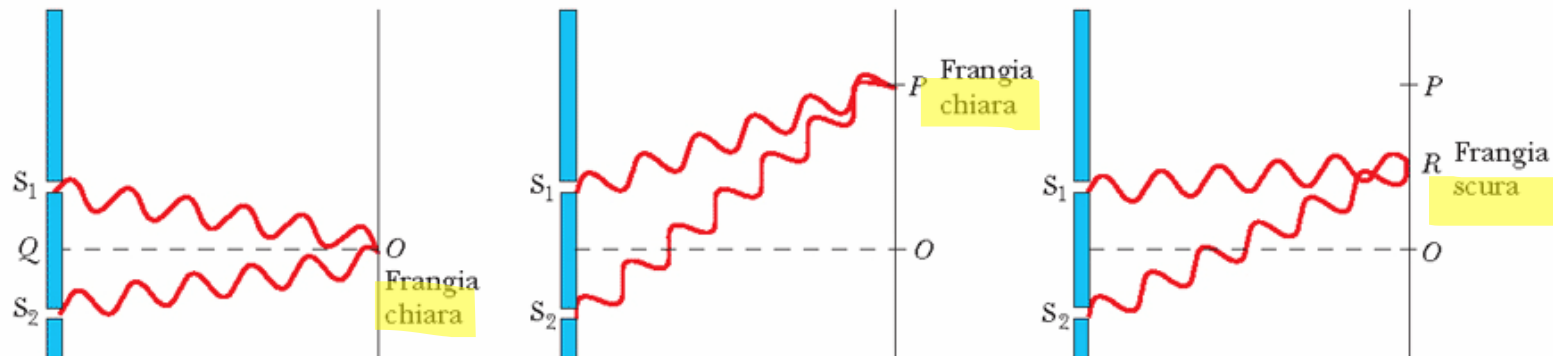
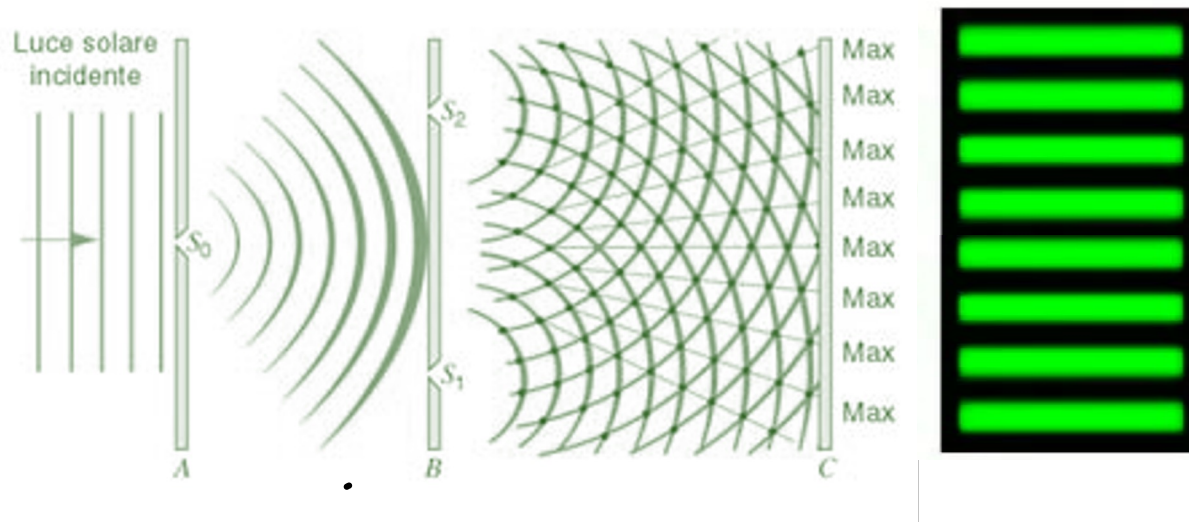
shutterstock.com • 482228872

Interferenza alla Young: doppia fenditura

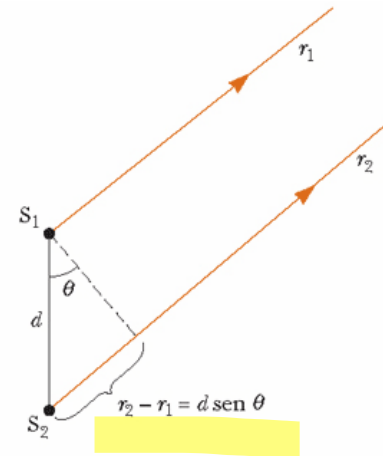
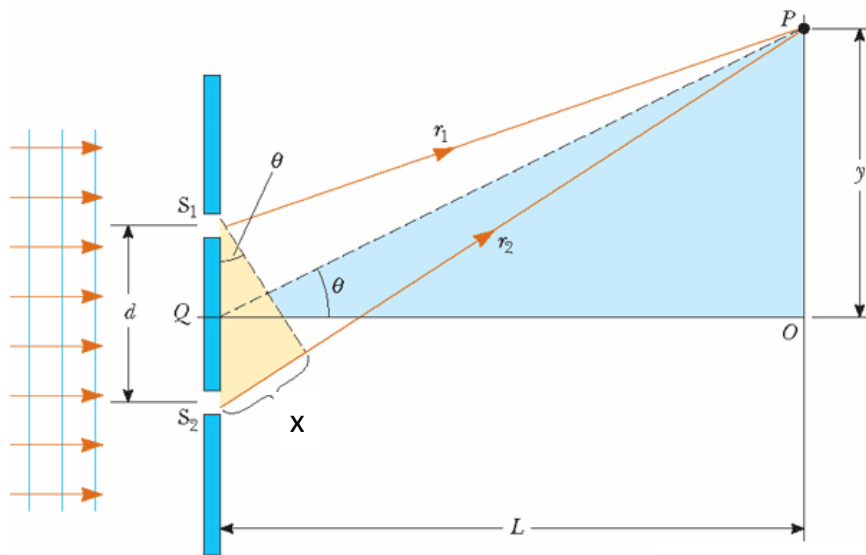


- consideriamo 2 sorgenti ottenute praticando 2 fenditure in uno schermo B, a cui arriva luce da una sorgente estesa
- se la sorgente primaria non è intrinsecamente coerente (per esempio un laser), uso una fenditura su uno schermo A per garantire la coerenza delle sorgenti S_1 e S_2 .
- sullo schermo C avrò zone illuminate diversamente in base all'interferenza tra le onde generate in S_1 e S_2 .
- Se C è a grande distanza da B e le fenditure sono rettilinee avrò bande chiare e scure dette frange.

Interferenza alla Young: doppia fenditura



Calcolo della posizione delle frange



- consideriamo un punto P a una distanza y dal centro dello schermo
- se d è la distanza tra le fenditure e D la distanza dello schermo, abbastanza grande da supporre che l'inclinazione dei segmenti r_1 e r_2 sia la stessa (Fraunhofer), la differenza di cammino tra le onde 1 e 2 sarà:
 - $x = r_2 - r_1 = d \sin \theta$
- posso imporre le condizioni di interferenza costruttiva e distruttiva:
 - $d \sin \theta = m\lambda$ con $m = 0, 1, 2, \dots$ $\delta = 2m\pi$
 - $d \sin \theta = (m + 1/2)\lambda$ $\delta = (2m + 1)\pi$

$\rightarrow \Delta \varphi$ diff fase

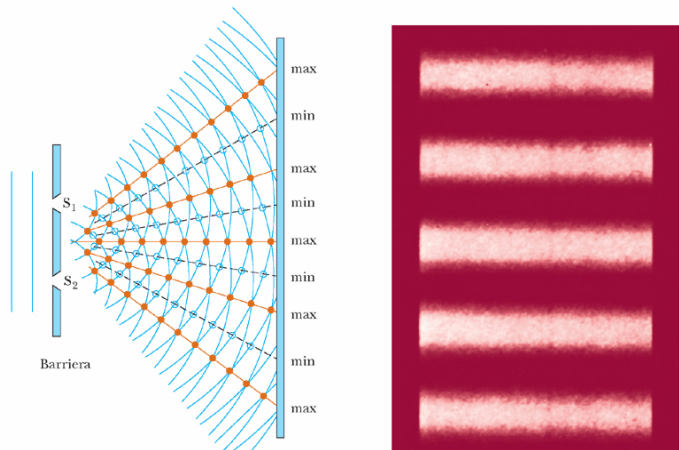
Calcolo della posizione delle frange

La condizione per ottenere frange chiare (interferenza costruttiva) è:

$$\delta = d \cdot \sin \vartheta_{\text{chiare}} = m \cdot \lambda \quad (m = 0; \pm 1; \pm 2; \dots)$$

La condizione per ottenere frange scure (interferenza distruttiva) è:

$$\delta = d \cdot \sin \vartheta_{\text{scure}} = \left(m + \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda \quad (m = 0; \pm 1; \pm 2; \dots)$$



Il numero intero m prende il nome di **numero d'ordine**. La frangia chiara centrale che si ottiene per $m=0$ è detta **massimo di ordine zero**. Il primo massimo da ciascuna delle due parti (per $m=\pm 1$) si chiama massimo di primo ordine, e così via.

Intensità luminosa di ciascuna frangia?

Si può calcolare in funzione di λ , d e θ (posizione sullo schermo)

Calcolo dell'intensità dei picchi

- Suppongo di avere N sorgenti coerenti (N fenditure)
 - sono presenti massimi principali e massimi secondari
 - all'aumentare di N aumenta l'intensità dei massimi principali e diminuisce quella dei massimi secondari
 - quando $N \sim 10$ l'intensità dei massimi secondari è praticamente trascurabile
- l'intensità dell'onda su un punto P dello schermo vale:

$$I(\theta) = I_1 \left(\frac{\sin \frac{N\delta}{2}}{\sin \frac{\delta}{2}} \right)^2 = I_1 \left(\frac{\sin \frac{N\pi d \sin \theta}{\lambda}}{\sin \frac{\pi d \sin \theta}{\lambda}} \right)^2$$

dove

- I_1 è l'intensità della singola sorgente
- d la distanza tra le sorgenti

