Fisica

Massimiliano Ferrulli

05.03.2022

Fisica secondo anno

Ottica

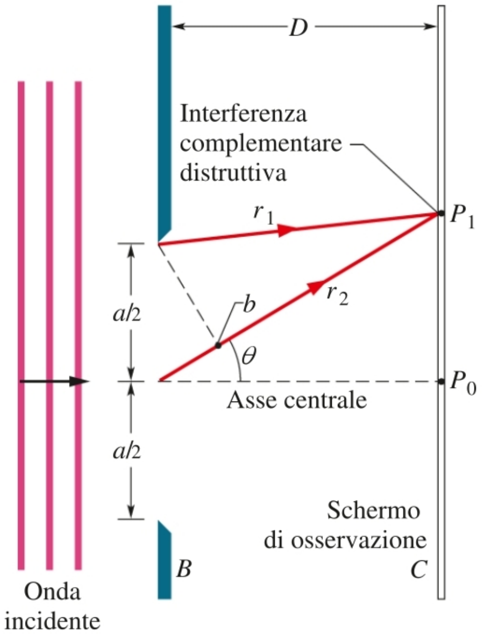
Indice

1 Diffrazione

Quando le onde colpiscono il bordo di una superficie, o un ostacolo o un'apertura di dimensione simile a quella di λ, la direzione di propagazione di tali onde si disperde e le onde sono soggette a interferenza. Ciò non è altro che diffrazione.

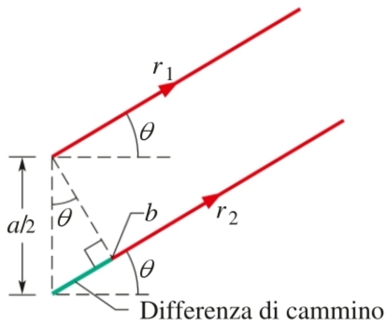
1.1 Diffrazione da singola fenditura non puntiforme

Consideriamo un'onda con lunghezza d'onda λ difratta da una lunga fenditura sottile di larghezza a, proiettata su uno schermo opaco B.



Lo stesso può essere fatto con l'altro minimo.

e con l'approssimazione $D >> a$ possiamo ottenere la differenza di percorso dei due raggi:



sappiamo che la differenza di percorso di due raggi è $n\frac{\lambda}{2}$ allora l'interferenza sarà completamente distruttiva.

Per il primo minimo:

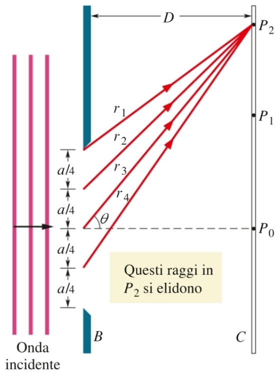
$$\frac{a}{2}\sin(\theta) = \frac{\lambda}{2} \rightarrow asin(\theta) = \lambda$$

cosa succede se riduciamo l'apertura:

• se $a > \lambda$ e stringiamo la fenditura mentre λ rimane costante, l'ampiezza dell'angolo aumenta essendo che se $a \downarrow sin(\theta) \uparrow$ e dunque $\theta \uparrow$

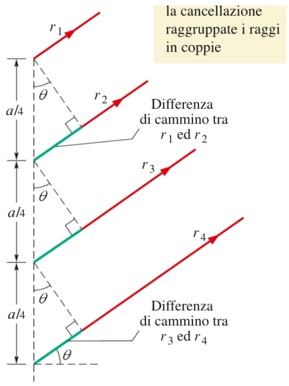
• se $a = \lambda$ allora $\theta = \frac{\pi}{2}$ che è l'angolo delle prime frange scure, vuole dire che il massimo centrale si espande su tutto lo schermo in quanto i minimi di primo ordine delimitano questa fascia bianca.

Secondo minimo:



Lo stesso può essere fatto con l'altro minimo.

e con l'approssimazione $D >> a$ possiamo ottenere la differenza di percorso dei due raggi:



$$\frac{a}{4}\sin(\theta) = \frac{\lambda}{2} \rightarrow asin(\theta) = 2\lambda$$

generalizzando la posizione dei minimi sarà:

$$asin(\theta) = m\lambda \text{ con } m = 1, 2, 3, ...$$

se noi vediamo un massimo centrale è dovuto all'equazione:

$|R_2 - R_1| = m\lambda$ e nel minimo centrale i due raggi hanno la stessa lunghezza e dunque:

$$\forall\lambda \text{ abbiamo un massimo}$$

Per ottenere i massimi possiamo dividere la fenditura in un numero di volte n dispari. immaginiamoci di dividere la fenditura in 3 e che dalla fenditura si generino 99 fenditure, I raggi provenient dall'intervallo 1-33 e 34-66 saranno in controfase mentre il rimanente $\frac{1}{3}$ sarà in fase dato che la luce originaria lo era.

Ciò ci porta a imporre la condizione per cui i raggi provenienti da due intervalli vicini si annullino:

$$\frac{a}{3} sin(\theta) = \frac{\lambda}{2}$$

$$asin(\theta) = (m + \frac{1}{2})\lambda \, , \, m = 1, 2, 3...$$

1.2 Intensità delle frange da interferenza di due fenditure puntiformi

Scriviamo le due equazioni dei raggi:

$$S_1(x,t) = Sm\, sin(kx - wt)$$
$$S_2(x,t) = Sm\, sin(kx - wt + \varphi) \ \varphi = \text{Differenza di percorso}$$

l'onda risultante sarà:

$$2sm\, sin(kx - wt) cos(-\frac{\varphi}{2})$$

ricordando che:

$$I \propto A^2$$

$$I = 4I_0 \cos^2(\frac{\varphi}{2}) \ dove \ Sm^2 = I_o$$

$$\text{Max:}\varphi = 2k\pi \ \text{Min:}\varphi = (2k-1)\pi$$

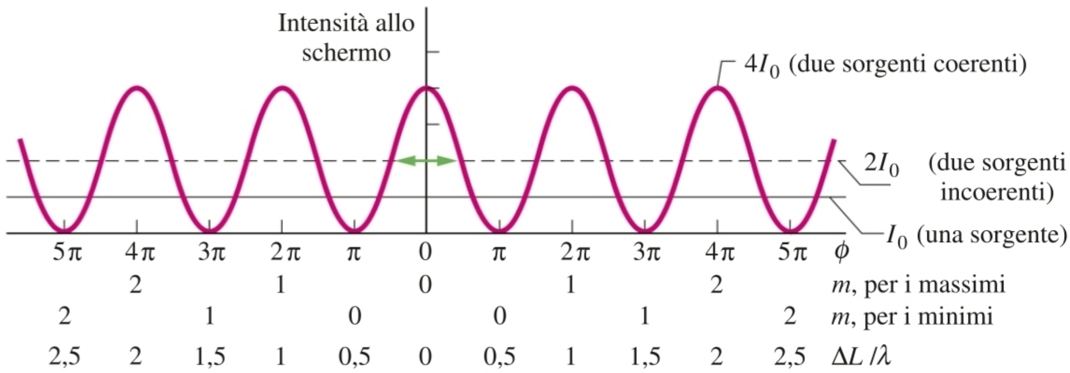
da ciò otteniamo che :

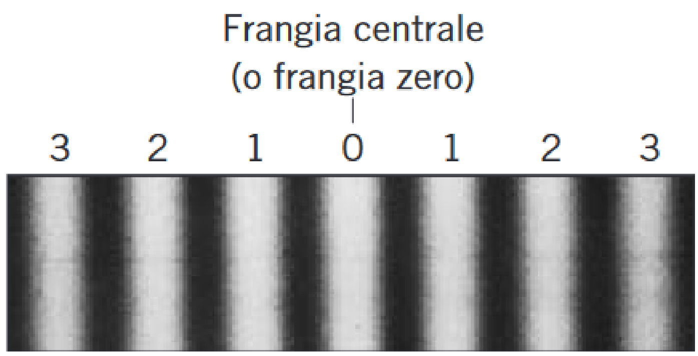
$$\frac{\varphi}{2\pi} = \frac{\Delta L}{\lambda} \rightarrow \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} dsin(\theta)$$

$$\frac{\cancel{2\pi}}{\lambda} dsin(\theta) = \cancel{2}k\cancel{\pi}$$
$$sin(\theta)d = k\lambda$$

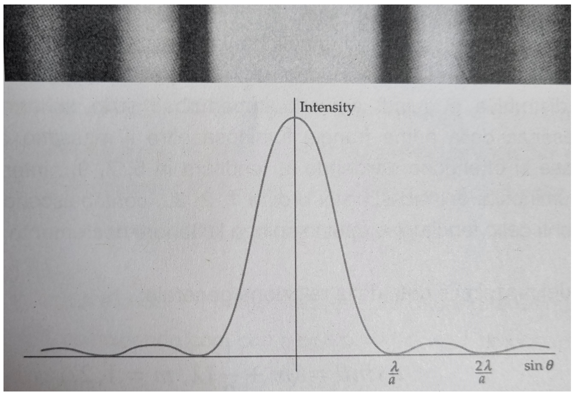
dimostrazione dell'approssimazione vista precedentemente a livello geometrico

grafico di$I = 4I_0 \cos^2(\frac{\varphi}{2})$

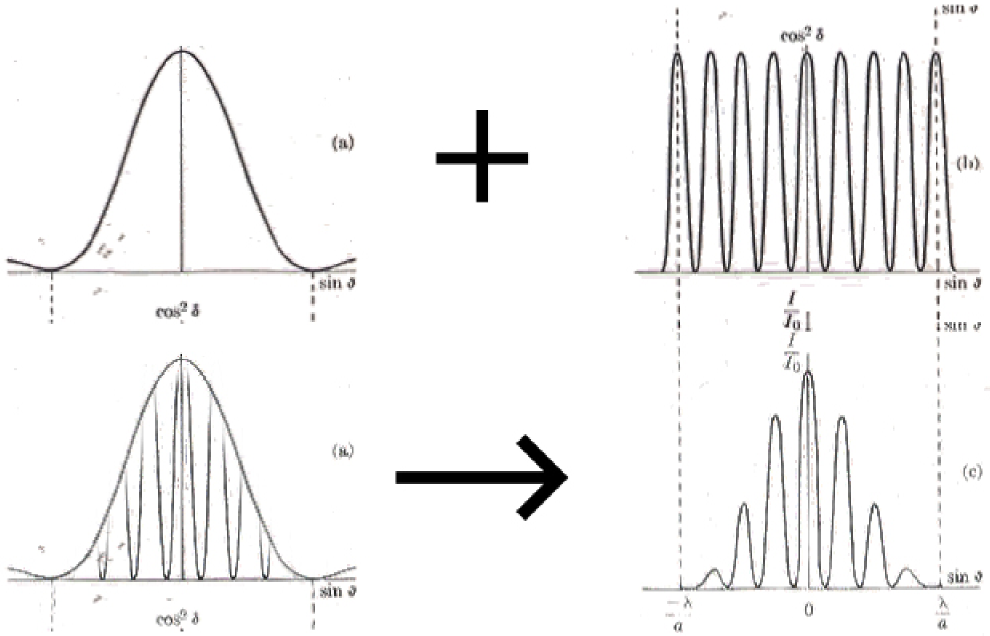




1.3 Intensità delle frange della diffrazione da singola fenditura



1.4 Interferenza da doppia fenditura non puntiforme



$$I_{\text{interferenza}} = 4I_0\, cos^2(\frac{\varphi}{2})$$

$$I_{\text{diffrazione}} = \frac{I_m\, sin^2(\frac{\varphi}{2})}{(\frac{\varphi}{2})^2}$$

se $\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} a\, sin(\theta)$

$$I_{\text{diffrazione + interferenza}} = I_m\, cos^2(\frac{\varphi_{\text{interferenza}}}{2}) * \frac{sin^2(\frac{\varphi_{diffrazione}}{2})}{(\frac{\varphi_{diffrazione}}{2})^2}$$

- se ho una sola fenditura d = 0, dove d è la distanza dalle due fenditure e in questo caso:

$$\varphi = 0 \text{ dato che } \varphi = d\, sin(\theta)\frac{2\pi}{\lambda}$$