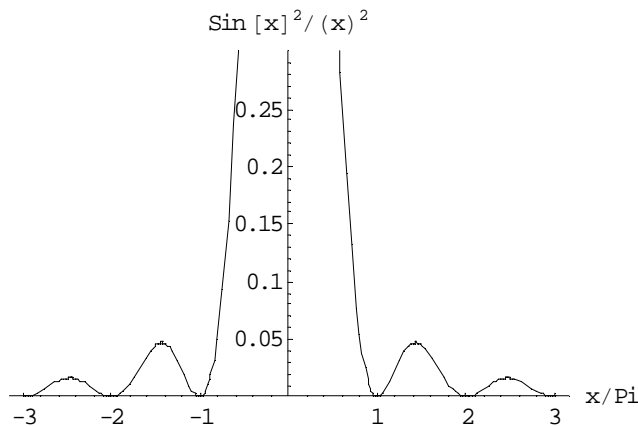
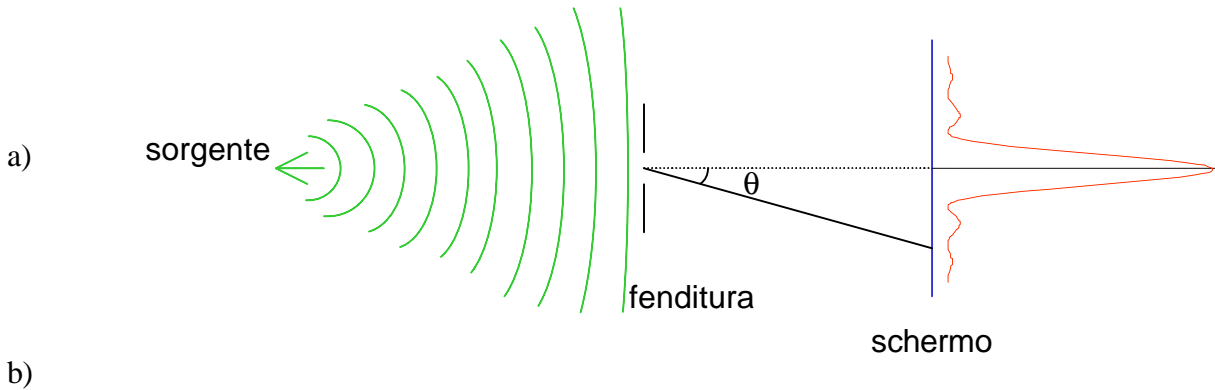


# Diffrazione da una fenditura

Appunti per le esercitazioni di ottica con gli studenti delle scuole superiori



**Figura 1** Diffrazione da una fenditura: a) schema dell'esperimento. b) dettaglio del grafico dell'intensità risultante sullo schermo.

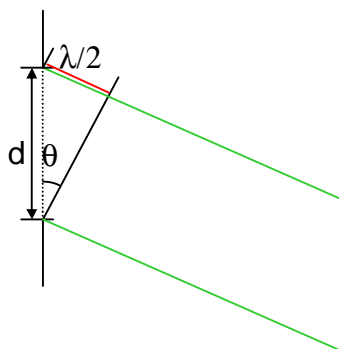
La diffrazione da una fenditura di larghezza  $d$ , per luce di lunghezza d'onda  $\lambda$ , è data dalla formula:

$$A(x) = A_o \frac{\sin^2 x}{x^2} \tag{1}$$

dove  $x$  è:

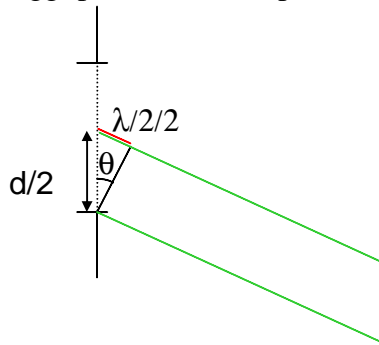
$$x = \mathbf{p} \frac{d}{\lambda} \sin \mathbf{J} \tag{2}$$

Per ricavarla in modo semplice possiamo osservare che i raggi provenienti dalle due estremità della fenditura arrivano in opposizione di fase sullo schermo, e quindi producono un minimo nell'intensità, se la differenza di percorso è pari a  $\lambda/2$ , ovvero a mezza lunghezza d'onda, secondo la figura:



**Figura 2**

In realtà, a causa del contributo di tutti i punti interni alla fenditura il minimo dell'intensità si ha per una differenza di percorso tra i due raggi provenienti dai punti estremi pari a  $\lambda$ .



**Figura 3**

Infatti la costruzione geometrica, considerando coppie di punti distanti  $d/2$  ci porta alla semplice formula:

$$\frac{d}{2} \sin J = \frac{\lambda}{2} \quad \text{da cui} \quad d \sin J = \lambda \quad \text{ovvero} \quad \sin J = \frac{\lambda}{d} \quad (3)$$

I minimi si avranno quindi per

$$x = \pm p, \pm 2p, \pm 3p \dots \quad (4)$$

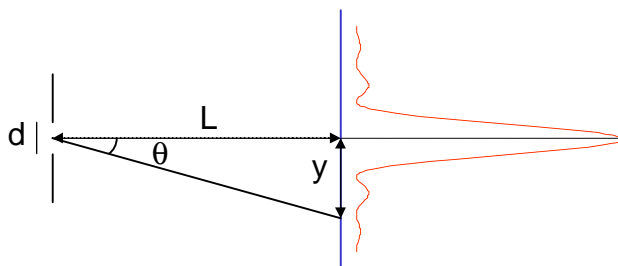
ovvero per

$$p \frac{d}{\lambda} \sin J = \pm np \quad (5)$$

cioè:

$$\sin J = \pm \frac{\lambda}{d}, \pm 2 \frac{\lambda}{d}, \pm 3 \frac{\lambda}{d}, \dots \quad (6)$$

Osserviamo d'altra parte che  $\theta$  è anche l'angolo formato dalla congiungente il centro della fenditura con il minimo osservato (Figura 4).



**Figura 4**

E quindi

$$\sin J = \frac{y}{L}$$

e quindi i minimi si avranno per:

$$\sin J = \frac{y}{L} = \pm \frac{\lambda}{d}, \pm 2 \frac{\lambda}{d}, \dots$$

Dall'esperimento possiamo misurare  $y/L$  e ricavare  $\lambda/d$ . Nota  $d$  possiamo ricavare la lunghezza d'onda della luce utilizzata.

### In pratica:

Obiettivo dell'esperienza è determinare la forma della figura di diffrazione e misurare la frequenza della luce emessa dal laser.

Materiale a disposizione: vedi scheda dell'esperienza allegata.

Procedura operativa:

- 1) Tramite un opportuno allineamento si cercherà di posizionare il massimo centrale in corrispondenza dello zero del micrometro.
- 2) Fissata la distanza  $L$  (tra rivelatore e fenditura) si misurerà l'intensità in funzione della posizione  $y$  del rivelatore e si costruirà la tabella  $y - V$

Y (mm)	Tensione (V)
-5.0	0.05
-4.8	0.1
-4.6	0.2
...	...

Dalla tabella ottenuta ( $Y$  (in mm) Intensità (in Volt)) si possono ricavare i seguenti grafici:

- a) Grafico della funzione di diffrazione ( in carta lineare ed eventualmente semilogaritmica) in funzione di  $y/L$ . E' sufficiente farlo per una sola fenditura.

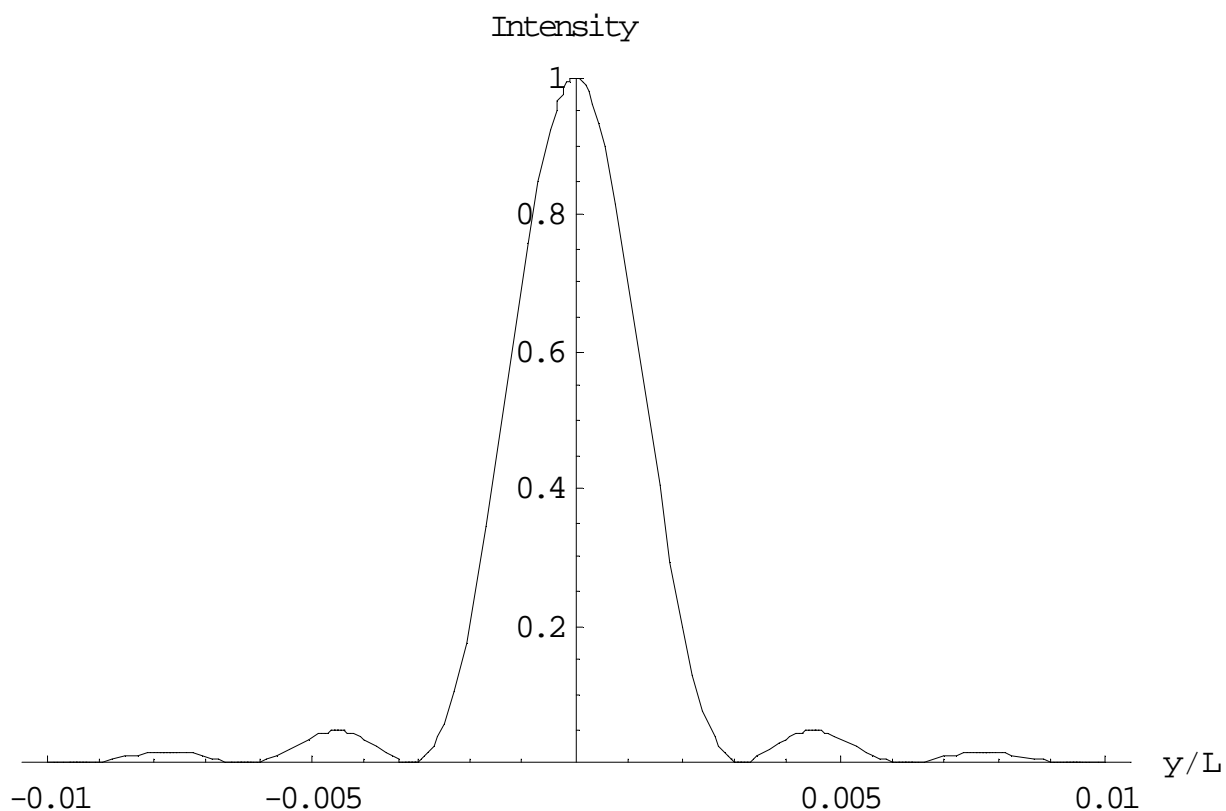


Figura 5 Grafico in carta lineare

b) Grafico dei minimi in funzione di n (numero del minimo a partire dal massimo centrale):

$$\frac{y}{L} = \pm \frac{\lambda}{d}, \pm 2 \frac{\lambda}{d}, \dots$$

Da questo grafico si può ottenere il coefficiente angolare della retta, pari a  $\lambda/d$ .

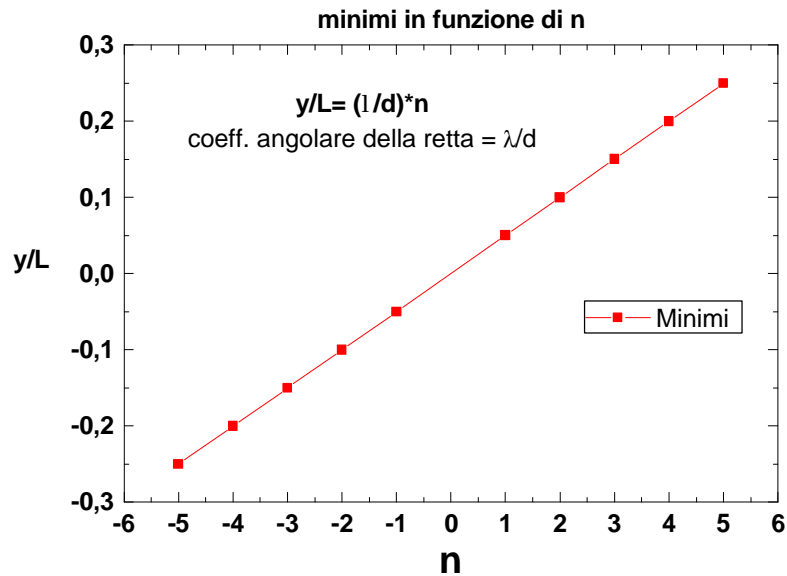


Figura 6. Grafico delle posizioni dei minimi

**Seconda esperienza:** Calcolare  $\lambda$  per diverse fenditure e ottenere una stima più precisa della lunghezza d'onda del laser. Ciò sarà possibile solo se le fenditure sono correttamente misurate e se il sistema è sempre ben allineato. Non è necessario in questo caso fare il grafico completo per ciascuna fenditura.

Procedura :

- a. Misurare i minimi per diverse fenditure e creare la tabella n , y/L per ciascuna fenditura.
- b. Seguire una delle due procedure possibili:
  - i. tracciare il grafico, calcolando il coefficiente angolare pari a  $\frac{\lambda}{d}$  per ciascuna fenditura.

Oppure:

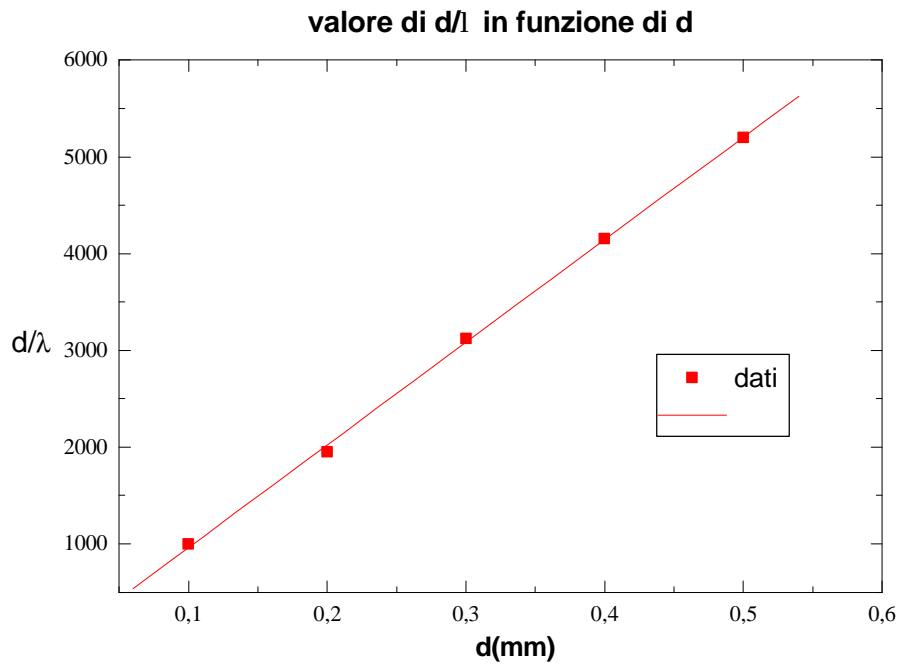
- ii. calcolare il valor medio della lunghezza d'onda dalla relazione:

$$\lambda(d) = \frac{d \cdot y}{n \cdot L}$$

- c. Calcolare la media dei valori di  $\lambda$  ottenuti

Per chi vuol fare di più:

- Creare una tabella  $d, d/\lambda$
- tracciare il grafico di  $d/\lambda$  in funzione di  $d$ . Il coefficiente angolare della retta è  $1/\lambda$ .



**Ulteriore esperimento:**

Utilizzare il foro circolare e verificare che  $d \sin J = I \cdot 1.22$