

Esperienza di ottica

Diffrazione

Arianna Genuardi, Matteo Romano, Vittorio Strano, Florinda Tesi

Indice

1	Introduzione	1
2	Strumentazione	2
2.1	Software	2
3	Procedimento	2
4	Risultati	2
5	Conclusioni	4
A	Approssimazione angolo θ	4

1 Introduzione

Questo esperimento vuole rilevare il carattere ondulatorio della luce tramite il fenomeno della **diffrazione**, causata dal passaggio del fascio di luce per una fenditura di dimensioni a comparabili alla sua lunghezza d'onda λ . Per far ciò verrà analizzata la figura d'interferenza formata su uno schermo a distanza L dalla fenditura (Figura 1).

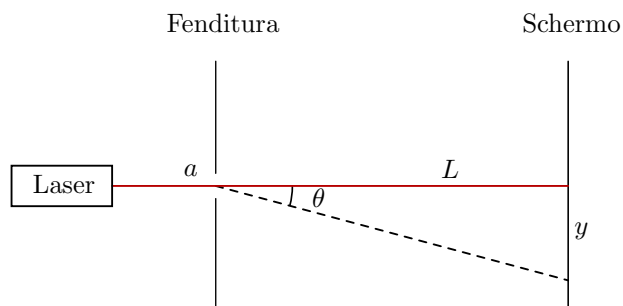


Figura 1: Illustrazione dell'apparato strumentale

La legge che descrive l'intensità della luce su un punto dello schermo a distanza y dal centro è l'Equazione 1 come ricavato in Appendice A.

$$I(y) = I_0 \operatorname{sinc}^2 \left(\frac{\pi a}{\lambda} \cdot \frac{y}{L} \right) \quad (1)$$

Per trovare i punti di minimo basta porre $\frac{ay}{\lambda L} \in \mathbb{Z} \setminus \{0\}$ ovvero

$$y \in \left\{ m \frac{\lambda L}{a} : m \in \mathbb{Z} \setminus \{0\} \right\} \quad (2)$$

2 Strumentazione

- **Laser** con lunghezza d'onda $\lambda = 650 \text{ nm}$
- **Fenditura** di larghezza variabile da 0.02, 0.04 e 0.08 mm con errore di $\pm 0.005 \text{ mm}$
- **Guida con riga** di lunghezza pari a 1.2 m e risoluzione 1 mm, su cui montare i vari strumenti
- **Schermo** utile per centrare il laser orizzontalmente
- **Light sensor** in grado di campionare l'intensità luminosa con tre diverse scale e dotato di fenditura variabile 0.5, 1 e 1.5 mm
- **Rotary motion sensor** capace di misurare la rotazione relativa al punto di avvio della misurazione con una risoluzione di 0.09° . Il fattore di conversione lineare utilizzando la guida dentata, indicato nel manuale, è circa 0.0126 m/rad
- **Guida dentata** lunga 21 cm su cui è montato il sensore di rotazione
- **Interfaccia** per collegare il sensore ad un computer

2.1 Software

- Pasco Capstone per controllare l'interfaccia

3 Procedimento

Il laser è stato collocato allo zero del supporto ottico. All'altra estremità sono presenti i due sensori di luminosità e movimento solidali tra loro e collegati ad un computer tramite l'interfaccia, che servirà a registrare i dati.

Sono state spente le luci della stanza e tramite le manopole poste dietro allo strumento il puntatore è stato allineato orizzontalmente al centro dello schermo posto di fronte ad esso. Una volta rimosso lo schermo, il laser è stato allineato verticalmente al centro dell'apertura del detector per evitare l'interazione con il bordo di quest'ultima.

Successivamente è stata inserita la fenditura, regolata a 0.02 mm, a 4 cm di distanza dal laser ed è stata selezionata l'apertura del detector di 1.5 mm.

Dopo aver impostato la giusta sensibilità del detector, dal computer sono state avviate le misurazioni; successivamente i sensori sono stati spostati da un estremo all'altro della guida dentata in modo da registrare l'intensità luminosa nei vari punti.

Con l'apertura del detector a 1.5 mm sono stati effettuati più set per ciascuna fenditura in modo da verificare la ripetibilità dei dati raccolti. Successivamente è stato raccolto un set di dati per ogni combinazione di fenditura e apertura del detector per analizzare l'effetto delle variabili al contorno.

4 Risultati

Sul grafico seguente, ottenuto come media tra i vari set, si è proceduto a cercare i minimi. Per trovarne la posizione sulle ascisse, sono stati considerati degli intorno centrati sulla posizione teorica di ciascun minimo, data dall'Equazione 2, di raggio $\frac{\lambda L}{2a}$. È bastato infine localizzare il punto di ordinata più bassa in ciascuno di questi intervalli, evidenziati nella (reference alla figura) da rette tratteggiate verticali.

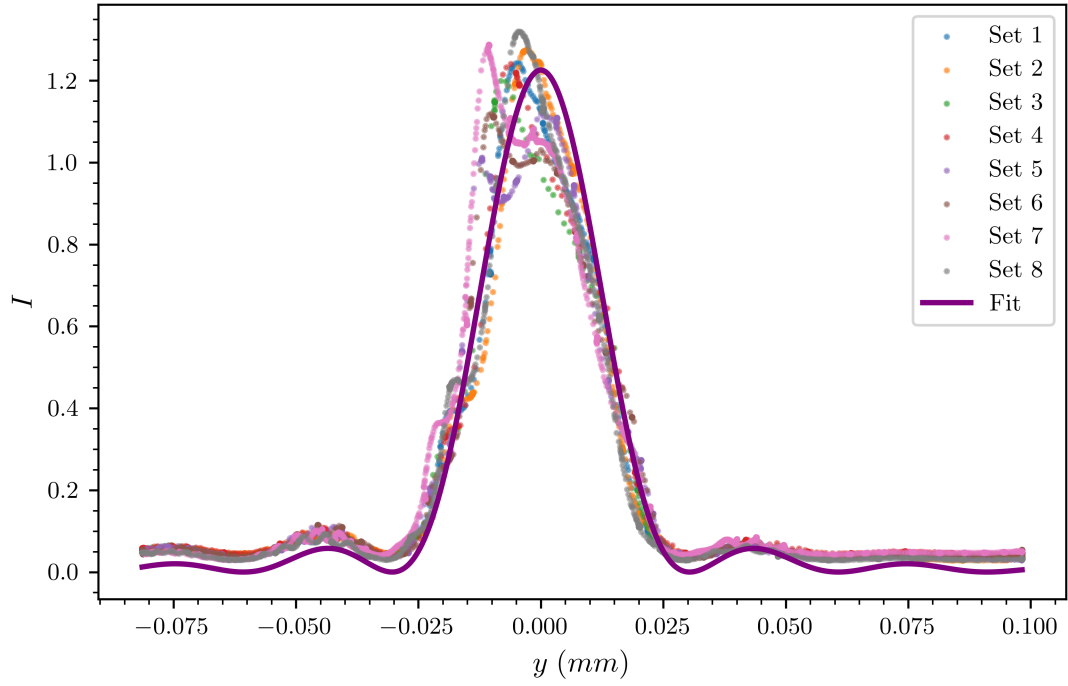


Figura 2: Grafico dell'intensità della luce in funzione della posizione (cm). I set riportati sul grafico sono tre, ciascuno riferito ad un'apertura del detector di 1.5, 1.0 e 0.5 mm. In questo caso, la fenditura utilizzata è quella da 0.02 mm. Si nota che i dati (in particolar modo quelli situati sul picco) non sono del tutto fedeli al fit.

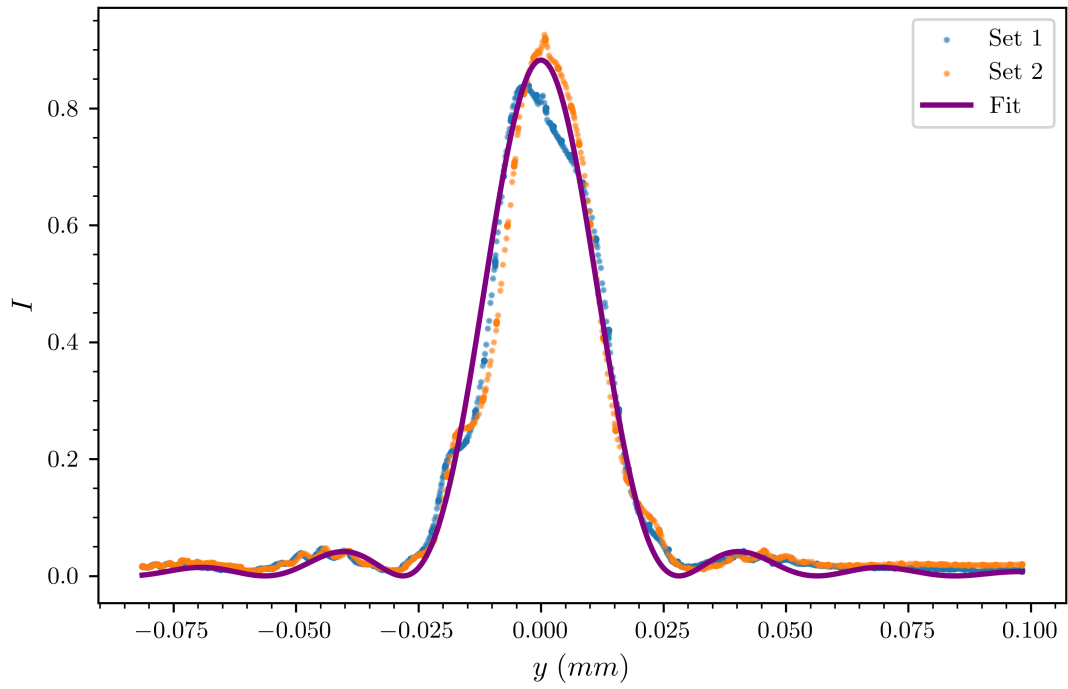


Figura 3

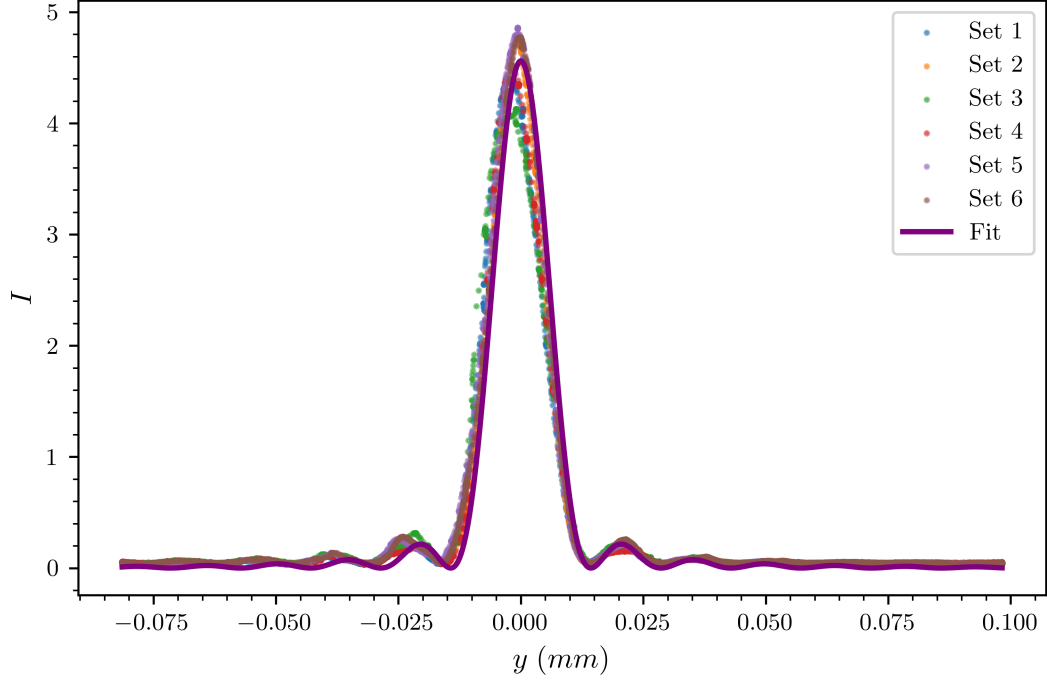


Figura 4: Grafico dell'intensità della luce in funzione della posizione (cm). I set riportati sul grafico sono tre, ciascuno riferito ad un'apertura del detector di 1.5, 1.0 e 0.5 mm; in questo caso la fenditura utilizzata è quella da 0.04 mm. Qui i dati presentano una migliore fedeltà alla forma del fit, nonostante ci sia un piccolo spostamento verso sinistra.

5 Conclusioni

A Approssimazione angolo θ

La legge che descrive l'intensità della luce su un punto dello schermo a distanza y dal centro è l'Equazione 3.

$$I(\theta) = I_0 \operatorname{sinc}^2 \left(\frac{\pi a}{\lambda} \cdot \sin(\theta) \right) \quad (3)$$

in cui θ è l'angolo formato in corrispondenza della fenditura tra la retta perpendicolare allo schermo, passante per il suo centro, e quella passante per il punto dello schermo preso in analisi.

Dato che la distanza tra la fenditura e lo schermo $L \gg y$ è possibile applicare l'approssimazione in Equazione 4.

$$\sin(\theta) \approx \theta = \arctan \left(\frac{y}{L} \right) \approx \frac{y}{L} \quad (4)$$

Si giunge quindi all'Equazione 1 utilizzata per il fit.

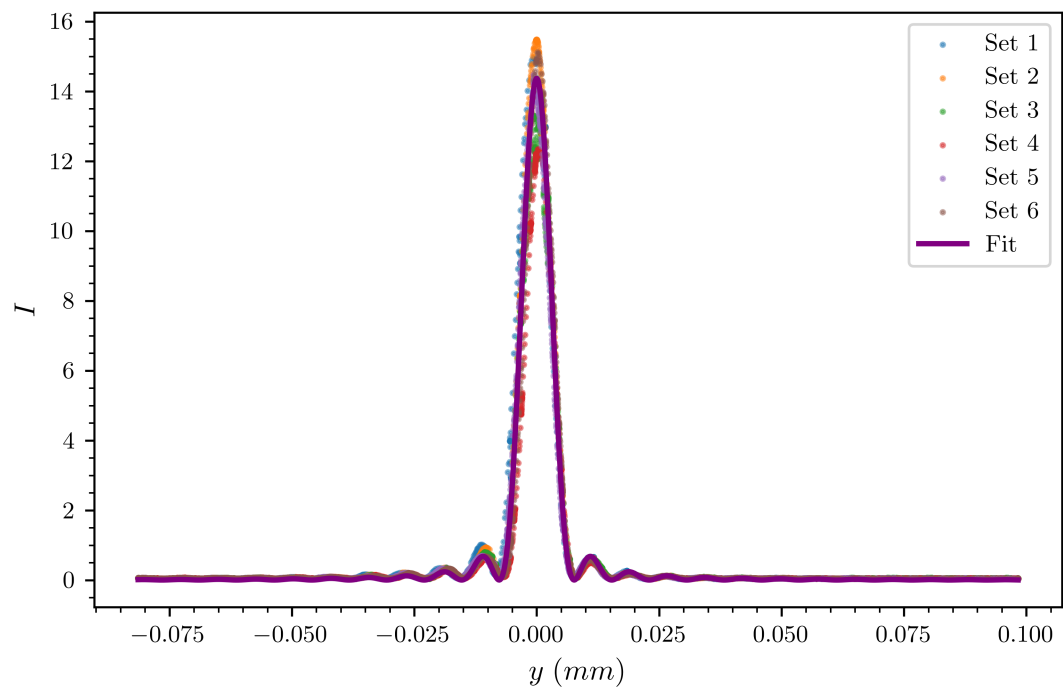


Figura 5: Grafico dell'intensità della luce in funzione della posizione (cm). I set riportati sul grafico sono tre, ciascuno riferito ad un'apertura del detector di 1.5, 1.0 e 0.5 mm; in questo caso la fenditura utilizzata è quella da 0.08 mm.