

Interferenza della luce

Apparecchiatura e materiale utilizzato:

- Schermo.
- Laser rosso (633 nm - 4 mW).
- Diaframma con fenditure sottili.
- Reticolo di diffrazione
- Porta reticolo.
- flessometro

Predisporre l'apparato sperimentale:

Per allineare il laser e il reticolo (o le fenditure), collocate il laser ad un estremo del tavolo.

Collocate il supporto del reticolo a pochi centimetri di distanza dal laser. Il piano del reticolo deve essere quanto più possibile parallelo alla parete (o schermo) su cui si proietta il fascio di luce. Collegare il laser all'alimentazione e accendetelo. Centrate il laser sul reticolo.

Sull'altro estremo del banco ottico (o della stanza se si usa tutta la lunghezza del laboratorio) montate uno schermo. Come schermo può essere utilizzato anche un foglio appeso alla parete.

Prima esperienza: Diffrazione da reticolo

Richiami di teoria: Il reticolo di diffrazione è un pezzo di materiale trasparente dove sono state "disegnate" una serie di righe equidistanti parallele che "disperdono" il fascio di luce incidente. La distanza tra le fenditure si dice passo del reticolo. Facendo incidere su di un reticolo un **fascio di luce bianca** è possibile ottenere uno spettro di I° ordine e uno spettro di II° ordine. Lo spettro del II° ordine è più largo e meno intenso e può sovrapporsi allo spettro del I° ordine.

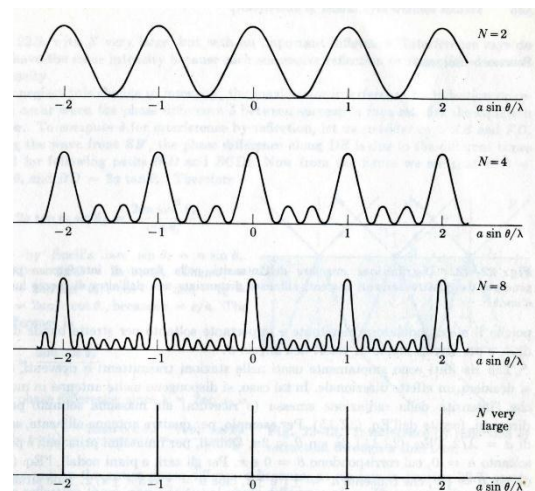
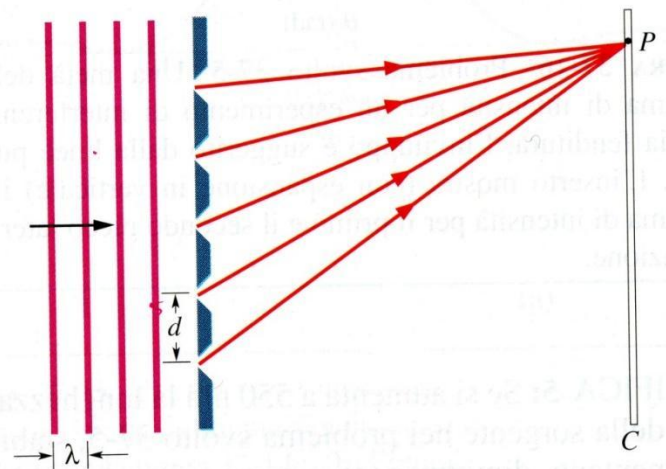
Quando la **luce monocromatica** passa attraverso il reticolo, i raggi emergenti percorrono distanze diverse prima di sovrapporsi sullo schermo, dove producono una figura di interferenza. Gli angoli nei quali si trovano i massimi principali di interferenza della luce sono dati da:

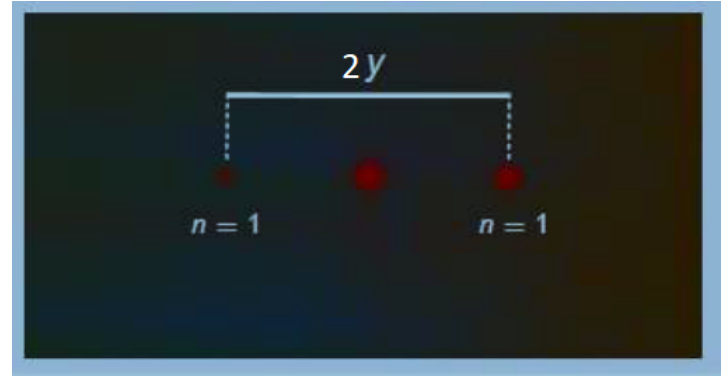
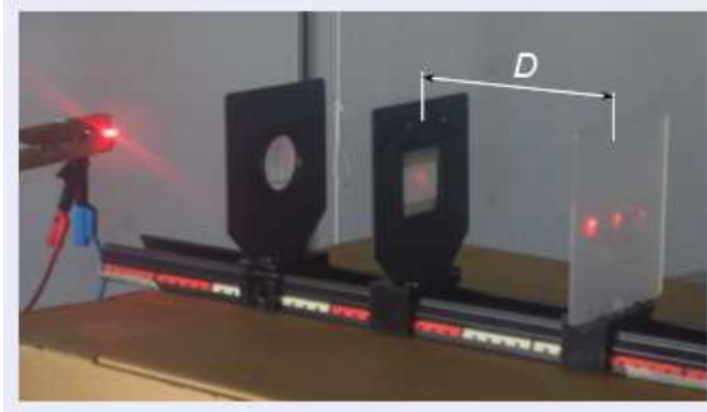
$$d \sin \theta = n \lambda \quad \text{con } n = 1, 2, 3, \dots$$

dove d è la separazione tra le fenditure (indicata sul diaframma), θ l'angolo dal centro della figura all' n -esimo massimo, λ la lunghezza d'onda della luce, e n l'ordine di diffrazione. Per calcolare l'ordine massimo che si può ottenere nella figura, si deve tener conto che

$$\sin \theta \leq 1, \quad n \lambda / d \leq 1 \quad \text{quindi } n \leq d / \lambda.$$

Lo spettro di frange è determinato dal fenomeno di diffrazione (dipendente dalla larghezza delle fenditure) e dal fenomeno di interferenza (dipendente dal passo del reticolo, cioè dalla distanza tra due fenditure successive)





Prototipo dell'apparecchiatura sperimentale

Grandezze misurate - Tabella 1

<i>Grandezza misurata</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Strumento utilizzato</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore misurato</i>
Lunghezza	D	metro a nastro	cm	vedi tabella 3
Lunghezza	y	Righello o metro a nastro	cm	vedi tabella 3

Caratteristiche degli strumenti utilizzati - Tabella 2

<i>Strumento</i>	<i>Sensibilità</i>	<i>Portata</i>
Metro a nastro/righello	0,1 cm	200,0 cm/30,0 cm

Misure dirette ed elaborazione delle misure - Tabella 3

n - ordine del massimo	y (m)	D (m)	d (m)	λ (m)	$\Delta\lambda$ %

Ricordiamo che $\sin\theta = \frac{y}{\sqrt{D^2+y^2}}$

Seconda esperienza: Diffrazione da fenditura singola

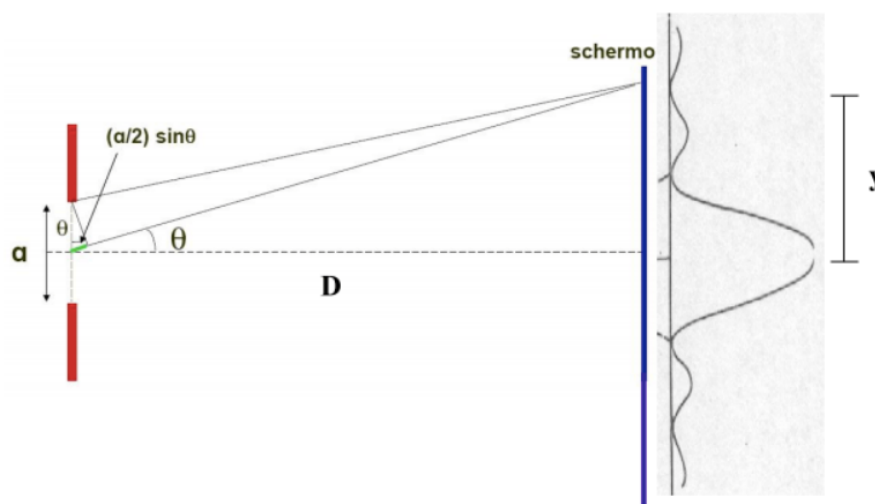
Obiettivo: Con questo esperimento si misurano le posizioni dei massimi e dei minimi di una figura di diffrazione da una fenditura singola e si confrontano con le posizioni previste dalla teoria.

Richiami di teoria: Gli angoli a cui corrispondono i minimi della figura di diffrazione della luce sono dati dalla relazione:

$$a \sin\theta = m\lambda \text{ con } m=1,2,3..$$

dove a è l'apertura della fenditura (talvolta è indicata sul telaio), θ l'angolo dal centro della figura al m -esimo minimo, λ la lunghezza d'onda della luce, e m l'ordine (1 per il primo minimo, 2 per il secondo etc).

Dato che gli angoli sono di solito molto piccoli, si può usare l'approssimazione: $\sin\theta = \tan\theta$. Dalla trigonometria: $\tan\theta = y/D$, dove y è la distanza del m -esimo minimo al centro della figura e D è la distanza della figura alla fenditura.



Quindi:

$$ay = m\lambda D \text{ con } m=1,2,3..$$

Procedura: Montate il laser a circa 3 cm dal disco con le fenditure e lo schermo all'estremo opposto della rotaia. Misurate la distanza tra la fenditura e lo schermo (notate che la posizione della fenditura non è quella del supporto).

Cercate di avere il buio in laboratorio. Mettete un foglio sullo schermo e con una matita segnate le posizioni dei minimi di luce della figura di diffrazione.

Accendete la luce e misurate la distanza tra i minimi di primo ordine e di secondo. Per una misura più accurata misurate la distanza tra un minimo e il suo simmetrico rispetto al centro della figura di diffrazione e dividetelo per due. Cambiate fenditura e ripetete le misure.

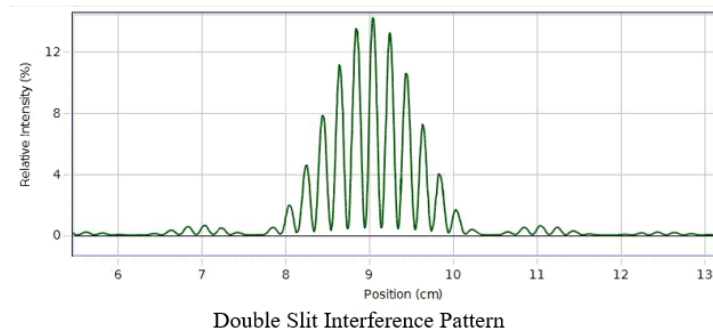
Con i dati raccolti potete determinare lo spessore delle fenditure e confrontarlo con quello riportato sul disco. In alternativa potete ricavare la lunghezza d'onda della sorgente. In questo caso determina il valore dell'errore relativo percentuale della lunghezza d'onda.

Rilevazione ed elaborazione dei dati

Misure dirette ed elaborazione delle misure - Tabella

m - ordine del minimo	y (m)	D (m)	a (m)	λ (m)	$\Delta\lambda$ %
-----------------------	-------	-------	-------	---------------	-------------------

Terza esperienza: Interferenza da fenditura doppia

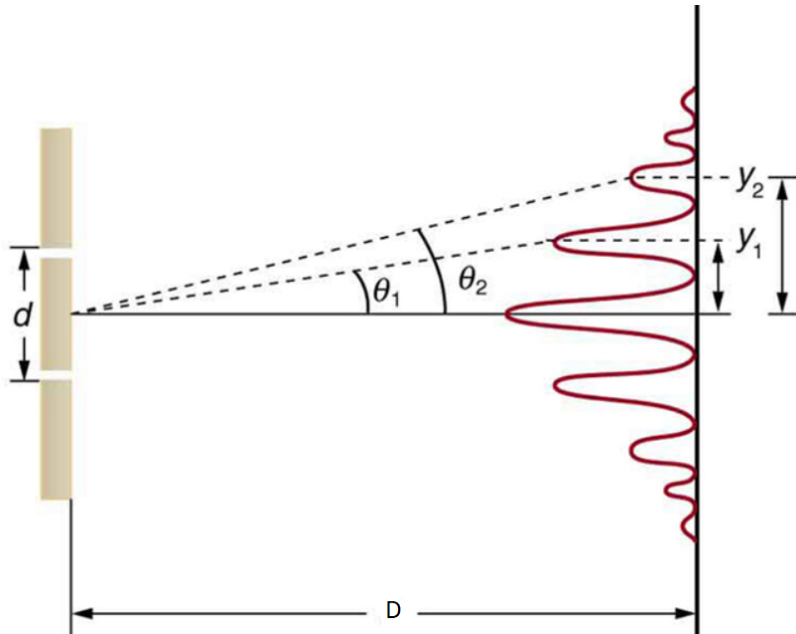


Obiettivo: con questo esperimento si misurano le posizioni dei massimi e minimi di una figura di interferenza da fenditura doppia e si confrontano con le posizioni previste dalla teoria.

Richiami di teoria: Quando la luce passa attraverso due fenditure, i due raggi emergenti differiscono tra di loro e producono una figura di interferenza. Gli angoli nei quali si trovano i massimi di interferenza della luce sono dati da:

$$d \sin\theta = n\lambda \quad \text{con } n=1,2,3..$$

dove d è la separazione tra le fenditure (talvolta indicata sul diaframma), θ l'angolo dal centro della figura al n -esimo massimo, λ la lunghezza d'onda della luce, e n l'ordine (0 per il massimo centrale, 1 per il primo massimo laterale, 2 per il secondo etc).



Approssimando come sopra:

$$dy = n\lambda D$$

Mentre le frange di interferenza sono create dall'interferenza della luce che arriva dalle due fenditure, c'è anche un effetto di diffrazione che è causato da ogni singola fenditura. Questo crea l'involuppo della figura.

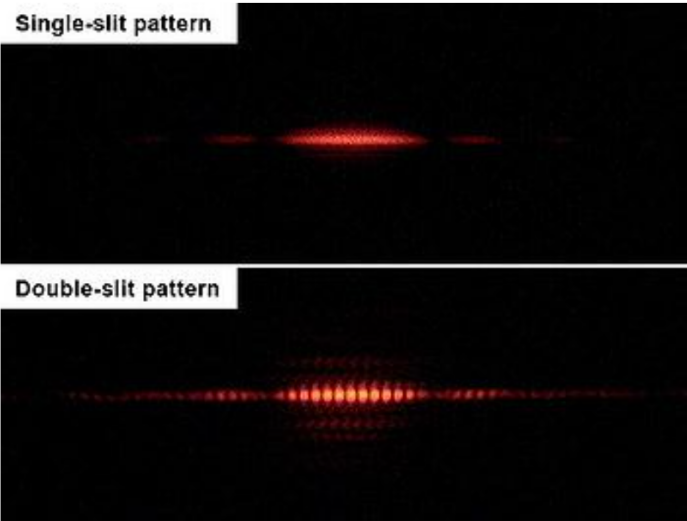
Ripetete le stesse misure fatte per la Parte I, iniziando con una coppia di fenditure e cambiando larghezza e distanza tra le fenditure. Analizzate i dati e confrontateli con la teoria. In particolare discutete come varia la distanza dei massimi quando cambia la dimensione e/o separazione delle fenditure e come varia la distanza tra il primo minimo dell'involuppo della diffrazione.

Rilevazione ed elaborazione dei dati

Misure dirette ed elaborazione delle misure - Tabella

n - ordine del massimo	y (m)	D (m)	a (m)	d (m)	λ (m)	$\Delta\lambda$ %

Confronta una figura di interferenza da una fenditura doppia di dimensione a scelta da voi con la figura di diffrazione da una fenditura singola con la stessa dimensione **a**.



Osservazione.

Tutti i fenomeni illustrati sono fenomeni alla Fraunhofer, cioè la sorgente ed il piano di osservazione sono posti all'infinito (onde piane)