

1002649 Specchio di Fresnel su asta

Istruzioni per l'uso

11/15 MH



- 1 Lastra di protezione in vetro acrilico
- 2 Asta, diametro 10 mm in acciaio legato
- 3 Cavaliere ottico (non fornito in dotazione)
- 4 Alloggiamento in alluminio nero anodizzato
- 5 Vite a testa zigrinata per la regolazione dello specchio
- 6 Specchio superficiale in vetro acrilico nero

Fig. 1 componenti

1. Norme di sicurezza

- Se si utilizza un laser, rispettare rigorosamente le avvertenze per la sicurezza qui indicate, ad es. Non guardare nel fascio!
- Durante gli esperimenti nessun osservatore deve percepire una sensazione di abbagliamento.

2. Descrizione

Con lo specchio di Fresnel è possibile eseguire esperimenti relativi all'interferenza della luce monocromatica coerente, dove mediante i due specchi a partire da una sorgente luminosa vengono prodotte due sorgenti luminose virtuali, che poi interferiscono.

L'idea di Fresnel, di fare interferire sorgenti luminose con l'ausilio di due specchi, è rappresentata in fig. 2. La luce in uscita da una sorgente luminosa puntiforme P (fascio laser parallelo con lente a monte) viene riflessa da due specchi in modo tale che i due fasci parziali si sovrappongano e interferiscano recipro-

camente. L'analisi dell'esperimento può essere eseguita in modo semplice, dal punto di vista matematico, e in modo chiaro, dal punto di vista fisico, determinando la distanza delle due sorgenti luminose puntiformi virtuali P_1 e P_2 e calcolando il modello di interferenza come sovrapposizione di onde circolari, in uscita da P_1 e P_2 .

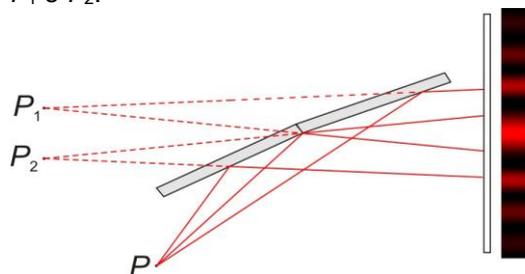


Fig. 2 principio di funzionamento dello specchio di Fresnel

Lo specchio di Fresnel è composto da due specchi parziali ciascuno da 29 mm x 45 mm in vetro acrilico. Poiché negli esperimenti viene impostata un'incidenza della luce a strisce, si produce una riflessione totale e il vetro acrilico funge da specchio superficiale. Uno dei due

specchi è applicato in modo saldo nell'alloggiamento, mentre l'altro specchio è regolabile con un'inclinazione compresa tra circa $-0,5^\circ$ e $+2^\circ$. Davanti ai due specchi è applicata una lastra di protezione in vetro acrilico, che non deve essere rimossa durante gli esperimenti. In tal modo si evitano contatti accidentali degli specchi. L'asta di supporto ha un diametro di 10 mm e una lunghezza tale per cui per il centro dello specchio si ottiene l'altezza standard di 150 mm.

3. Uso e manutenzione

- Lo specchio di Fresnel viene utilizzato con un'incidenza della luce a strisce, ossia viene inclinato di circa 1° - 2° rispetto al fascio luminoso. Dopo avere regolato la sorgente luminosa in modo tale che i due specchi vengano illuminati praticamente con la stessa intensità, i due fasci luminosi riflessi possono essere impostati con una certa inclinazione reciproca, avvitando la vite a testa zigrinata (5).
- Manutenzione: lo specchio di Fresnel in linea di principio non richiede manutenzione. Per quanto riguarda la pulizia, lo specchio può essere pulito a umido (acqua con detergente). Se possibile, rimuovere la polvere dagli specchi solamente a secco con un pennello morbido. Eventualmente è possibile pulirli anche con una soluzione detergente e un panno morbido.
- Conservazione: La conservazione dovrebbe essere a prova di polvere, eventualmente applicare sopra una busta di plastica.

4. Esecuzione dell'esperimento e analisi

Di seguito vengono la struttura dell'esperimento "classico", che viene analizzata sulla base di un esempio.

4.1 Esperimento classico sull'interferenza

4.1.1 Struttura dell'esperimento

Sono necessari i seguenti apparecchi:

1 Laser elio-neon	1003165
1 Obiettivo acromatico 10x/ 0,25	1005408
1 Specchio di Fresnel su asta	1002649
1 Banco ottico di precis. D,50 cm	1002630
3 Cavaliere ottico D, 90/50	1002635
1 Lente convergente $f = 200$ mm	1003025
1 Schermo di proiezione	1000608
1 Piede a barilotto, 1000 g	1002834
1 Metro a nastro tascabile, 2 m	1002603

La struttura dell'esperimento è visibile in fig. 3. Innanzitutto vengono montati il laser e la lente di ingrandimento che vengono allineati in modo tale che il fascio laser ingrandito dalla lente si sviluppi quasi parallelamente al banco ottico. Il percorso del laser può essere reso visibile con un foglio di carta. Non guardare direttamente nel fascio! Successivamente viene montato lo specchio di Fresnel con un'inclinazione di circa 1 - 2° rispetto al laser.



Fig. 3 Struttura dell'esperimento "Esperimento classico sull'interferenza".

Serrando la vite a testa zigrinata (5) adesso dovrebbe essere possibile regolare un'immagine sullo schermo posto ad una distanza di 2 - 3 m, che in linea di principio corrisponde alla fig. 4. A sinistra, accanto al modello di interferenza, sarà visibile anche un settore chiaro, che deriva dalla luce che cade accanto agli specchi. Oltre alle frange del modello di interferenza effettivo saranno visibili, in base alla qualità e alla pulizia del laser e della lente, anche altre frange di interferenza e altri anelli. È possibile una leggera limitazione del tipo di frange che verranno prodotte effettivamente dagli specchi, registrando la vite a testa zigrinata (5). Solo le frange, che durante tale operazione modificano la loro larghezza, sono frange di interferenza "corrette". La loro distanza dovrebbe essere regolabile con un margine di circa 1 - 4 mm.

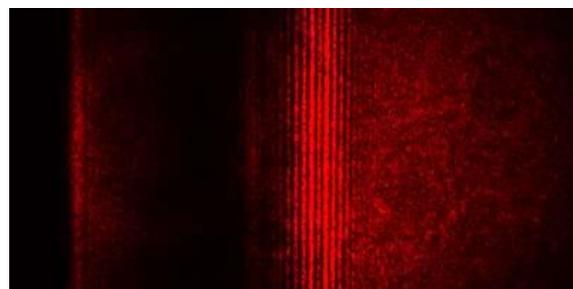


Fig. 4 Immagine di interferenza sullo schermo di osservazione. Sul bordo di sinistra si può riconoscere un'altra frangia chiara, che deriva dalla luce che cade accanto agli specchi.

4.1.2 Esecuzione dell'esperimento

- Durante un esperimento viene innanzitutto determinata la distanza D delle frange di

interferenza. Se ad esempio la distanza tra 7 valori massimi è pari a 24 ± 1 mm, allora $D = 3,43$ mm.

- Successivamente viene montata la lente da 200 mm e, se necessario, viene leggermente spinta, fino a quando sullo schermo compaiono due punti luminosi evidenti, che hanno una distanza di circa 3 - 15 mm (la luce che cade accanto allo specchio produce un terzo punto ad una distanza maggiore ancora più a sinistra). Può essere eventualmente vantaggioso per la misurazione, se i punti luminosi hanno dimensioni leggermente superiori rispetto a quelle minime della lente messa a fuoco. In questo esempio la distanza die punti luminosi è pari a $A = 6,8$ mm ed è stata determinata con un calibro a corsoio.
- L'ultima dimensione necessaria per l'analisi è la distanza b esistente tra la lente da 200 mm e lo schermo di osservazione ($b = 2700$ mm).

4.1.3 Analisi dell'esperimento

Come già spiegato sulla base della fig. 2, l'immagine di interferenza può essere interpretata come sovrapposizione della luce di due sorgenti luminose puntiformi P_1 e P_2 . Affinché sullo schermo di osservazione si formi un valore massimo di intensità, il ritardo ottico d esistente tra due raggi, in uscita da P_1 e P_2 , deve corrispondere esattamente alla lunghezza d'onda λ o a un multiplo intero di λ . Con le grandezze definite in fig. 5 si ottiene:

$$\frac{d}{a} = \sin \varphi \quad (1)$$

e

$$\frac{D}{L} = \tan \varphi \quad (2)$$

Con angoli φ sufficientemente piccoli si ha $\sin \varphi \approx \tan \varphi$. Inoltre se $d = \lambda$ (primo valore massimo), ne consegue dalle equazioni 1 e 2:

$$\lambda = a \cdot \frac{D}{L} \quad (3)$$

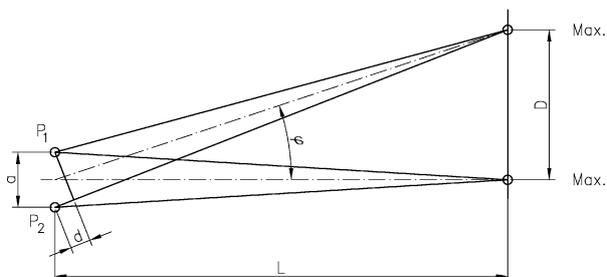


Fig. 5 Formazione di valori massimi dell'intensità, se $d = n \lambda$ (n è un numero intero).

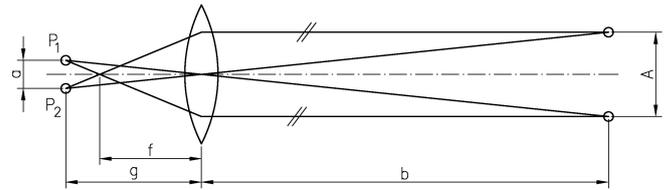


Fig. 6 Determinazione della distanza a delle sorgenti luminose puntiformi virtuali con l'utilizzo di una lente (ad es. $f = 200$ mm). Vengono misurate le distanze A e b .

- La determinazione della distanza a delle sorgenti luminose puntiformi virtuali è rappresentata in fig. 6. Applicando il teorema di Thales si ottengono direttamente i due rapporti

$$\frac{a}{A} = \frac{g}{b} \quad (4)$$

e

$$\frac{a}{A} = \frac{g-f}{f} \quad (5)$$

- Equiparando le due equazioni per l'eliminazione di a/A e la definizione in base a g si ottiene

$$g = \frac{bf}{b-f} \quad (6)$$

- Se ciò viene inserito nell'equazione 4, può essere determinato a ed essere inserito nell'equazione 3. La lunghezza L che ancora manca nell'equazione 3 si ottiene, in base alla fig. 6, dalla somma delle distanze g e b . Inserendo tutto ciò nell'equazione 3, si ottiene:

$$\lambda = \frac{ADF}{b^2}$$

- Per l'esempio si ottiene $\lambda = 640$ nm, che corrisponde adeguatamente all'indicazione del costruttore per il laser utilizzato (632,8 nm).