

MISURA DELLA DISTANZA FOCALE DI UNA LENTE CONVERGENTE

La distanza focale f di una lente convergente sottile è data dalla formula:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q} \quad (1)$$

da cui

$$f = \frac{pq}{p+q} \quad (2)$$

dove p e q sono, rispettivamente, le distanze oggetto-lente e immagine-lente.

L'ingrandimento m , cioè il rapporto tra l'altezza dell'immagine i e l'altezza dell'oggetto o , vale:

$$m = \frac{i}{o} = \frac{q}{p} \quad (3)$$

L'inverso della distanza focale rappresenta la potenza Π della lente; se f è misurata in metri, l'unità di misura della potenza Π è la diottria:

$$\Pi = \frac{1}{f} \quad (4)$$

Per la misura della distanza focale di una lente convergente si dispone di un banco ottico (vedi Fig. 1). La misura può essere effettuata mediante una applicazione diretta della (2) o mediante il metodo di Bessel.

Il metodo di Bessel consente anche di determinare l'eventuale presenza di errori sistematici introdotti dall'apparato sperimentale. Infatti in tale metodo, quando $D > 4f$, le due posizioni della lente per le quali si ottiene una immagine nitida, dovrebbero essere simmetriche rispetto al centro del sistema oggetto-schermo. Una eventuale deviazione da tale simmetria è indicativa della presenza di errori sistematici nell'apparato.

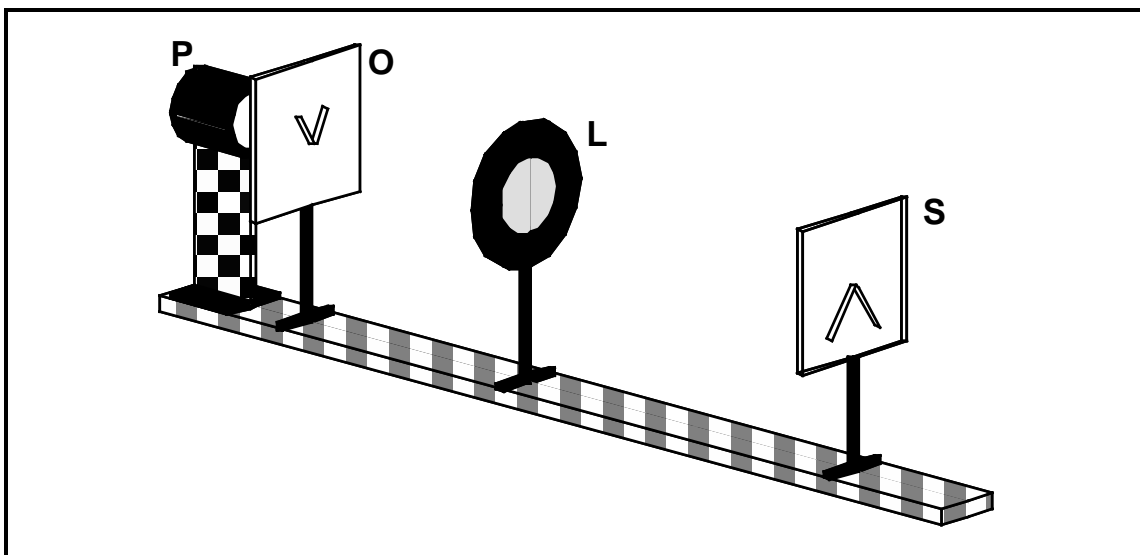


Fig. 1

Modo di operare

A) Determinazione della distanza focale mediante applicazione diretta della formula (2)

1. Accendere la sorgente luminosa (un proiettore P).

2. Fissare l' oggetto **O** (una "V" incisa in una lastra opaca) vicino alla sorgente luminosa.
3. Fissare la lente **L** a una distanza arbitraria **p** dall' oggetto.
4. Spostare lo schermo **S** finché su questo si osserva nitida l' immagine dell' oggetto illuminato. (Si noti che questo non avverrà mai se $p < f$, cioè se l' oggetto è posto tra la lente e il suo fuoco, essendo in tal caso l' immagine virtuale. Se questo si verifica, basta aumentare per tentativi la distanza tra oggetto e lente. Quando essa diventa maggiore della distanza focale **f**, l' immagine apparirà sullo schermo).
5. In queste condizioni, misurare le distanze **p** e **q** leggendo le posizioni di oggetto, lente e schermo direttamente sul regolo del banco ottico. Per determinare correttamente l' errore su **q**, bisogna tenere conto che l' incertezza sulla posizione dello schermo è data dal semi-intervallo entro il quale l' immagine appare ugualmente nitida.
6. Misurare con un regolo o calibro le dimensioni dell' oggetto illuminato **i** e dell' immagine **o**.
7. Determinare la distanza focale **f** mediante la formula (2) e l' ingrandimento **m** mediante la (3), Confrontare il valore di **m** dato dal rapporto q/p con il valore dedotto dalla misura diretta di **i** e **o**.
8. Ripetere le operazioni 3.-7. per diversi valori di **p**. Dedurre **f** mediante la (2) da ciascuna misura separatamente e calcolare il valore medio $\langle f \rangle$.

9. La distanza focale f può essere determinata anche utilizzando simultaneamente tutte coppie (p, q) misurate, mediante un best-fit della (1), opportunamente linearizzata. Ponendo $x=1/p$ e $y=1/q$ la (1) si può scrivere $y=ax+b$. Ottenuti i coefficienti a e b dal best-fit, dovrebbe risultare $a \approx -1$, mentre b rappresenterà $1/f$.
10. Esprimere la potenza Π della lente in diottrie mediante la (4).

B) Determinazione della distanza focale con il metodo di Bessel

1. Riportare lente e schermo vicini all' oggetto.
2. Mantenendo fermo l' oggetto, allontanare gradualmente schermo e lente, facendo in modo che la lente si trovi sempre a metà distanza oggetto-schermo. La minima distanza D fra oggetto e schermo per cui l' immagine sullo schermo appare nitida corrisponde a:

$$D = 4 f \quad (5)$$
3. Si noti che la posizione dello schermo in tale metodo può essere individuata con migliore precisione. Infatti bisogna individuare la posizione in cui, oltre a apparire nitida, l' immagine ha anche le stesse dimensioni dell' oggetto. Ciò perché nella condizione di Bessel $p=q=2f$, e poiché $p=q$, deve essere per la (3) $i=o$ ($m=1$).
4. Dedurre la distanza focale f dalla (5) e confrontarla con il valore ottenuto dalla (2).

C) Valutazione degli errori sistematici

1. Fissando diversi valori di D , tutti $>4f$, individuare per ciascun D scelto le due posizioni della lente che danno un'immagine nitida sullo schermo. Misurare le distanze, s e d , di tali due posizioni rispetto al *punto medio* della distanza oggetto-schermo, che ovviamente è diverso per ogni D .
2. Se per ciascun D scelto, s e d sono uguali tra loro (entro gli errori con cui ciascuno è misurato) non vi sono errori sistematici. Se non lo sono, costruire l'istogramma delle frequenze della grandezza $\eta = s - d$ al variare di D e calcolare, per la distribuzione di tale variabile, assunta gaussiana, il valore medio η_{best} e lo scarto quadratico medio σ_η .
 $\eta_{best} \pm \sigma_\eta$ costituisce la nostra miglior stima degli errori sistematici dovuti a eventuali difetti dell'apparato sperimentale nella misura della distanza focale della lente.