

CALCOLO DELLA DISTANZA FOCALE E VERIFICA DELLA LEGGE DEI PUNTI CONIUGATI

SCOPO DELL'ESPERIENZA

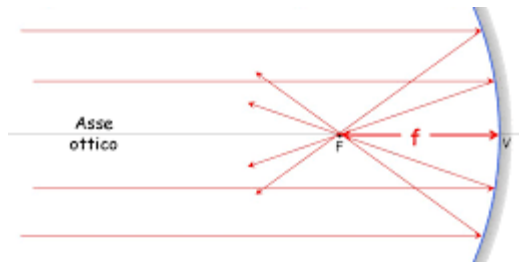
Capire come si formano le immagini nelle lenti, come si misura la distanza focale e verificare la legge dei punti coniugati.

MATERIALE UTILIZZATO

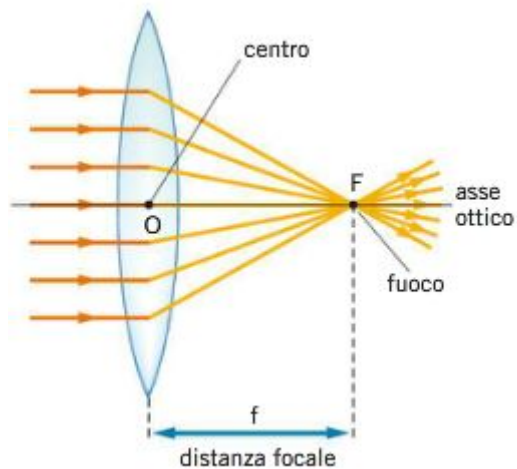
Lente convergente (o biconcava) di cui non si conosce la distanza focale, specchio concavo, fonte di luce, sia naturale che artificiale (come una lampadina), uno schermo, metro per misurare la distanza focale, lente di ingrandimento.

PREMESSA TEORICA

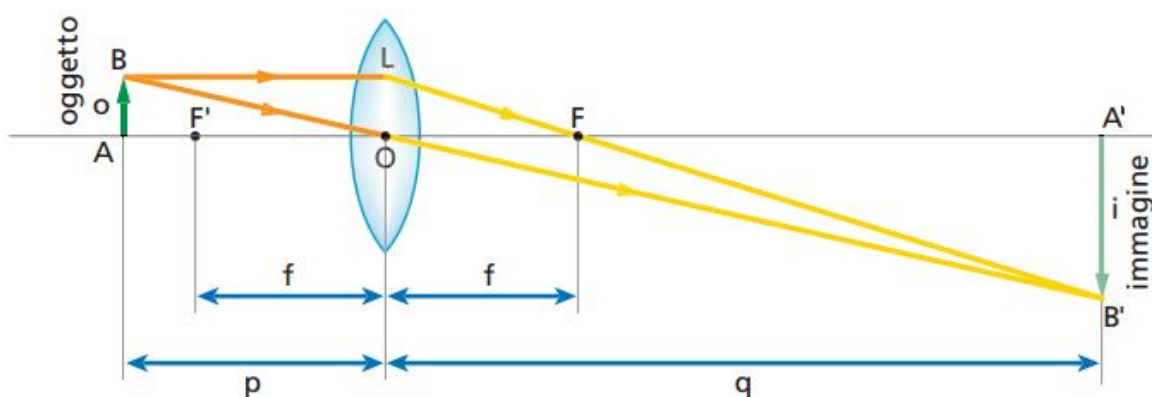
- **Specchio:** Corpo con una parte di superficie levigata, la quale produce immagini per riflessione della luce.
- **Specchio concavo:** specchio curvo con la parte concava riflettente. Converge tutti i raggi in un unico punto chiamato "F" posto sull'asse ottico.



- **Lente:** elemento ottico che ha la proprietà di concentrare o di far divergere i raggi di luce. Grazie a questa proprietà può formare immagini ingrandite, rimpicciolite, reali o "virtuali", di oggetti. Normalmente è realizzata in vetro o materiali plastici.
- **Lente biconcava (o convergente):** le lenti convergenti sono più spesse al centro che ai bordi. Data la particolare geometria, la deviazione operata da queste lenti è tale che un insieme di raggi che giungano con direzione parallela all'asse ottico vengano portati a convergere tutti in uno stesso punto detto fuoco.



- **Asse ottico:** è la linea immaginaria che definisce la traiettoria della luce attraverso un sistema. Nel caso di semplici lenti e specchi, l'asse ottico passa attraverso il loro centro di curvatura e coincide con l'asse di simmetria rotazionale.
- **Centro ottico:** il punto posto sull'asse ottico in cui un raggio luminoso, attraversandolo, non subisce alcuna deviazione, coincide con il centro della lente.
- **Distanza focale:** la distanza focale o lunghezza focale (definita "f", che sta per "fuoco") coincide con lo spazio misurato tra il centro ottico di una lente sottile ed il punto di focalizzazione dei raggi paralleli entranti, emessi da un punto luce posto all'infinito, ovvero posto una distanza molto grande rispetto alla lente, dimodochè i raggi siano quasi paralleli.
- **Raggio:** è congruente al doppio della distanza focale. È la distanza di uno dei due fuochi dall'origine.



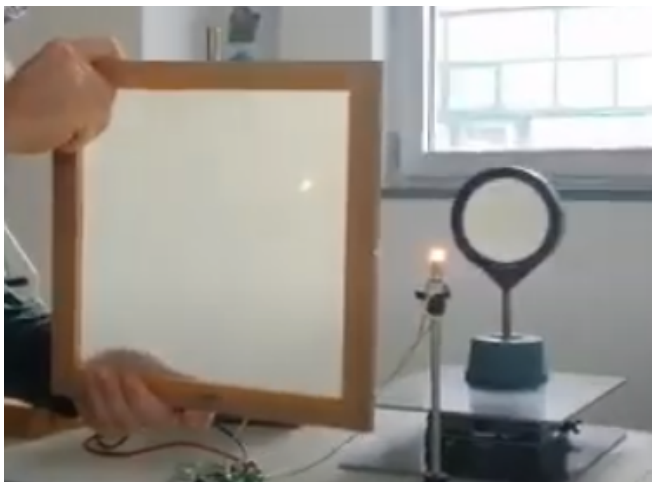
- **p:** distanza dell'oggetto rispetto al centro ottico della lente.
- **q:** distanza dell'immagine dell'oggetto che si è creata rispetto al centro ottico della lente:
Se $q > 0$ immagine reale

Se $q < 0$ immagine virtuale

- **Legge dei punti coniugati:** la legge dei punti coniugali afferma che la somma degli inversi delle distanze tra il vertice dello specchio e un oggetto posto sul suo asse ottico e la distanza tra il vertice e l'immagine coniugata è equivalente all'inverso della distanza del fuoco dal vertice dello specchio.
$$\frac{1}{q} + \frac{1}{p} = \frac{1}{f}$$
- **Potere diottrico:** distanza focale (misurata in diottrie) di una lente.
- **Diottria:** unità di misura (in m^{-1}) del potere di rifrazione di un sistema ottico o di una semplice lente, come nel nostro caso.
- **G:** ingrandimento dell'immagine, si calcola con il rapporto tra l'altezza di "q" e l'altezza di "p", oppure con la formula $-q/p$:
Se $G > 1$ → immagine ingrandita
Se $G < 1$ → immagine rimpicciolita
Se $G > 0$ → immagine diritta
Se $G < 0$ → immagine capovolta
- **Distanza infinita:** si dice che una fonte di luce è posta a distanza infinita da una lente quando è posta ad una distanza molto grande rispetto alla lunghezza focale della lente, in modo che i raggi incidenti su di essa siano quasi paralleli. La stessa cosa vale per i raggi uscenti dalla lente, si dice che sono proiettati all'infinito quando sono pressoché paralleli e l'immagine a fuoco è a grandissima distanza.

ESECUZIONE DELL'ESPERIENZA

Per introdurre l'argomento, la prima cosa che abbiamo fatto è stata provare ad utilizzare uno specchio concavo, posizionando la fonte di luce davanti ad esso, e posizionando uno schermo dietro la fonte di luce, in modo che i raggi si concentrassero tutti in un unico punto ben visibile sullo schermo.



La seconda cosa che abbiamo fatto è stata provare ad utilizzare una lente biconcava con una distanza focale di circa 20 cm, posizionando poco dopo questa distanza la fonte di luce artificiale dalla lente, e posizionando di nuovo uno schermo dietro di essa, per osservare di nuovo i raggi convergere sullo schermo. Abbiamo diminuito costantemente "p", ovvero la distanza tra la lente e la fonte di luce, e notato che più diminuiva, più "q", ovvero la distanza dalla lente allo schermo, aumentava.



Abbiamo poi notato che, quando abbiamo avvicinato la fonte di luce artificiale oltre i 20 cm, quindi quando "p" era minore di questa misura, i raggi di luce non convergevano sullo schermo, l'immagine era difatti virtuale.

In seguito abbiamo usato ben 3 modi diversi per calcolare la distanza focale delle lenti convergenti:

1-Il **primo metodo** consisteva nel posizionare una fonte di luce, quindi "p", all'infinito, e di avvicinare o allontanare la lente da uno schermo, finché l'immagine non si fosse vista ben a fuoco sopra di esso.



In questo caso con la luce artificiale della lampadina.



In questo caso, invece, la luce è naturale, e deriva da una porta aperta dall'altro lato della stanza.

Una volta fatto ci è bastato misurare la distanza tra la lente e lo schermo per ricavare la sua distanza focale.

2- **Il secondo metodo**, invece, consisteva nel posizionare la lente in modo tale da lasciare propagare i raggi uscenti da essa all'infinito, ovvero ad una distanza molto elevata rispetto alla lente in modo che i raggi siano quasi paralleli tra loro. Dopodichè, ci è bastato trovare "p", cioè la giusta distanza tra la lampadina e la lente, per fare in modo che l'immagine sia a fuoco, e misurarla:



3- **Il terzo metodo** consisteva nel posizionare "p" e "q" in modo equidistante dalla lente; continuando a modificare la loro distanza da essa, mantenendoli però congruenti fra loro, fino a che abbiamo trovato il punto in cui l'immagine risultava essere a fuoco.



Abbiamo, infine, misurato la distanza tra “p” e “q”, trovato la sua metà e ottenuto così la focale della lente. Anche qui abbiamo provato ad avvicinare la fonte di luce oltre la distanza focale della lente, e notato che i raggi non si concentravano in un punto sullo schermo, perché si creava un’immagine virtuale:



Infine abbiamo utilizzato una lente di ingrandimento:



Abbiamo constatato che la lente ingrandisce la molla perché essa è posta ad una distanza dalla lente minore della distanza focale della lente, appunto, formando un'immagine virtuale ingrandita.

DATI

Durante i vari esperimenti abbiamo preso delle misure di alcuni di essi e in seguito verificato la legge dei punti coniugati:

Prima volta

Dati presi:

$$p = 84,5 \text{ cm}$$

$$q = 24,5 \text{ cm}$$

$$f = 19 \text{ cm}$$

Verifica:

$$1/p = \text{circa } 0,0118 \text{ cm}$$

$$1/q = \text{circa } 0,0408 \text{ cm}$$

$$1/f = \text{circa } 0,0527 \text{ cm}$$

$$0,0118 + 0,0408 = \text{circa } 0,0527 \text{ cm}$$

Seconda volta

Dati presi:

$$p = \text{circa } 48 \text{ cm}$$

$$q = \text{circa } 31 \text{ cm}$$

$$f = \text{circa } 18,8 \text{ cm}$$

Verifica:

$$1/p = \text{circa } 0,0208 \text{ cm}$$

$$1/q = \text{circa } 0,0323 \text{ cm}$$

$$1/f = \text{circa } 0,0531 \text{ cm}$$

$$0,0208 + 0,0323 = \text{circa } 0,0531 \text{ cm}$$

Terza volta

Dati presi

$$p = \text{circa } 25 \text{ cm}$$

$$q = \text{circa } 80 \text{ cm}$$

$$f = 19 \text{ cm}$$

Verifica:

$$1/p = \text{circa } 0,0400 \text{ cm}$$

$$1/q = \text{circa } 0,0125 \text{ cm}$$

$$1/f = \text{circa } 0,0525 \text{ cm}$$

$$0,0400 + 0,0125 = \text{circa } 0,0525 \text{ cm}$$

CONCLUSIONE

All'inizio dell'esperienza abbiamo dimostrato che uno specchio concavo converge tutti i raggi luminosi in un unico punto.

Dopo vari esperimenti siamo riusciti a capire bene i modi per misurare la distanza focale delle lenti, e in seguito siamo riusciti a verificare la legge dei punti coniugati grazie ai dati che avevamo preso in precedenza, dimostrando che la somma dell'inverso di "p" e "q" dava come risultato l'inverso di "f". Inoltre abbiamo dimostrato che se "p" è minore della distanza focale l'immagine formata è virtuale, e nel caso della lente di ingrandimento è quindi ingrandita.