

## ESPERIENZA 8

### Effetto divergente di uno specchio convesso: osservazione

#### 1. Argomenti

- Osservare la riflessione di raggi paralleli su uno specchio convesso

#### 2. Montaggio

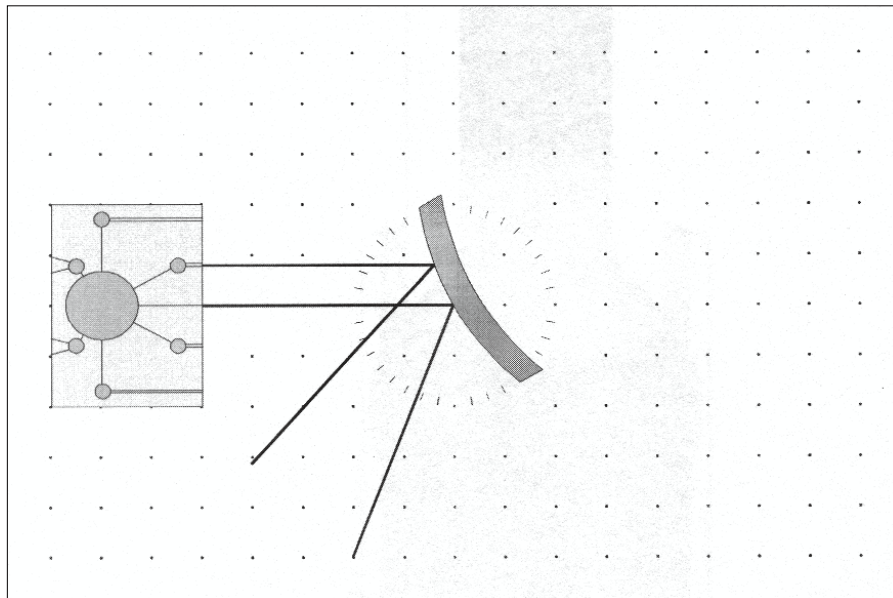


Fig.1.

#### 3. Note al montaggio

- 3.1 Fissare la lampada a raggio multiplo e lo specchio convesso come mostrato in fig. 1.
- 3.2 Dirigere il raggio medio e un altro raggio parallelo a questo sullo specchio convesso che è ruotato verso il basso di un piccolo angolo.

#### 4. Esecuzione dell'esperimento

- 4.1 Osservare il cammino dei raggi riflessi.

#### 5. Risultati

- 5.1 Dopo la riflessione su uno specchio convesso, i raggi di luce non sono più paralleli. Questi dopo la riflessione divergono. Gli specchi convessi hanno un effetto divergente.

# Distanza focale e raggio di curvatura di uno specchio convesso

## 1. Argomenti

- Visualizzare l'asse ottico di uno specchio convesso
- Riflessione di raggi paralleli all'asse ottico di uno specchio convesso (determinazione del fuoco  $F$  e della distanza focale  $f$ )
- Studiare i raggi riflessi su se stessi da uno specchio convesso (determinazione del centro di curvatura  $C$  e del raggio di curvatura  $r$ )

## 2. Montaggio

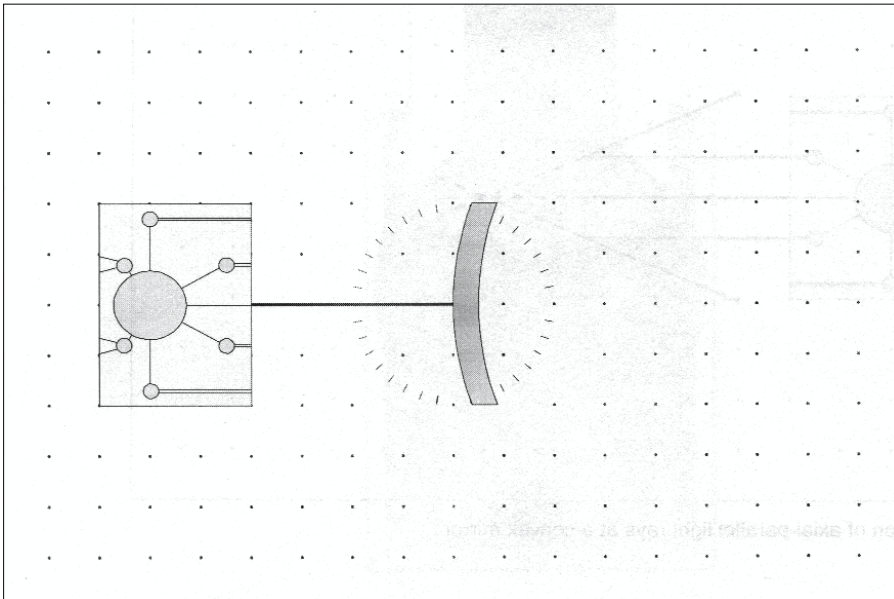


Fig.1.

## 3. Note al montaggio

- 3.1 Fissare la lampada a raggio multiplo e lo specchio convesso come mostrato in fig. 1.
- 3.2 Dirigere solo il raggio medio sullo specchio convesso.

#### 4. Esecuzione dell'esperimento

- 4.1 Allineare lo specchio convesso in modo che il raggio medio incida nel centro dello specchio (vertice) e sia riflesso su se stesso.
- 4.1.2 Tracciare l'asse ottico del sistema; indicare il vertice V e porvi l'origine O di un asse x diretto lungo l'asse ottico verso la sorgente luminosa.
- 4.2 Dirigere i due raggi vicini e paralleli al raggio medio sullo specchio. Osservare il cammino dei raggi e tracciare i raggi riflessi con un pennarello. Segnare il vertice con un pennarello, e rimuovere lo specchio. Prolungare a destra l'asse ottico e i raggi riflessi. Segnare l'intercetta dei prolungamenti e denominarla F (vedere fig. 2)
- 4.2.2 Indicare la coordinata x del punto F con errore  $x_F \pm \sigma_{x_F}$ .  
Determinare il valore della distanza focale OF, con errore  $f \pm \sigma_f$ .

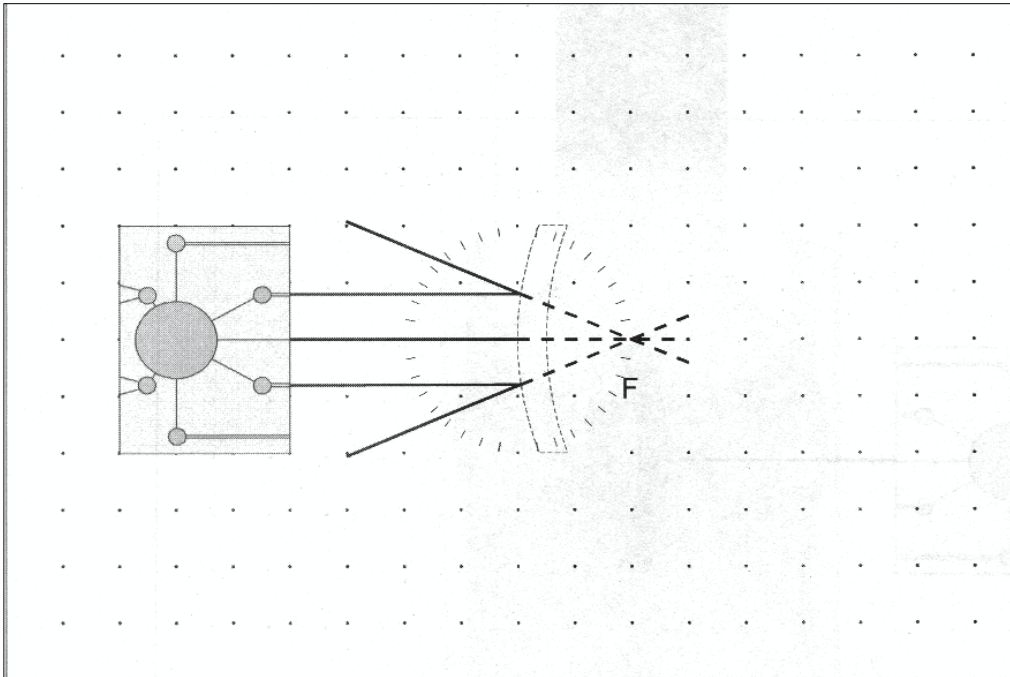


Fig.2. Riflessione di raggi paralleli all'asse ottico su uno specchio convesso

- 4.3 Dirigere i due raggi vicini al raggio medio in modo da farli riflettere su se stessi. Osservare il cammino dei raggi, e tracciare i raggi con un pennarello. Rimuovere lo specchio, e prolungare a destra i raggi riflessi su se stessi. Tracciare l'intercetta dei prolungamenti con un pennarello e denominarla C (vedere fig. 3).

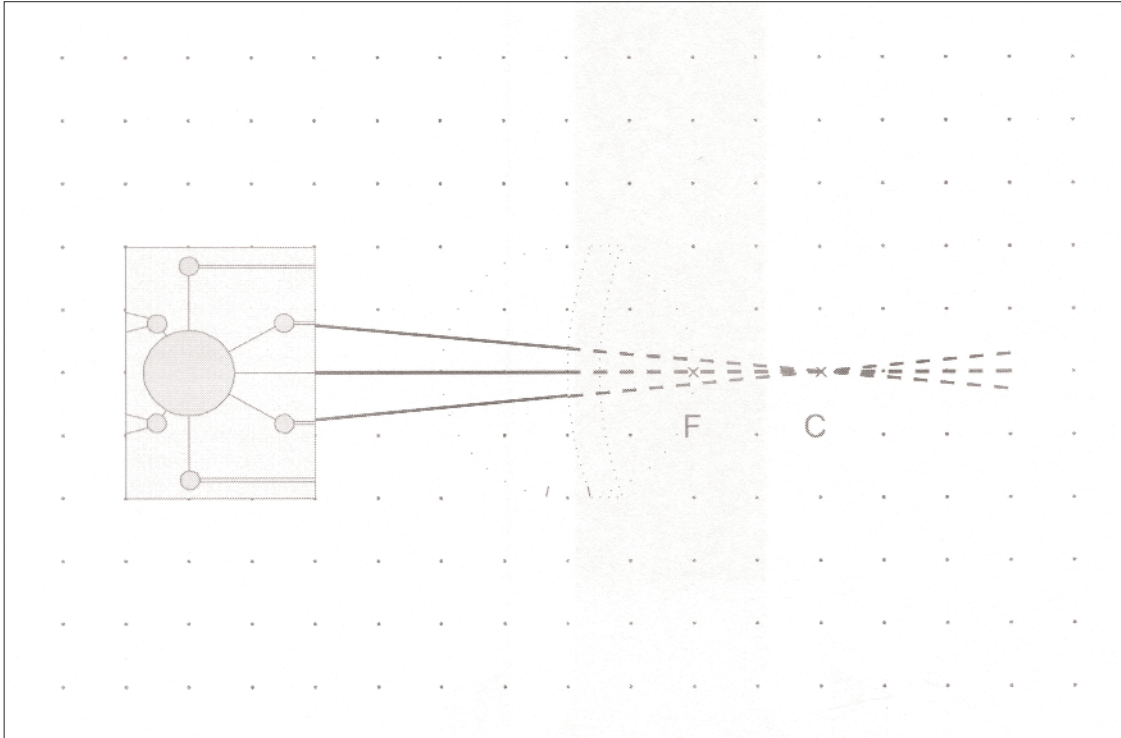


Fig. 3 Raggi riflessi su se stessi da uno specchio concavo.

4.3.2 Indicare la coordinata  $x$  del punto C con errore  $x_C \pm \sigma_{x_C}$ .

Determinare il valore del raggio dello specchio, con errore  $r \pm \sigma_r$ .

4.4 Misurare la distanza di F e C dal vertice.

4.4.2 Verificare che, entro gli errori, valga la relazione  $f = r/2$  (regola dei  $2\sigma$ ).

4.5 Rideterminare i punti F e C per 5 volte, spostando e riposizionando ogni volta lo specchio. Calcolare il valore medio delle 5 misure di  $f$  e  $r$ , con relativi errori (deviazione standard delle misure o sensibilità dello strumento se la deviazione standard risulta minore della sensibilità).

4.6 Ripetere la verifica del punto 5.4.2 sui valori medi di  $f$  e  $r$ .

## 5. Risultati

5.1 Un raggio che incide perpendicolarmente nel centro (vertice) di uno specchio convesso e, inoltre, si riflette su se stesso è chiamato raggio assiale. Questo determina l'asse ottico.

5.2 I raggi di luce paralleli all'asse ottico sono riflessi da uno specchio convesso come se provenissero da un fuoco virtuale dietro lo specchio convesso. (Nota: Anche nello specchio convesso ci sono le aberrazioni sferiche: solo i raggi riflessi

dei raggi paralleli parassiali hanno la loro origine virtuale nel fuoco. Anche l'origine virtuale dei raggi paralleli abassiali si trova sull'asse ottico, ma è più vicina al vertice). Vedere con i raggi più esterni, se c'è tempo.

- 5.3 I prolungamenti dei raggi riflessi su se stessi da uno specchio convesso si incrociano nel centro di curvatura C sull'asse ottico dietro lo specchio.
- 5.4 La distanza fra il fuoco F e il vertice è chiamata distanza focale  $f$ . Le distanze dei punti virtuali dal vertice sono per definizione negative. La distanza fra il centro di curvatura M e il vertice è il raggio di curvatura  $r$ . Il raggio di curvatura  $r$  è il doppio della distanza focale  $f$ :  $r = 2f$ . Notare che  $r$  è negativo perché C si trova dietro lo specchio.

# Immagini virtuali in uno specchio convesso

## 1. Argomenti

- Studiare la posizione, la dimensione e l'ingrandimento di immagini virtuali in uno specchio convesso in funzione della distanza dell'oggetto. L'oggetto è rappresentato come una freccia che parte dall'asse ottico.

## 2. Montaggio

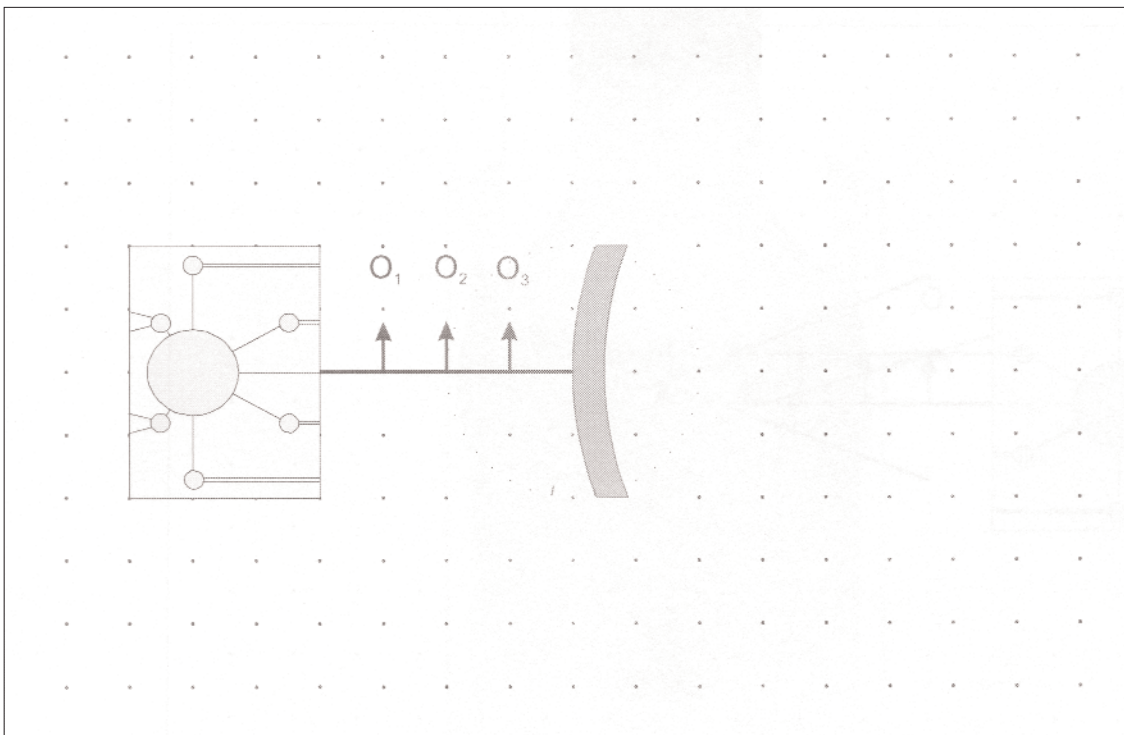


Fig. 1

## 3. Note al montaggio

- 3.1 Fissare la lampada a raggio multiplo e lo specchio convesso come mostrato in fig. 1. Allineare lo specchio convesso in modo che il raggio medio incida nel centro dello specchio (vertice V) e sia riflesso su se stesso.
- 3.1.2 Disegnare l'asse ottico e gli assi x e y, con origine in  $O=V$ .
- 3.2 Disegnare tre frecce (altezza oggetto  $O=4.2$  cm) sull'asse ottico alle distanze  $p=5$  cm, 10 cm e 15 cm dal vertice. Indicare le coordinate dei vertici delle frecce con errori:  $O_1 (x_1, y_1)$ ,  $O_2 (x_2, y_2)$ ,  $O_3 (x_3, y_3)$ .

#### 4. Esecuzione dell'esperimento

- 4.1 Dirigere i due raggi di luce sopra il raggio medio in modo da farli incrociare sulla freccia  $O_1$ .
- 4.2 Osservare il cammino dei raggi di luce, e tracciare l'asse ottico e i raggi riflessi con un pennarello.
- 4.3 Segnare il vertice con un pennarello, e rimuovere lo specchio. Prolungare sulla destra l'asse ottico e i raggi riflessi.
- 4.4 Tracciare una freccia all'intercetta dei prolungamenti dei raggi riflessi perpendicolarmente all'asse ottico, e denominarla  $I_1$ , (vedere fig. 2). Indicare le coordinate del vertice  $I_1$  ( $x_4, y_4$ ) con errore .

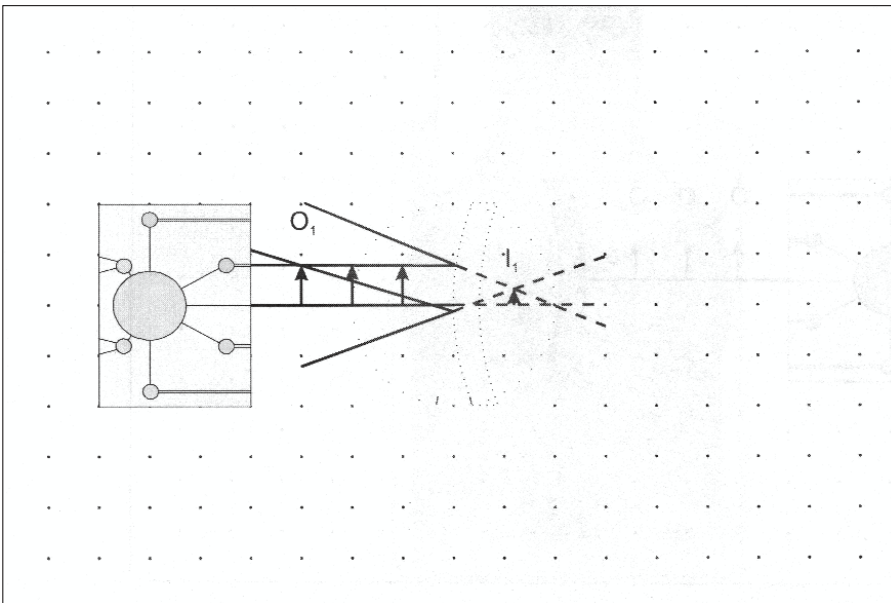


Fig. 2 Immagine di  $O_1$

- 4.5 Ripetere la procedura per le altre due frecce.
- 4.6 Misurare la distanza fra le immagini delle frecce e il vertice (distanza immagine  $q$ ) e l'altezza delle immagini (altezza immagine  $l$ ), e confrontarle con le distanze e le altezze degli oggetti associati.
- 4.7 Verificare che entro gli errori valgono le leggi  $1/p + 1/q = 1/f$  e  $G_L = -q/p$ , confrontando i valori sperimentali con quelli attesi, ovvero confrontando il valore di  $1/f$  ottenuto dalla misura diretta di  $f$  (propagare l'errore sull'inverso di  $f$   $\sigma(1/f) = \sigma(f)/f^2$ ) con il valore calcolato come  $1/p + 1/q$  a partire dai valori misurati di  $p$  e  $q$ , ovvero è il valore di  $G_L = y_4/y_1$  (valore sperimentale affetto da errore ottenuto propagando gli errori su  $y_4$  e  $y_1$  come  $\sigma(G_L)/G_L =$

$\sigma(y_4)/y_4 + \sigma(y_1)/y_1$ ), da cui  $\sigma(G_L) = G_L [\sigma(y_4)/y_4 + \sigma(y_1)/y_1]$  con il valore calcolato come  $-q/p$ .  
In ogni confronto mantenere la regola dell'intervallo ampio  $2\sigma$ .

## **5. Risultati**

- 5.1 In uno specchio convesso, si formano delle immagini virtuali, che sono più piccole dell'oggetto.
- 5.2 L'oggetto più vicino ha l'immagine più vicina allo specchio, quindi, minore è la distanza dell'oggetto, più grande è l'immagine e più piccola è la distanza dell'immagine.

## **6. Note**

- 6.1 Gli specchi laterali delle automobili danno un'immagine minimizzata della parte di strada posteriore.