

# ESPERIENZA 4

## Percorso ottico attraverso un corpo semicircolare: osservazione

### 1 Argomenti

- Studio del cammino dei raggi di luce attraverso un corpo semicircolare

### 2 Montaggio

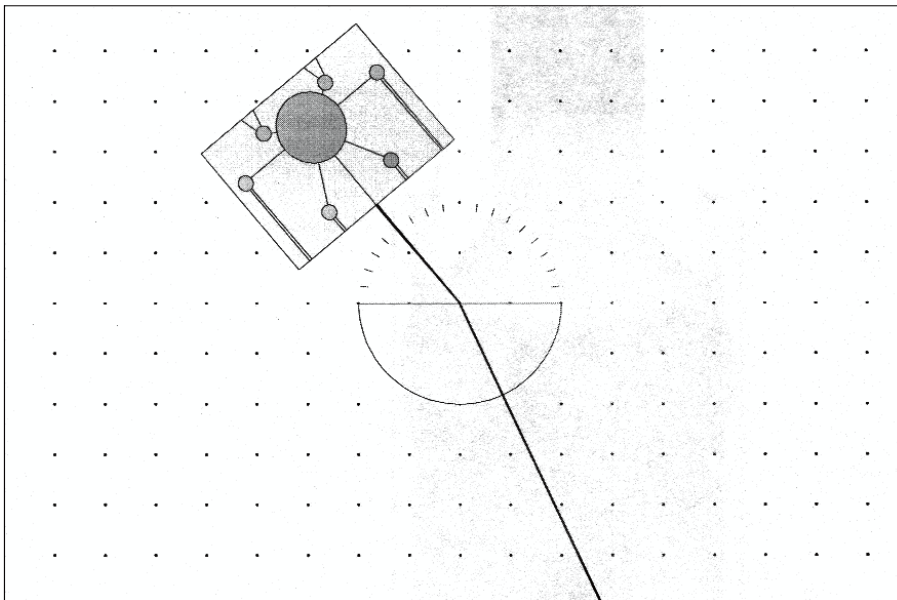


Fig. 1

### 3 Note al montaggio

- 3.1 Fissare la lampada a raggio multiplo e il corpo semicircolare come mostrato in fig. 1. Verificare che il raggio medio incida esattamente nel centro del lato piano del corpo semicircolare.

## 4 Esecuzione dell'esperimento

- 4.1 Osservare il cammino del raggio di luce. Spiegare perché il raggio luminoso non subisce rifrazione nel passare dal corpo semicircolare all'aria.
- 4.2 Spostare il corpo semicircolare orizzontalmente, e osservare di nuovo il cammino del raggio di luce (vedere fig. 2).

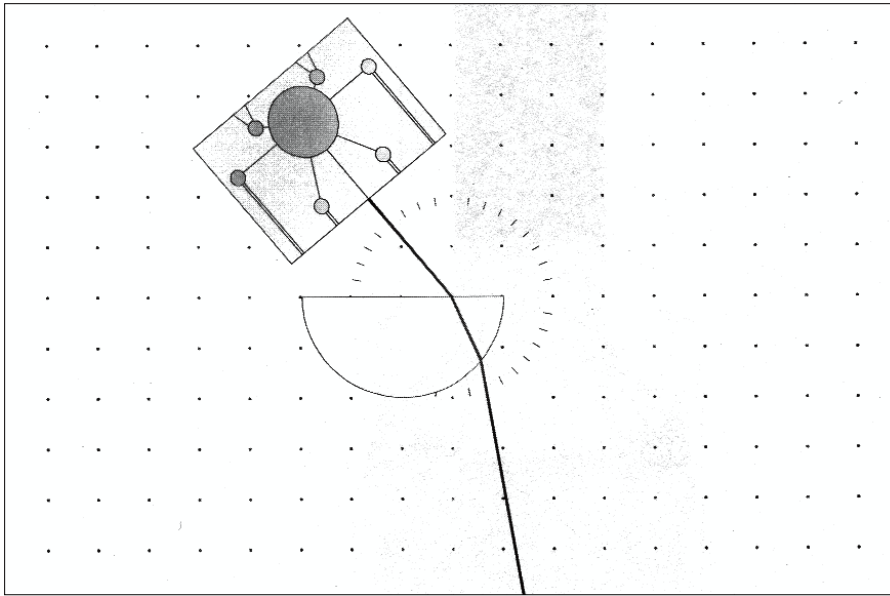


Fig. 2 Rifrazione sui lati piano e curvo del corpo semicircolare

## 6 Risultati

- 6.1 Se un raggio di luce incide nel punto medio del lato piano di un corpo semicircolare, esce dal corpo radicalmente. Il raggio di luce non è rifratto dal lato curvo.
- 6.2 Se il raggio di luce non incide nel punto medio del lato piano di un corpo semicircolare, viene rifratto anche dal lato curvo.

# Rifrazione della luce

## 1 Argomenti

- Verifica delle leggi della rifrazione (complanarita', relazione tra gli angoli)
- Rifrazione della luce nel passaggio dall'aria al plexiglass
- Rifrazione della luce nel passaggio dal plexiglass all'aria

## 2 Montaggio

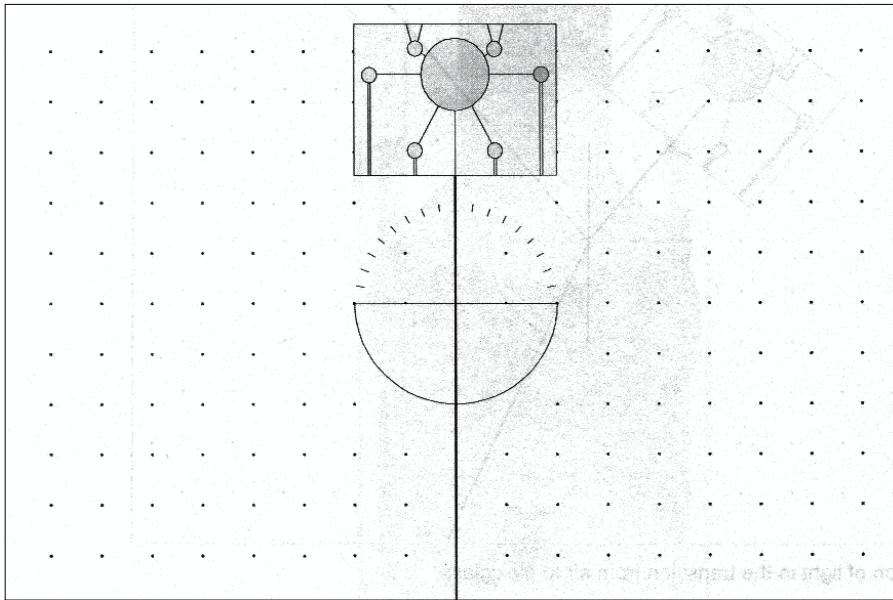


Fig. 1

## 3 Note al montaggio

3.1 Prima di fissare la lampada a raggio multiplo ed il corpo semicircolare come mostrato in fig. 1, tracciare la normale passante per il centro della lavagna ad aderenza magnetica. Per fare in modo che il raggio di luce venga rifratto solo nel passaggio dall'aria al plexiglass, il raggio di luce deve incidere nel punto medio del corpo semicircolare.

## 4 Esecuzione dell'esperimento

4.1 Osservare il cammino del raggio di luce con un angolo di incidenza  $\alpha = 0$ .

4.2 Aumentare l'angolo di incidenza spostando la lampada a raggio multiplo in senso antiorario in otto posizioni diverse, e osservare il cammino del raggio di luce nel passaggio dall'aria al plexiglass (vedere fig. 2). In ogni posizione misurare l'angolo di incidenza  $\alpha$  (angolo fra la luce incidente e la normale) con errore  $\alpha \pm \sigma_\alpha$ , e l'angolo di rifrazione  $\beta$  (angolo fra il raggio rifratto e la normale) con errore  $\beta \pm \sigma_\beta$ . Misurare anche l'angolo di riflessione  $\gamma$  (tra il raggio riflesso e la normale).

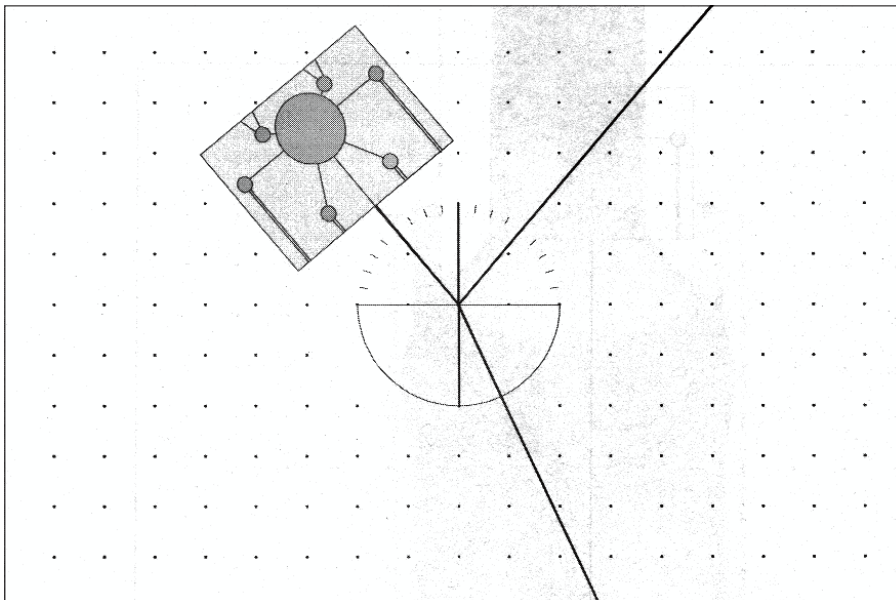


Fig. 2 Rifrazione della luce nel passaggio dall'aria al plexiglass

Supponendo che l'indice di rifrazione del materiale del corpo semicircolare sia  $n=1.5$ , verificare la validità della legge di Snell:  $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$ , dove  $n_1 = 1.$ ,  $n_2 = 1.5$ , valutando per ogni coppia di angoli  $(\alpha, \beta)$ :  $x = \sin \alpha$  e  $y = n_2 \sin \beta$  ed effettuando una regressione lineare  $y = a x + b$ . Dai valori  $a \pm \sigma_a$  e  $b \pm \sigma_b$  valutare la validità dell'ipotesi di Snell, adottando un CL del 5%:  $a = 1$  entro  $2\sigma_a$  e  $b = 0$  entro  $2\sigma_b$ .

4.2.1 Verificare che il raggio riflesso segua la legge:  $\alpha = \gamma$ , entro  $2\sigma$ , cioè effettuare una regressione lineare  $y = ax + b$ , con  $x = \alpha$  e  $y = \gamma$ , e verificare che  $a = 1$  entro  $2\sigma_a$  e  $b = 0$  entro  $2\sigma_b$ .

4.3 Fissare la lampada a raggio multiplo sotto il corpo semicircolare, e osservare il cammino del raggio di luce nel passaggio dal plexiglass all'aria (vedere fig. 3). Confrontare di nuovo  $\alpha$  e  $\beta$  all'aumentare degli angoli di incidenza.

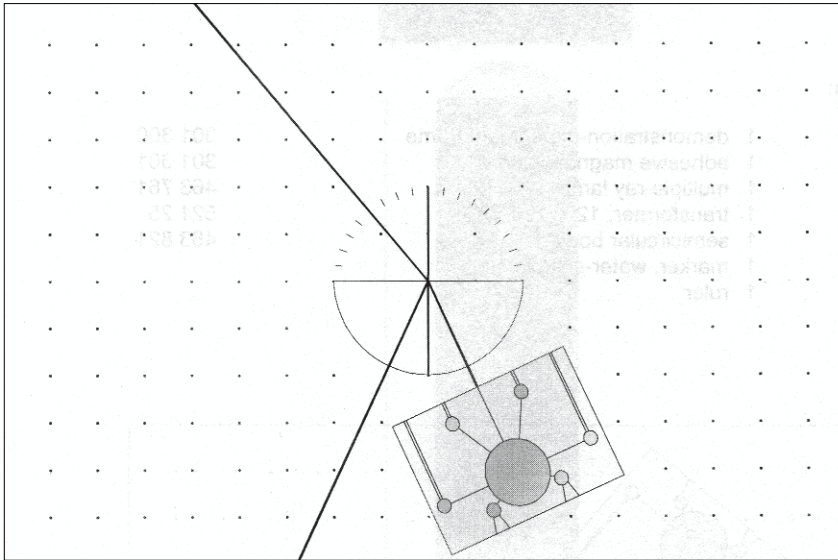


Fig. 3 Rifrazione della luce nel passaggio dal plexiglass all'aria

4.4 Determinare il valore  $\alpha_L$  dell'angolo di incidenza per il quale il raggio rifratto scompare (fenomeno della riflessione totale), con errore:  $\alpha_L \pm \sigma_{\alpha_L}$  (vedere fig. 4). Confrontare il seno dell'angolo così ottenuto con il valore atteso per il seno dell'angolo limite:  $\sin \alpha_L = 1/n$

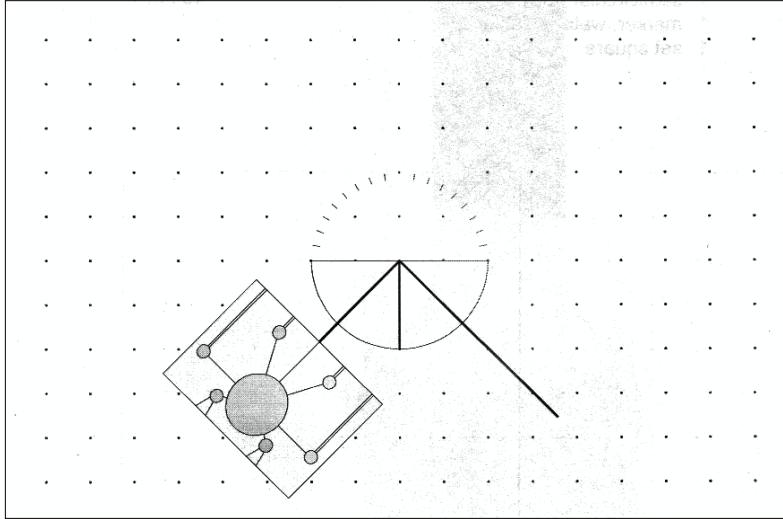


Fig. 4 Riflessione totale nel passaggio dal plexiglass all'aria

## 5 Risultati

5.1 Se la luce incide sulla superficie di separazione di due mezzi ottici perpendicolarmente, la sua direzione non cambia.

5.2 Se la luce incide sulla superficie di separazione obliquamente, il raggio è rifratto verso la normale nel passaggio dall'aria al plexiglass ( dal mezzo più traslucido al più denso). Una parte della luce è riflessa sulla superficie di separazione. I raggi incidente, riflesso e rifratto sono complanari.

5.3 Se la luce incide sulla superficie di separazione obliquamente, essa viene rifratta lontana dalla normale nel passaggio dal plexiglass all'aria (dal mezzo più denso al più traslucido).

5.4 Con l'aumentare dell'angolo di incidenza, il raggio rifratto si attenua ed il raggio riflesso si intensifica.

5.5 Se un raggio di luce incide sulla superficie di separazione da un mezzo più denso ad uno più trasparente, avviene la riflessione totale quando si supera un angolo limite (nel passaggio dal plexiglass all'aria è circa  $42^\circ$ ). La legge della riflessione è valida anche per la riflessione totale.

## 6 Nota

6.1 Se si conosce l'indice di rifrazione  $n$ , l'angolo limite  $\beta_c$  viene determinato da:  
 $\sin \alpha_L = 1/n$ .

# Reversibilità del cammino della luce di un raggio rifratto

## 1 Argomenti

- Dimostrare la reversibilità del cammino della luce di un raggio rifratto

## 2 Montaggio

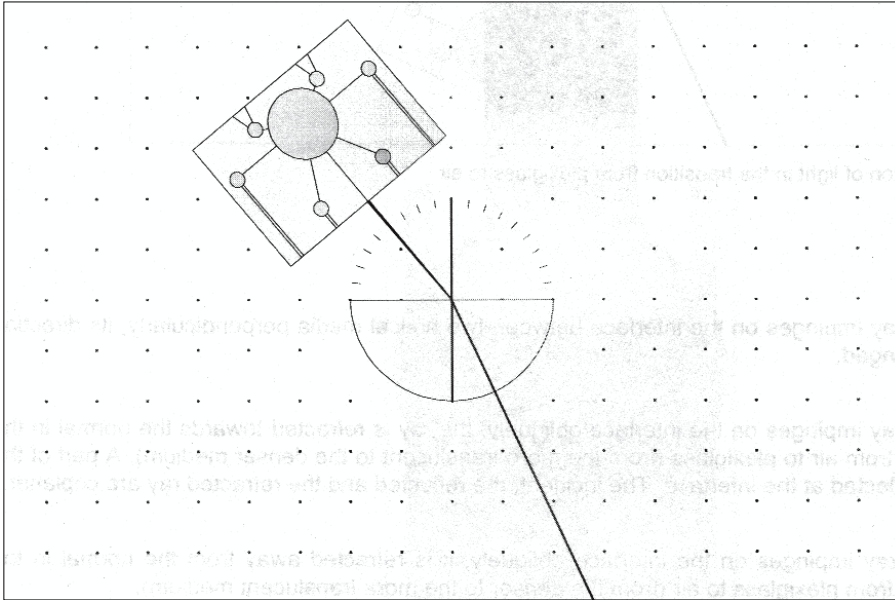


Fig. 1

## 3 Note al montaggio

3.1 Prima di fissare la lampada a raggio multiplo ed il corpo semicircolare come mostrato in fig. 1, tracciare la normale passante per il centro della lavagna ad aderenza magnetica.

## 4 Esecuzione dell'esperimento

4.1 Tracciare il raggio incidente e quello riflesso con un pennarello. Spostare la lampada a raggio multiplo in modo che il raggio di luce sia diretto lungo la traccia del raggio rifratto (vedere fig. 2). Verificare per 3-4 angoli di incidenza la reversibilità del cammino del raggio luminoso.

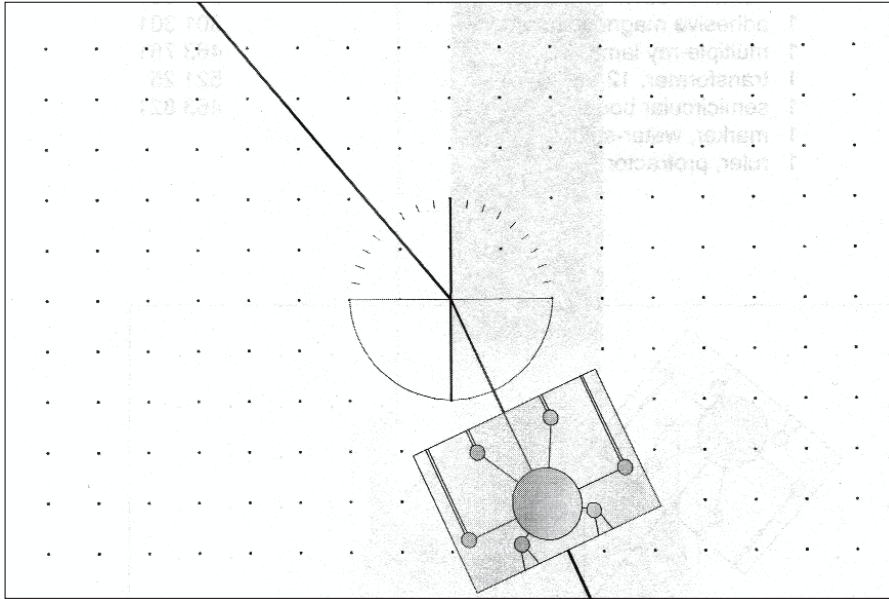


Fig. 2 Reversibilità del cammino della luce di un raggio rifratto

## 5 Risultati

5.1 Quando c'è la rifrazione, il cammino della luce del raggio incidente e di quello rifratto è reversibile.



# Indice di rifrazione nel passaggio dall'aria al plexiglass

## 1 Argomenti

- Studiare quantitativamente la rifrazione di un raggio di luce nel passaggio dall'aria al plexiglass
- Determinazione dell'indice di rifrazione  $n$  nel passaggio dall'aria al plexiglass

## 2 Montaggio

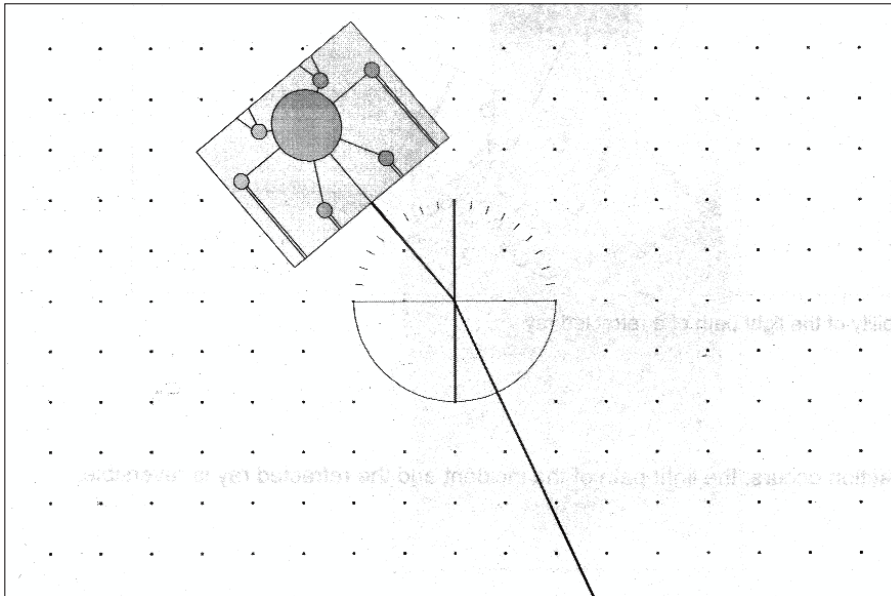


Fig. 1

## 3 Note al montaggio

3.1 Prima di fissare la lampada a raggio multiplo ed il corpo semicircolare come mostrato in fig. 1, tracciare la normale passante per il centro della lavagna ad aderenza magnetica.

## 4 Esecuzione dell'esperimento

4.1 (Variare l'angolo di incidenza  $\alpha$  spostando la lampada a raggio multiplo. Ripetere per 8 volte; ogni volta misurare l'angolo di incidenza con errore,  $\alpha \pm \sigma_\alpha$ , ed il corrispondente angolo di rifrazione con errore,  $\beta \pm \sigma_\beta$ .) Riutilizzare i valori misurati nell'esperienza sulla Rifrazione della luce, aggiungendone alcuni altri (7-8).

4.2 Per ogni coppia di angoli  $(\alpha, \beta)$  riempire una riga della tabella seguente, con errori, calcolando gli errori sul seno dell'angolo con le formule di propagazione degli errori per misure singole:

$\alpha(^{\circ})$	$\beta(^{\circ})$	$\sin \alpha$	$\sin \beta$	$n = \sin \alpha / \sin \beta$

4.3 Effettuare una regressione lineare:  $y = a x + b$ , con  $y = \sin \alpha$ ,  $x = \sin \beta$ . Determinare i valori di  $a \pm \sigma_a$  e  $b \pm \sigma_b$  e dal valore del coefficiente  $a$  trovare il valore dell'indice di rifrazione ( $a = n$ ).

4.4 Dal valore ottenuto di  $n$ , determinare il valore del seno dell'angolo di incidenza limite  $\alpha_L$ , con errore, e poi dell'angolo limite senza errore e confrontarlo con il valore misurato in precedenza. Dire se, in base all'errore di

misura dell'angolo limite, il valore misurato e' compatibile con quello calcolato ora (criterio dei  $2\sigma$ ).

## **5 Risultati**

5.1 La rifrazione della luce nel passaggio fra l'aria ed un mezzo differente è descritta dal rapporto  $n = \sin \alpha / \sin \beta$ .  $n$  è chiamato indice di rifrazione. Le sue dimensioni non dipendono dall'angolo di incidenza.

5.2 L'indice di rifrazione  $n$  nel passaggio dall'aria al plexiglass è circa 1,5.