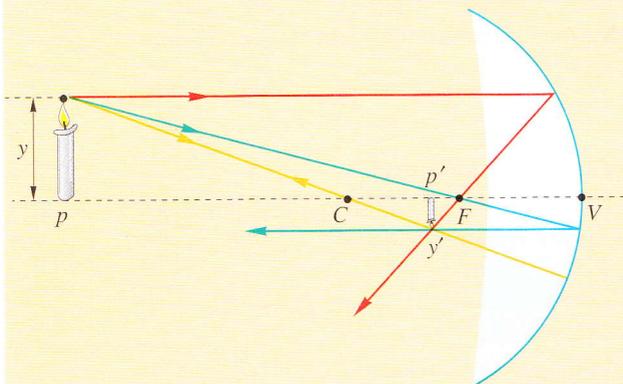


Uno specchio sferico concavo ha un raggio di curvatura di 1 m. A 2,5 m di distanza di fronte a esso viene posta una sorgente luminosa estesa alta 15 cm. Attraverso il metodo dei raggi costruttori disegna l'immagine finale, verificando numericamente i risultati ottenuti.

MODELLO FISICO

Lo specchio concavo riflette la luce proveniente da una sorgente luminosa. Al variare della posizione della sorgente sull'asse ottico, l'immagine può risultare reale o virtuale, diritta o capovolta, ingrandita o rimpicciolita. Il metodo dei raggi costruttori permette la determinazione della posizione geometrica dell'immagine e la sua dimensione.



L'immagine è determinata dall'intersezione dei tre raggi, il primo, parallelo all'asse ottico passante successivamente nel fuoco, il secondo, diretto nel fuoco e riflesso parallelamente all'asse ottico, il terzo passante per il centro e riflesso su esso stesso. Notiamo che, nel caso specifico, l'immagine risulta reale, capovolta e rimpicciolita.

LEGGI ED EQUAZIONI

Per gli specchi sferici, sotto opportune approssimazioni, vale la legge dei punti coniugati $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$, con p , p' ed f , rispettivamente distanza della sorgente, dell'immagine e fuoco dal vertice dello specchio. Vale inoltre la relazione tra fuoco e raggio: $f = \frac{r}{2}$.

L'ingrandimento lineare G è dato da: $G = \frac{y'}{y} = \frac{p'}{p}$.

SOLUZIONE ALGEBRICA

Risolviendo rispetto a p' la legge dei punti coniugati si ha $p' = \frac{fp}{p-f}$; l'altezza dell'immagine è uguale a:

$$y' = y \frac{p'}{p}$$

SOLUZIONE NUMERICA

Sostituendo i dati forniti dal problema si ottiene:

$$f = \frac{1}{2} \text{ m} = 0,5 \text{ m}$$

$$p' = \frac{0,5 \cdot 2,5}{2,5 - 0,5} \text{ m} = 62,5 \text{ cm}$$

L'altezza dell'immagine è:

$$y' = 15 \cdot \frac{0,625}{2,5} = 3,75 \text{ cm}$$

Nei seguenti esercizi effettua un disegno qualitativo dell'immagine ottenuta con il metodo dei raggi costruttori, quindi calcola analiticamente le quantità richieste.

42 Determina la posizione e l'altezza dell'immagine di una sorgente estesa alta 18 cm e posta a 50 cm da uno specchio concavo di raggio 1,2 m.

[a 3 m oltre lo specchio; 1.08 m]

43 Determina la posizione e l'altezza dell'immagine di una sorgente estesa alta 34 cm e posta a 1,3 m da uno specchio concavo di raggio 2,4 m.

[15.6 m; 4.08 m]

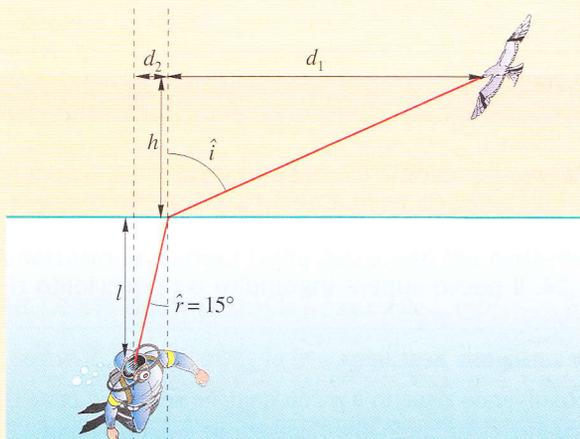
44 Determina la posizione e l'altezza dell'immagine di una sorgente estesa alta 75 cm e posta a 5 m da uno specchio concavo di raggio 4 m. [3,33 m; 50 cm]

45 Determina le posizioni e le altezze dell'immagine di una sorgente estesa alta 45 cm posta:
a) sul centro e b) sul fuoco di uno specchio concavo di raggio 6 m.

[l'immagine è riflessa nel centro e ha le stesse dimensioni della sorgente; l'immagine non si forma]



Un sub immerso a 15 m di profondità vede a un certo istante un gabbiano che vola secondo una direzione di 15° rispetto alla perpendicolare alla superficie dell'acqua. Sapendo che gli indici di rifrazione assoluti dell'acqua e dell'aria sono, rispettivamente, $n_2 = 1,33$ ed $n_1 = 1,000294$, determina a quanti metri dalla superficie vola il gabbiano, se esso impiega 4 s per raggiungere il punto situato sulla perpendicolare del sub a una velocità costante di 3 m/s. A quale profondità apparente il gabbiano osserva il sub in questa posizione?



■ MODELLO FISICO

Il gabbiano è la sorgente luminosa che colpisce gli occhi del sub, il quale lo vede secondo l'angolo di rifrazione di 15° . Il gabbiano si muove di moto rettilineo uniforme.

■ LEGGI ED EQUAZIONI

Vale la legge della rifrazione per cui $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}}$; il moto del gabbiano è rettilineo uniforme, per cui $s = vt$. La profondità apparente l' del sub è uguale al rapporto tra la profondità reale l e l'indice di rifrazione dell'acqua rispetto all'aria: $l' = l \frac{n_1}{n_2}$.

■ SOLUZIONE ALGEBRICA

Per la legge di Snell, si ha:

$$\frac{n_2}{n_1} \sin \hat{r} = \sin \hat{i} \quad \Rightarrow \quad \hat{i} = \arcsen\left(\frac{n_2}{n_1} \sin \hat{r}\right)$$

Lo spazio totale percorso dal gabbiano è:

$$s = d_1 + d_2 = vt$$

con $d_1 = h \tan \hat{i}$ e $d_2 = l \tan \hat{r}$

Si può quindi scrivere:

$$vt = h \tan \hat{i} + l \tan \hat{r} \quad \Rightarrow \quad h = \frac{vt - l \tan \hat{r}}{\tan \hat{i}}$$

■ SOLUZIONE NUMERICA

Calcoliamo l'angolo di incidenza:

$$\hat{i} = \arcsen\left(\frac{1,33}{1,000294} \cdot \sin 15^\circ\right) \cong 20,13^\circ$$

L'altezza del gabbiano risulta:

$$h = \frac{3 \text{ m/s} \cdot 4 \text{ s} - 15 \cdot \tan 15^\circ \text{ m}}{\tan 20,13^\circ} \cong 21,8 \text{ m}$$

La profondità apparente del sub è uguale a:

$$l' = 15 \cdot \frac{1,000294}{1,33} \text{ m} = 11,3 \text{ m}$$

→ 53 Una sbarra diritta, immersa con un angolo di 55° in un liquido, appare deviata invece di un angolo pari a 40° . Qual è l'indice di rifrazione del liquido?

[1.27]

→ 54 Determina l'indice di rifrazione di un materiale che, quando viene colpito da un raggio di luce proveniente dall'aria secondo un angolo di incidenza di 37° , lo rifrange con un angolo uguale a 25° .

[1.42]

↗ 55 Un raggio di luce colpisce la superficie di una soluzione di cloruro di sodio, il cui indice di rifrazione è 1,53, con un angolo di incidenza di 24° . Calcola l'angolo di rifrazione.

[15.42°]

↗ 56 Una superficie costituita da glicerina di indice di rifrazione 1,474 è colpita da un raggio luminoso che viene rifratto con un angolo di 26° . Determina l'angolo di incidenza del raggio.

[40.25°]

 **57** Un raggio luminoso proveniente dall'acqua di indice di rifrazione uguale a 1,33 è trasmesso dentro ad una lastra di plexiglas con indice di rifrazione pari a 1,48.

Quanto vale l'angolo di rifrazione se l'angolo di incidenza è di 22° ?

[19,67°]

58 Calcola l'angolo limite per la luce quando passa dal plexiglas ($n = 1,48$) all'aria ($n = 1,000294$).

[42,5°]

59 Determina l'indice di rifrazione di un materiale il cui angolo limite nel passaggio della luce attraverso di esso all'aria ($n = 1$) è uguale a 44° .

[1,439]

60 Calcola l'indice di rifrazione di un prisma retto di angoli 45° , 90° , 45° se, per ottenere riflessione totale, il raggio luminoso deve essere inclinato di 45° rispetto alla normale del lato opposto a quello retto. Disegna il raggio incidente, il prisma e il raggio riflesso in questa posizione.

[1,414]