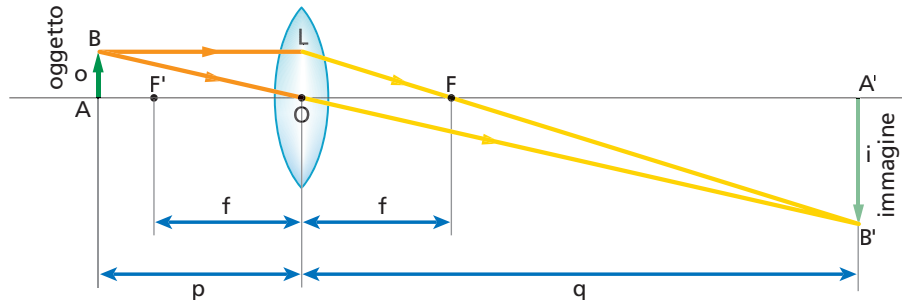


## La formula delle lenti sottili e l'ingrandimento

Consideriamo la figura seguente, in cui si mostra il procedimento geometrico che porta alla determinazione dell'immagine  $A'B'$  di una piccola freccia luminosa  $AB$ .



Indichiamo con  $p = \overline{AO}$  la distanza tra l'oggetto e il centro della lente e con  $q = \overline{A'O}$  la distanza tra la lente e l'immagine. Vale la **formula delle lenti sottili**

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

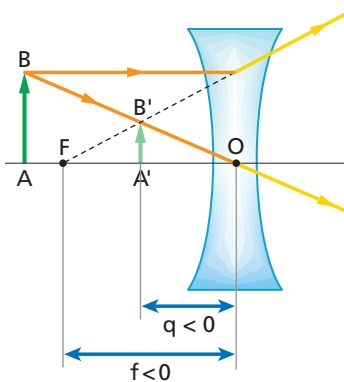
distanza oggetto-lente (m)
distanza focale (m)

distanza immagine-lente (m)

La grandezza  $\frac{1}{f}$  si chiama **potere diottrico** della lente e si misura in  $m^{-1}$  o *diottrie*. Per esempio, una lente con  $f = 0,50$  m ha un potere diottrico di  $\frac{1}{0,50 \text{ m}} = 2,0$  diottrie.

Un valore di  $q > 0$  indica che l'immagine è reale mentre  $q < 0$  segnala che l'immagine è virtuale.

La formula delle lenti sottili vale anche per le lenti divergenti, ma in questo caso la distanza focale è negativa (figura a lato).



### ■ L'ingrandimento

L'**ingrandimento lineare**  $G$  prodotto da una lente è definito come il rapporto tra la lunghezza  $\overline{A'B'}$  dell'immagine e la lunghezza  $\overline{AB}$  dell'oggetto:

$$G = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$$

Si dimostra che vale la formula

$$G = \frac{q}{p}$$

ingrandimento
distanza immagine-lente (m)

distanza oggetto-lente (m)

infatti, i triangoli  $OAB$  e  $OA'B'$  sono simili.

#### DOMANDA


Un oggetto luminoso è posto a 37,2 cm da una lente sottile convergente. La sua immagine si forma su uno schermo posto a 76,3 cm dalla lente.

► Quanto vale la distanza focale della lente?

# ESERCIZI

## 1 Completa le frasi.

- a) La grandezza  $\frac{1}{f}$  si chiama .....  
della lente e si misura in .....  
o diottrie.
- b) L'ingrandimento lineare di una lente è .....  
..... proporzionale alla  
distanza immagine-lente e .....  
proporzionale alla distanza oggetto-lente.

- 2  Four convex lenses have the following focal distances:  $f_1 = 0.3$  m,  $f_2 = 40$  cm,  $f_3 = 150$  mm,  $f_4 = 5.6$  dm.

- Which lens has the highest dioptric power?

[ $f_3$ ]

- 3 Un bastoncino di legno è posto a 25 cm da una lente convergente di distanza focale pari a 16 cm.

- Calcola la distanza dell'immagine dalla lente.  
► Verifica graficamente il risultato ottenuto.

[0,44 m]

- 4 Un oggetto di metallo si trova a una distanza di 15 cm da una lente divergente che ha distanza focale pari a 7,5 cm.

- Determina per via sia algebrica che grafica la posizione dell'immagine.  
► Calcola l'ingrandimento della lente.

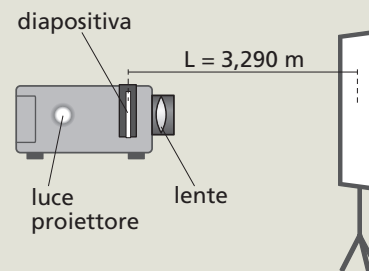
(Suggerimento: ricorda che la distanza focale di una lente divergente è negativa.)

[-0,050 m; -0,33]

## 5 PROBLEMA Distanza lente-oggetto e ingrandimento

Un proiettore di diapositive funziona grazie a una lente convergente che ha un potere diottrico di 10,00 diottrie. La distanza tra la diapositiva e lo schermo è di 3,290 m.

- Quale deve essere la distanza tra lente e diapositiva perché la sua immagine sia a fuoco sullo schermo?  
► Quanto vale l'ingrandimento della diapositiva quando la sua immagine è a fuoco?



$$D = 10,00 \text{ m}^{-1}$$

$$p = ?$$

$$G = ?$$

### Dati e incognite

	Grandezze	Simboli	Valori	Commenti
<b>Dati</b>	Potere diottrico della lente	$D$	10,00 $\text{m}^{-1}$	
	Distanza diapositiva-schermo	$L$	3,290 m	
<b>Incognite</b>	Distanza diapositiva-lente	$q$	?	La diapositiva è l'oggetto; l'immagine si forma sullo schermo
	Ingrandimento	$G$	?	

### Ragionamento

- La distanza  $L = 3,290$  m tra diapositiva e schermo è uguale alla somma di  $p$  e di  $q$ :

$$p + q = L \quad \Rightarrow \quad q = L - p$$

- Tenendo conto di ciò e del fatto che vale  $1/f = D = 10,00 \text{ m}^{-1}$ , l'equazione delle lenti sottili può essere scritta come

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{L - p} = D$$

- Se si eliminano i denominatori nella formula prece-

dente si ottiene la relazione

$$Dp^2 - DLp + L = 0$$

- Quella trovata è un'equazione di secondo grado nella variabile  $p$ . Le sue soluzioni sono

$$p_{1,2} = \frac{DL \pm \sqrt{(DL)^2 - 4DL}}{2D}$$

- Un'equazione di secondo grado ha due soluzioni, ma soltanto una di quelle che troveremo ha significato fisico.

### ■ Risoluzione

Dai dati del problema otteniamo

$$DL = (10,00 \text{ m}^{-1}) \times (3,290 \text{ m}) = 32,90.$$

Ora possiamo calcolare i valori numerici delle soluzioni

$$p_{1,2} = \frac{32,90 \pm \sqrt{(32,90)^2 - 4 \times 32,90}}{2 \times (10,00 \text{ m}^{-1})} =$$

$$= \frac{32,90 \pm 30,84}{20,00} \text{ m} \Rightarrow \begin{cases} p_1 = 0,103 \text{ m} \\ p_2 = 3,187 \text{ m} \end{cases}.$$

La soluzione fisicamente accettabile è  $p_1$ : in un proiettore, diapositiva e lente distano pochi centimetri. Quindi la soluzione del problema è data da

$$\begin{cases} p = 0,103 \text{ m} = 10,3 \text{ cm} \\ q = L - p = (3,290 - 0,103 \text{ m}) = 3,187 \text{ m} \end{cases}$$

Siamo in grado di calcolare l'ingrandimento

$$G = \frac{q}{p} = \frac{3,187 \text{ m}}{0,103 \text{ m}} = 30,9.$$

### ■ Controllo del risultato

La lente del proiettore di diapositive ha una distanza focale  $f = 1/10,00 \text{ m} = 10,00 \text{ cm}$ . La diapositiva è posta a 10,3 cm dalla lente, cioè a una distanza dalla lente compresa tra  $f$  e  $2f$ . Quindi l'immagine che si forma è reale, ingrandita e capovolta. È per questo che, per vedere l'immagine in modo corretto nello schermo, la diapositiva va inserita nel proiettore «a testa in giù».

**6** Una lente convergente è posta tra un oggetto e uno schermo su cui viene proiettata la sua immagine. La lente ha un potere diottrico di 8,50 diottrie e la distanza tra l'oggetto e lo schermo è di 2,85 m.

- ▶ A quale distanza dall'oggetto deve essere posta la lente per avere un'immagine dell'oggetto a fuoco sullo schermo?
- ▶ Calcola l'ingrandimento dell'immagine sullo schermo.

[0,123 m; 22,2]