
LABORATOIRE 4

LES LENTILLES

But

Vérifier l'équation des lentilles, l'équation du grandissement et l'équation donnant la distance focale de deux lentilles accolées.

THÉORIE

Les positions objet (p) et image (q) sont reliées à la distance focale (f) par la relation suivante

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad (1)$$

La grandeur (y_i) de l'image par rapport à la grandeur (y_0) de l'objet dépend de p et q selon

$$\frac{y_i}{y_0} = -\frac{q}{p} = m \quad (2)$$

où m est le grandissement. Nous allons également vérifier la formule qui nous donne la distance focale résultante lorsque nous avons deux lentilles accolées

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \quad (3)$$

MÉTHODE UTILISÉE

Nous allons vérifier ces équations à l'aide d'un banc d'optique. Un banc d'optique est simplement un support sur lequel on peut installer des lentilles, des sources lumineuses, des écrans ainsi que divers autres instruments.

On va tout simplement placer une ou des lentilles entre une source lumineuse et un écran. On varie la position de l'écran jusqu'à ce que l'image soit claire. L'écran se trouve alors à la position de l'image. En mesurant la position des diverses composantes, on pourra alors vérifier l'équation des lentilles.

APPAREILS

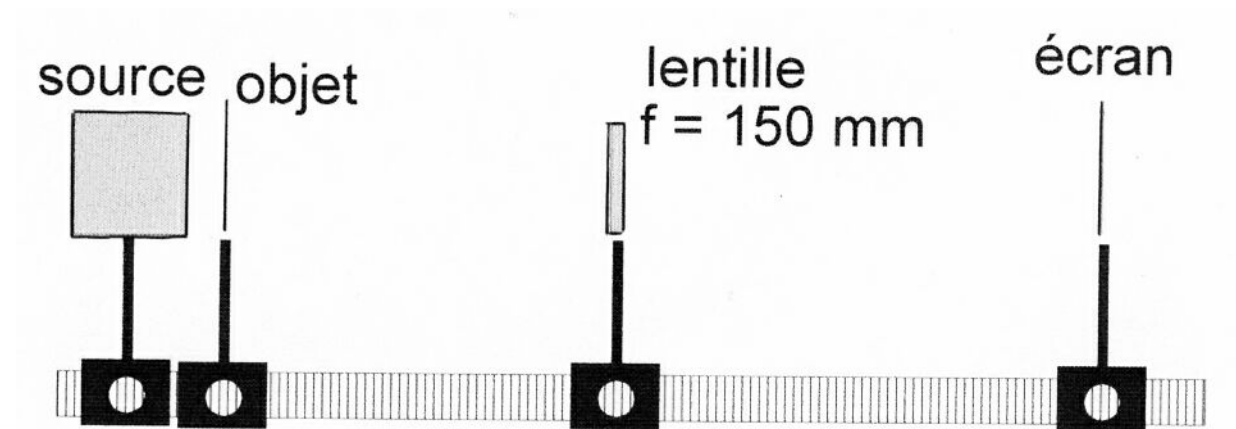
Un banc d'optique incluant:

- une source lumineuse ;
- un écran objet ;
- des lentilles ($f = -150 \text{ mm}$, $f = 50 \text{ mm}$, $f = 150 \text{ mm}$) ;
- un support gradué.

MANIPULATIONS

La lentille convergente

- Réalisez le montage suivant.



4- Les lentilles

- Notez la position de l'objet

Position de l'objet (x_{objet}): _____ \pm _____.

- Notez la hauteur de l'objet

Hauteur de l'objet (y_0): _____ \pm _____.

- Pour différentes valeurs de position de l'objet indiquées sur le tableau, déterminez expérimentalement la position de l'image obtenue. Notez également la hauteur de l'image ainsi que la hauteur de l'objet.

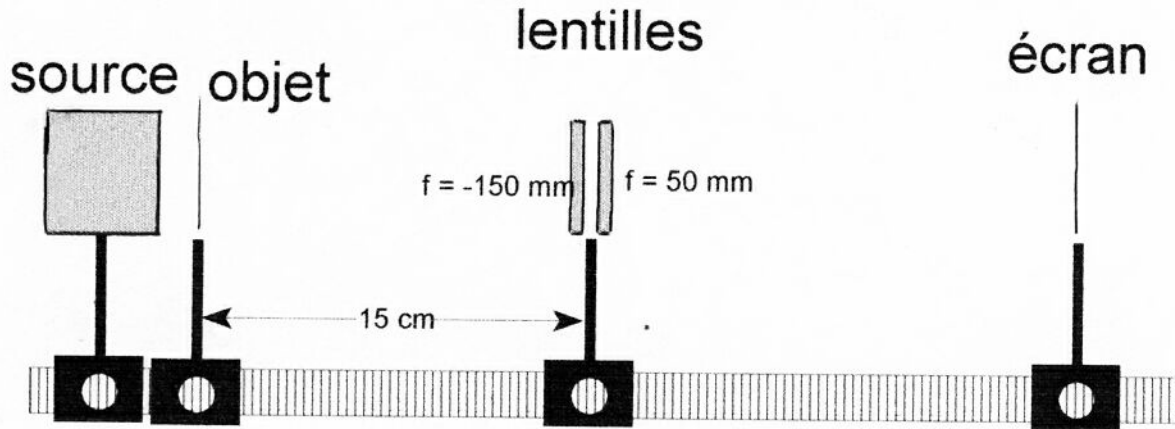
TABLEAU 1

p	Position de la lentille <small>x_{lentille}</small>	Position de l'image <small>x_{image}</small>		Hauteur de l'image <small>y_i</small>	
cm	cm	cm		cm	
	\pm	\pm		\pm	
		min	max	min	max
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

4- Les lentilles

Montage à deux lentilles accolées

- Réalisez le montage suivant



- Déterminez la position de votre objet, de votre lentille et de votre image.

x_{objet} : _____ \pm _____.

x_{lentille} : _____ \pm _____.

$x_{\text{image min}}$: _____ \pm _____.

$x_{\text{image max}}$: _____ \pm _____.

RÉSULTATS

- Donnez la position (x_{objet}) et la hauteur de l'objet (y_0)
- Faites un tableau de la position la lentille (x_{lentille}), des positions minimums et maximums de l'image (x_{image}) et de la hauteur minimums et maximums de l'image (y_i) (C'est-à-dire refaites le tableau 1)
- Donnez la position de l'objet (x_{objet}), de la lentille (x_{lentille}) et des positions minimums et maximums de l'image (x_{image}) avec deux lentilles.

Calculs

La loi des lentilles

- À partir des valeurs minimale et maximale de x_{image} calculez, pour chacune des lignes du tableau, la valeur de x_{image} ainsi que son incertitude.
- Pour chacune des lignes du tableau, calculez les valeurs de p et q .

$$p = x_{\text{lentille}} - x_{\text{objet}}$$

$$q = x_{\text{image}} - x_{\text{lentille}}$$

Pour prouver la loi des lentilles, nous allons faire un graphique linéarisé. Pour y arriver, on doit faire le changement de variables suivant

$$u = \frac{1}{p} \quad \text{et} \quad v = \frac{1}{q}$$

dans l'équation des lentilles

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

Cela permet d'obtenir

$$v = -u + \frac{1}{f}$$

qui est l'équation d'une droite ayant une pente de -1 et une ordonnée à l'origine de $1/f = 0,06667 \text{ cm}^{-1}$.

- Calculer les valeurs de vos nouvelles variables u et v à partir des valeurs de p et q . Présentez vos résultats sous forme de tableau.
- Faites un graphique avec vos nouvelles variables. Vous devriez obtenir une droite.
- À partir de votre graphique, déterminez les valeurs de la pente et de l'ordonnée à l'origine (si le programme de traçage de graphique ne le fait pas pour vous).

4- Les lentilles

La formule du grandissement

- À partir des valeurs minimale et maximale de y_{image} calculez, pour chacune des lignes du tableau, la valeur de y_{image} ainsi que son incertitude.
- Pour chaque ligne du tableau, calculez $-\frac{q}{p}$.
- Pour chaque ligne du tableau, calculez $\frac{y_i}{y_0}$.

Montage à deux lentilles accolées

- À partir des valeurs minimale et maximale de x_{image} calculez la valeur de x_{image} ainsi que son incertitude.
- Calculer les valeurs de p et q .

$$p = x_{\text{lentille}} - x_{\text{objet}}$$

$$q = x_{\text{image}} - x_{\text{lentille}}$$

- En partant des valeurs expérimentales de p et q , déterminez la distance focale de vos deux lentilles accolées avec

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

- Sachant que

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

calculez la valeur théorique de la distance focale de vos deux lentilles accolées. Il n'y a pas d'incertitude à cette valeur.

ANALYSE DES RÉSULTATS

La loi des lentilles

- Sur votre graphique linéarisé, vous auriez du obtenir une droite. La pente de la droite est-elle en accord avec celle prévue par votre linéarisation.
- Sur votre graphique linéarisé, vous auriez du obtenir une droite. L'ordonnée à l'origine est-elle en accord avec celle prévue par votre linéarisation.

Vérification de la formule du grandissement

- Comparez toutes vos valeurs de $-\frac{q}{p}$ et de $\frac{y_i}{y_0}$.

Montage à deux lentilles accolées

- Comparez vos deux valeurs de la distance focale des deux lentilles accolées.

4- Les lentiLLes

RÉSULTATS

Noms des membres de l'équipe: _____

La lentille convergente

Position de l'objet (x_{objet}): _____ \pm _____.

Hauteur de l'objet (y_0): _____ \pm _____.

p	Position de la lentille	Position de l'image		Hauteur de l'image	
	x_{lentille}	x_{image}		y_i	
cm	cm	cm		cm	
	\pm	\pm		\pm	
		min	max	min	max
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

Montage à deux lentilles accolées

x_{objet} : _____ \pm _____.

$x_{\text{image min}}$: _____ \pm _____.

x_{lentille} : _____ \pm _____.

$x_{\text{image max}}$: _____ \pm _____.