LENTILLES

6 Utiliser la relation de conjugaison (1)

CORRIGÉ

| Effectuer des calculs.

Un objet AB est situé à 20,0 cm d'une lentille mince convergente. Son image se forme sur un écran situé à 33,3 cm de la lentille.

- Utiliser la relation de conjugaison pour calculer la distance focale f' de la lentille mince convergente.

6 Utiliser la relation de conjugaison (1)

CORRIGÉ

D'après la relation de conjugaison :

$$\frac{1}{x_{A'}} - \frac{1}{x_A} = \frac{1}{f'} \text{ soit } \frac{1}{f'} = \frac{1}{33{,}3 \text{ cm}} - \frac{1}{-20{,}0 \text{ cm}}$$

d'où $f' = 12{,}5$ cm

8 Calculer un grandissement

CORRIGÉ

| Effectuer des calculs.

Un objet AB de 2,0 cm de hauteur donne, à travers une lentille mince convergente, une image renversée de 1,0 cm de hauteur.

- Calculer le grandissement γ dans ces conditions.

8 Calculer un grandissement

CORRIGÉ

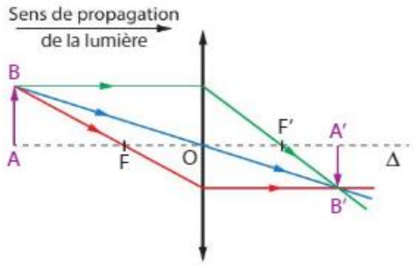
Le grandissement est : $\gamma = \frac{y_{B'}}{y_B} = \frac{-1{,}0 \text{ cm}}{2{,}0 \text{ cm}} = -0{,}50$

Le grandissement est $-0{,}50$.

14 Déterminer les caractéristiques d'une image

CORRIGÉ

| Exploiter des informations.



- À partir de la construction réalisée ci-dessus, déterminer les caractéristiques de l'image :
– virtuelle ou réelle ;
– plus petite ou plus grande que l'objet ;
– renversée ou droite par rapport à l'objet.

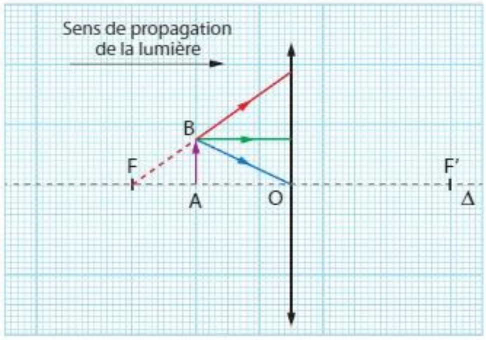
14 Déterminer les caractéristiques d'une image

CORRIGÉ

D'après le schéma, l'image A'B' est :
– réelle ;
– plus petite que l'objet ;
– renversée par rapport à l'objet.

15 Construire l'image donnée par une lentille

| Faire un schéma adapté.

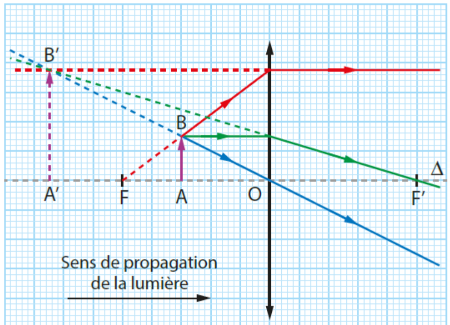


1. Reproduire le schéma et tracer l'image A'B' de l'objet AB.

2. Indiquer les caractéristiques de l'image A'B' donnée par la lentille mince convergente.

15 Construire l'image donnée par une lentille

1. La construction de l'image A'B' est la suivante :



2. L'image A'B' donnée par la lentille mince convergente est droite, plus grande que l'objet et virtuelle.

16 Prévoir les caractéristiques d'une image

CORRIGÉ

| Effectuer des calculs.

Un objet AB est situé à 5,0 cm d'une lentille mince convergente.
L'image A'B' de cet objet a pour abscisse $x_{A'} = -10$ cm.

1. Calculer le grandissement γ dans ces conditions.

2. Donner les caractéristiques de l'image :
– virtuelle ou réelle ;
– plus petite ou plus grande que l'objet ;
– renversée ou droite par rapport à l'objet.

16 Prévoir les caractéristiques d'une image

CORRIGÉ

1. D'après la relation de grandissement: $\gamma = \frac{y_{B'}}{y_B} = \frac{x_{A'}}{x_A}$.

Les données nous indiquent que $x_A = -5{,}0$ cm et que :

$x_{A'} = -10$ cm . Ainsi : $\gamma = \frac{x_{A'}}{x_A} = \frac{-10 \text{ cm}}{-5{,}0 \text{ cm}} = 2{,}0$

2. Le grandissement est positif. L'image obtenue est donc droite et virtuelle. La valeur absolue du grandissement est supérieure à un : l'image est donc plus grande que l'objet.

19 Un œil très accommodant

| Extraire et organiser l'information ; effectuer des calculs.

L'œil peut être modélisé par une lentille mince convergente et un écran. Lorsque la personne regarde un objet lointain, l'image se forme sur la rétine sans que l'œil ne se fatigue : on dit que l'œil n'accommode pas. Lorsque cette personne regarde un objet proche, son œil accommode pour que l'image se forme sur la rétine. La distance focale de la lentille convergente modélisant son œil est alors modifiée. La distance entre le centre optique de l'œil étudié ici et la rétine est 17 mm.

1.a. Dans le cas où l'objet regardé est très éloigné de la lentille, vers quelle valeur le rapport $\dfrac{1}{x_A}$ tend-il ?

b. Déduire de la question précédente la distance focale f' de l'œil lorsqu'il regarde au loin.

2. Indiquer la grandeur modifiée lorsqu'un œil accommode.

3. L'œil étudié observe un objet situé à 30 cm de lui. Calculer sa distance focale dans ce cas.

19 Un œil très accommodant

1. a. Si l'objet est très éloigné, x_A est très grand donc $\dfrac{1}{x_A}$ tend vers zéro.

b. On applique la relation de conjugaison :

$$\frac{1}{x_{A'}} - \frac{1}{x_A} = \frac{1}{f'}$$

Comme $\dfrac{1}{x_A}$ tend vers zéro, il vient $\dfrac{1}{x_{A'}} = \dfrac{1}{f'}$ soit $f' = x_{A'} = 17$ mm.

La distance focale est 17 mm lorsque l'œil regarde un objet éloigné.

2. Lorsque l'œil accommode, la grandeur modifiée est la distance focale.

3. L'objet étant à 30 cm de l'œil, sa position est repérée par une abscisse négative : $x_A = -30$ cm.

On applique la relation de conjugaison: $\dfrac{1}{x_{A'}} - \dfrac{1}{x_A} = \dfrac{1}{f'}$

On isole la grandeur recherchée, x_A et $x_{A'}$ étant dans la même unité :

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{17\ \text{mm}} - \frac{1}{(-300)\ \text{mm}} = 0{,}062\ \text{mm}^{-1}$$

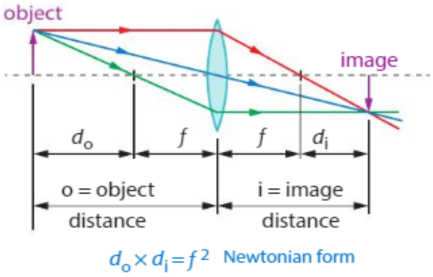
$$f' = \frac{1}{0{,}062}\ \text{mm} = \ 16\ \text{mm}$$

La distance focale est dans ce cas 16 mm.

21 A Newton's law

| Pratiquer une langue vivante étrangère.

In the Newtonian form of the lens equation, the distances from the focal length points to the object and image are used rather than the distances from the lens.



• Using the Newtonian relation, determine the distance separating the lens, with a focal length $f = 8.0$ cm, from the image of an object 20 cm from the optical center.

21 A Newton's law

Traduction : Dans la formule newtonienne de l'équation de la lentille, les distances entre les points de la distance focale, l'objet et l'image sont utilisées plutôt que les distances à la lentille.
En utilisant la relation de Newton, déterminer la distance séparant la lentille, de distance focale $f' = 8{,}0$ cm, de l'image d'un objet situé à 20 cm du centre optique.

L'objet étant à 20 cm du centre optique, on en déduit la distance d_O :

$d_O = 20 - f$

$d_O = 20 - 8{,}0$

$d_O = 12$ cm

On applique la formule de Newton :

$d_O \times d_i = f^2$.

Il vient : $d_i = \dfrac{f^2}{d_O} = \dfrac{8^2\ \text{cm}^2}{12\ \text{cm}} = 5{,}3$ cm

On en déduit la distance ente la lentille et l'image :

$d_i + f = 5{,}3$ cm $+ 8{,}0$ cm $= 13{,}3$ cm.

25 Exercice à caractère expérimental

Focométrie

| Extraire l'information ; tracer un graphique.

Pour déterminer la distance focale d'une lentille mince convergente, on mesure pour différentes abscisses x_A d'un objet AB placé sur un banc d'optique, les abscisses $x_{A'}$ de son image. Les résultats sont inscrits dans un tableau.

x_A (m)	−0,400	−0,300	−0,200	−0,150
$x_{A'}$ (m)	0,135	0,145	0,202	0,298

1. Représenter $\dfrac{1}{x_{A'}}$ en fonction de $\dfrac{1}{x_A}$.

2. Déterminer l'équation de la courbe obtenue.

3. Déduire de l'équation de la courbe la distance focale f' de la lentille mince convergente.

4. Le protocole étant répété cinq fois dans les mêmes conditions, on obtient les résultats suivants :

f' (cm)	10,2	10,0	10,1	9,9	9,8

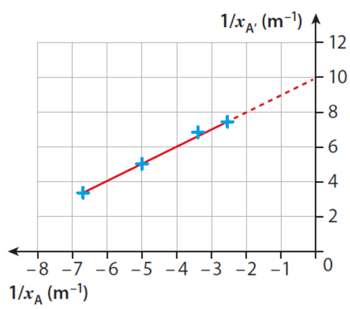
Déterminer la distance focale f' et l'incertitude-type $u(f')$.

25 Exercice à caractère expérimental

Focométrie

1.

$1/x_{A'}$ en fonction de $1/x_A$



2. Les points sont alignés : la courbe est une droite linéaire d'équation $y = a \times x + b$.

En prolongeant la courbe on trouve l'ordonnée à l'origine : b = 10,00

Le calcul du coefficient directeur de la droite donne :

$$a = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{8{,}00\ \text{m}^{-1} - 4{,}00\ \text{m}^{-1}}{-2{,}00\ \text{m}^{-1} - \left(-6{,}00\ \text{m}^{-1}\right)} \cong 1{,}00$$

L'équation de la courbe s'écrit : $y = x + 10{,}00$

3. La relation de conjugaison s'écrit:

$$\frac{1}{x_{A'}} - \frac{1}{x_A} = \frac{1}{f'} \text{ soit } \frac{1}{x_{A'}} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{x_A}$$

Comme $y = \frac{1}{x_{A'}}$ et $x = \frac{1}{x_A}$, on en déduit que $\frac{1}{f'} = 10{,}0$ soit :

$f' = 0{,}100$ m

La distance focale est 10,0 cm.

4. Valeur moyenne de la distance focale : $\overline{f'} = 10{,}0$ cm

Ecart type : $\sigma_{n-1} = 0{,}158...$ cm (on n'arrondit pas afin d'éviter de propager des erreurs dues aux arrondis dans les calculs successifs)

Incertitude-type : $u' = \frac{0{,}158}{\sqrt{5}} =$ 0,07 cm (il serait exagéré ici d'arrondir 0,0707 à 0,08)

26 T'as de beaux yeux, tu sais !

| Formuler une hypothèse ; effectuer des calculs.

Dans le règne animal, les rapaces sont dotés d'une des visions les plus précises. Ainsi, un aigle est capable de distinguer un objet de seulement 10 centimètres de hauteur situé à une distance d'un kilomètre. Cette capacité est due à un grand nombre de photorécepteurs situés sur la rétine de l'animal. On modélise l'œil de l'animal par une lentille mince convergente de distance focale variable séparée de la rétine d'une distance fixe et égale à 1,56 cm.

1. Pourquoi la distance focale de l'œil du rapace doit-elle être variable ?

2. Calculer la distance focale de l'œil de l'animal lorsqu'il regarde un objet situé à 1,0 km.

3. L'objet mesure 10 cm. Calculer la taille de l'image formée sur sa rétine.

4. Proposer une hypothèse permettant d'expliquer pourquoi un œil humain ne peut pas percevoir des objets aussi petits, aussi loin.

26 T'as de beaux yeux, tu sais !

1. La distance entre la rétine et la lentille mince convergente est fixe. Pour que les images se forment toujours sur la rétine quelle que soit la position de l'objet, la distance focale de la lentille de l'œil du rapace doit être variable.

2. La position de l'image est repérée par l'abscisse $x_{A'} = 1{,}56$ cm, celle de l'objet par l'abscisse $x_A = 1{,}0$ km . On applique la relation de conjugaison modélisant le cristallin de :

$$\frac{1}{x_{A'}} - \frac{1}{x_A} = \frac{1}{f'}$$

Toutes les grandeurs doivent être exprimées dans la même unité :

$x_A = -1{,}0$ km $= -1{,}0 \times 10^5$ cm

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{1{,}56 \text{ cm}} + \frac{1}{(-1{,}0 \times 10^5) \text{ cm}}$$

$$\frac{1}{f'} = 0{,}641 \text{ cm}^{-1}$$

D'où $f' = 1{,}56$ cm

Remarque : l'objet étant très éloigné de la lentille, l'image se forme sur le plan focal image de la lentille, confondu ici avec la rétine.

3. On applique la relation de grandissement :

$$\gamma = \frac{y_{B'}}{y_B} = \frac{x_{A'}}{x_A}$$

On isole la coordonnée $y_{B'}$ correspondant à la taille de l'image :

$y_B \times x_{A'} = x_A \times y_{B'}$

$$y_{B'} = \frac{y_B \times x_{A'}}{x_A}$$

$$y_{B'} = \frac{10 \text{ cm} \times 1{,}56 \text{ cm}}{-1{,}0 \times 10^5 \text{ cm}}$$

$y_{B'} = -1{,}6 \times 10^{-4}$ cm

La taille de l'image est $1{,}6 \times 10^{-4}$ cm, soit 1,6 µm.

4. Les photorécepteurs de l'œil humain sont de taille beaucoup plus importante, de l'ordre de 50 µm et ne permettent donc pas une telle résolution, car l'image doit pouvoir se former sur au moins deux cellules non contiguës.