

EXERCICES P1 : IMAGES & VISION

1 Construction géométrique

Cas n°1

On place un objet lumineux AB de 4,0 cm de haut à 40 cm d'une lentille convergente de vergence $C = 6,67 \delta$.

- Donner la distance focale de cette lentille
- a. Faire un schéma de la situation. Échelle horizontale : 1/4, échelle verticale 1/2.
- b. Par une construction graphique très soignée, prévoir à quelle distance de la lentille va se former l'image, et quelle sera sa taille.

Cas n°2

L'objet est maintenant placé à 8,0 cm de la lentille.

- a. Faire un schéma de la situation, en utilisant une échelle adaptée.
- b. Construire l'image obtenue par la lentille. En déduire à quelle distance de la lentille va se former l'image, et quelle sera sa taille.

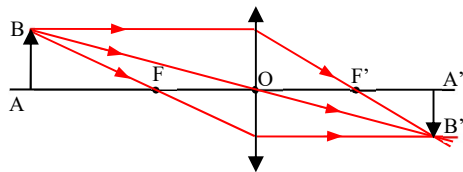
2 Relation de conjugaison et grandissement

En utilisant les données de l'exercice précédent :

- Trouver, en utilisant la formule de conjugaison, la position de l'image par rapport à la lentille, dans les deux cas.
- Calculer sa taille, dans les deux cas.
- Comparer les valeurs calculées avec les valeurs trouvées dans l'exercice précédent.

3 Relation du grandissement

On considère l'image réelle A'B' d'un objet AB par une lentille de centre optique O, comme le montre le schéma ci-dessous.



En vous servant du théorème de Thalès, démontrer que $\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$.

4 Utilisation d'une loupe

Une loupe est une lentille convergente de distance focale f' , utilisée pour former une image virtuelle.

- Montrer, en utilisant la relation de conjugaison, que si l'objet est à une distance de la lentille $d > f'$, alors l'image est réelle.
- Montrer qu'inversement si $d < f'$, alors l'image est virtuelle.
- Quel est le signe du grandissement lorsqu'on utilise une loupe ?
- Une lentille de focale $f' = 8$ cm est utilisée comme loupe. On place un objet à 6 cm de la lentille. Quel sera le grandissement obtenu ?

5 Déterminer la focale d'une lentille : la méthode de Silbermann

La méthode de Silbermann permet de déterminer la distance focale d'une lentille mince convergente.

On commence par placer un objet lumineux et un écran aux deux extrémités d'un banc d'optique. On place ensuite la lentille près de l'écran puis on l'éloigne jusqu'à obtenir l'image de l'objet sur l'écran : cette image est plus petite que l'objet. On éloigne un peu la lentille de l'écran puis on déplace l'écran pour retrouver l'image dont la taille a légèrement augmenté. On continue ainsi jusqu'à ce que l'image sur l'écran ait la même taille que l'objet.

- Après avoir indiqué la nature et le sens de l'image, représenter sur un schéma l'objet et son image dans la situation finale.
- Déterminer la position du centre optique et des foyers de la lentille.
- Vérifier en utilisant la relation de conjugaison que la distance focale de la lentille est alors égale au quart de la distance objet-écran.

6 Accommodation de l'œil

La distance séparant le cristallin de la rétine vaut en moyenne 16,7 mm.

- Calculer la distance focale de l'ensemble {cornée + cristallin} pour un œil normal au repos.

Un œil moyen ne peut accommoder sur un objet plus proche que 25 cm.

- Calculer la distance focale de l'ensemble {cornée + humeur aqueuse + cristallin} dans cette situation.

7 Presbytie

On modélise un œil normal par un œil réduit formé d'une lentille convergente de centre O et de distance focale variable, ainsi que d'un écran placé à une distance fixe de 17 mm derrière la lentille. L'œil observe une lettre de 5,0 mm de haut, sur un livre distant de 25 cm.

- L'œil doit-il accommoder ?
- Calculer alors la vergence C, de l'œil.
- Calculer la taille de l'image de la lettre sur la rétine.

Avec l'âge (à partir de 45 ans environ), le cristallin perd de sa souplesse et les muscles ciliaires ont plus de mal à le bomber : l'observateur devient presbyte. Ainsi, la vergence maximale de l'œil d'une personne de soixante ans est 60 δ.

- À quelle distance minimale cette personne peut-elle voir un objet sans lunettes de correction ?
- Pourquoi a-t-on tendance à tendre les bras pour lire un texte lorsqu'on commence à souffrir de presbytie ?

8 Latitude de mise au point en photo

On modélise un appareil photographique argentique portant un objectif de 50 mm par un diaphragme accolé à une lentille convergente, de distance focale 50 mm, ainsi que par un écran placé à une distance de la lentille variant entre 50 et 60 mm.

Déterminer quelles sont les distances maximale et minimale objet - lentille pour lesquelles l'appareil photo est capable d'obtenir une image nette.

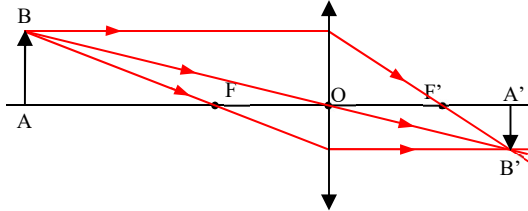
Correction

Ex.1

Cas n°1

1. La distance focale de la lentille est de $f' = 1/C = 1/6,67 = 0,15$ m (soit 15 cm).

2.a. et 2.b Schéma de la situation. Remarque : pour des questions de plasce, l'échelle indiquée dans l'énoncé n'a pas été respectée. Ici, l'échelle horizontale est de 1/10^e et l'échelle verticale est de 1/4.

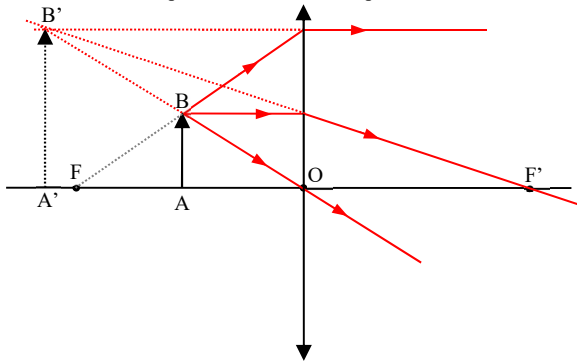


Sur le schéma, la distance OA' vaut 2,4 cm. L'image va donc se former à 24 cm de la lentille.

Sur le schéma, la taille de l'image est de 0,6 cm. L'image aura donc une taille de 2,4 cm.

Cas n°2

Échelle utilisée : 1/5^e pour l'horizontale, 1/4 pour la verticale.



L'image va se trouver à $3,5 \times 5 = 17,5$ cm de la lentille.

Sa taille sera de $2,1 \times 4 = 8,4$ cm.

Ex.2

1. 1^{er} cas : $\overline{OA} = -40$ cm (attention au signe !) et $f' = +15$ cm.

La relation de conjugaison devient :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{15} + \frac{1}{-40}$$

D'où $\overline{OA'} = 24$ cm.

2^{ème} cas : $\overline{OA} = -8$ cm (attention au signe !) et $f' = +15$ cm.

La relation de conjugaison devient :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{15} + \frac{1}{-8}$$

D'où $\overline{OA'} = -17$ cm. Le signe moins indique bien que l'image se forme du même côté que l'objet.

2. D'après la relation du grandissement : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$

Pour le 1^{er} cas : $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{24}{-40} = -0,6$. Donc l'image a une taille de $-0,6 \times 4 = -2,4$ cm. Notez le signe moins indiquant que l'image est à l'envers par rapport à l'objet.

Pour le 2^{ème} cas : $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{-17}{-8} = 2,1$. Donc l'image a une taille de $2,1 \times 4 = 8,4$ cm.

3. Comparaison construction géométrique / calcul

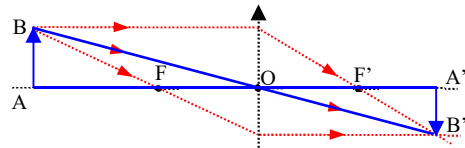
	$\overline{OA'}$	$\overline{A'B'}$
Cas n°1 - géométrique	24 cm	-2,4 cm
Cas n°1 - calcul	24 cm	-2,4 cm
Cas n°2 - géométrique	-17,5 cm	8,4 cm

Cas n°2 - calcul	-17 cm	8,4 cm
------------------	--------	--------

Conclusion : les valeurs trouvées par les deux méthodes sont proches. Elles sont donc correctes.

Ex.3

Il suffit de voir dans quels triangles appliquer le théorème de Thalès.



D'après le théorème de Thalès, on a : $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$

Ex.4

1. et 2. « Image réelle » se traduit mathématiquement par $\overline{OA'} > 0$.

« Image virtuelle » se traduit mathématiquement par $\overline{OA'} < 0$.

D'autre part, si l'objet est à une distance d de la lentille, alors $\overline{OA} = -d$ car \overline{OA} est forcément négatif. On peut donc réécrire la relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{-d} = \frac{1}{f'} \text{ et donc } \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f'} - \frac{1}{d}$$

• si $d > f'$, alors $\frac{1}{d} < \frac{1}{f'}$ et $\frac{1}{f'} - \frac{1}{d} > 0$ donc $\overline{OA'} > 0$. L'image est réelle.

• si $d < f'$, alors $\frac{1}{d} > \frac{1}{f'}$ et $\frac{1}{f'} - \frac{1}{d} < 0$ donc $\overline{OA'} < 0$. L'image est virtuelle.

3. Lorsque l'on utilise une loupe, l'image obtenue est virtuelle et donc le grandissement est positif.

4. $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$ devient $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{-6} = \frac{1}{8}$ et donc

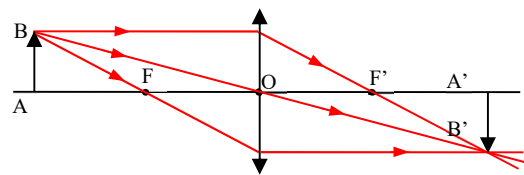
$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{8} - \frac{1}{6} = -0,0417. \text{ On obtient } \overline{OA'} = -24 \text{ cm.}$$

Le grandissement est vaut $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{-24}{-6} = 4$.

Ex.5

1. L'image est réelle et renversée.

Schéma de la situation finale : l'objet et l'image ont la même taille.



2. Par Thalès, on voit que $\overline{OA'} = \overline{OA}$ et donc la lentille se trouve à égale distance de l'objet et de l'image.

Également par Thalès, on voit que F se trouve à égale distance de O et de A, de même pour F', qui se trouve à égale distance de O et de A'.

3. Dans la situation précédente, puisque $\overline{OA} = -\overline{OA'}$, la relation de conjugaison devient :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} + \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

et donc $f' = \frac{\overline{OA'}}{2}$

Or, comme $\overline{OA'} = \frac{\overline{AA'}}{2}$, on a bien $f' = \frac{\overline{AA'}}{4}$

Ex.6

1. Un œil normal au repos forme l'image d'un objet lointain sur la rétine.

Si l'objet est lointain, alors $\frac{1}{OA}$ est très petit devant $\frac{1}{OA'}$ et donc on peut le négliger (si on prend un objet situé à 10 m, ce qui n'est pas très « lointain », on voit que $1/10.000$ mm est négligeable devant $1/16,7$ mm).
La relation de conjugaison devient donc : $\frac{1}{OA'} = \frac{1}{f'}$ et donc $f' = 16,7$ mm.

$$2. \frac{1}{f'} = \frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{16,7} - \frac{1}{-250} \text{ donc } f' \cong 15,7 \text{ mm}$$

Ex.7

1. Un œil normal doit accommoder pour voir les objets proches. Donc il doit accommoder pour voir un livre à 25 cm.

$$2. \frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'} = C \text{ donc } C = \frac{1}{17 \cdot 10^{-3}} - \frac{1}{-0,25} = 62,8 \text{ } \delta$$

3. $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{1,7}{25} = 0,068$. L'image de la lettre de 5 mm aura donc une taille de $5 \times 0,068 = 0,34$ mm.

$$4. \frac{1}{OA} = \frac{1}{OA'} - C = \frac{1}{17 \cdot 10^{-3}} - 60 = -1,18, \text{ donc } \overline{OA} = -0,85 \text{ m}$$

La distance minimale pour que cette personne puisse voir nette est de 0,85 m.

5. Pour pouvoir placer le texte à la distance minimale de mise au point, qui est plus grande que pour un œil normal.

Ex.8

L'image d'un objet à l'infini se forme à la distance f' de la lentille, soit 50 mm. Donc l'appareil photo peut prendre des photos **d'objets très éloignés** lorsque la lentille se trouve à 60 mm de l'écran.

Plus un objet se rapproche, plus la lentille doit s'éloigner de l'écran pour pouvoir former une image nette. La distance maximale lentille - écran est de 60 mm. On utilise la relation de conjugaison pour trouver à quelle distance objet - lentille cela correspond :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'} \text{ donc } \frac{1}{OA} = \frac{1}{OA'} - \frac{1}{f'} = \frac{1}{60} - \frac{1}{50} = -0,00333.$$

On trouve donc que $\overline{OA} = -300$ mm. L'objet le plus proche sur lequel l'appareil photo peut faire une mise au point est doit se situer à **30 cm**.