

Lentilles

Prérequis

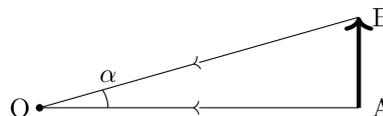
Propriétés des lentilles minces dans les conditions de Gauss. Vergence.
Relations de conjugaison des lentilles minces.

Grandeurs algébriques

Entraînement 3.1 — Diamètre apparent.



On considère le schéma suivant, montrant l'angle α , appelé diamètre apparent, sous lequel est vu un objet AB depuis un point O.



a) Exprimer le diamètre apparent α , en radians, en fonction de OA et AB

b) Exprimer le diamètre apparent α , en degrés, en fonction de OA et AB

Un observateur situé à la surface de la Terre observe des astres, caractérisés par les données suivantes :

	Soleil	Lune
Diamètre	$1,4 \cdot 10^6$ km	$3,5 \cdot 10^3$ km
Distance à la Terre	$150\,600 \cdot 10^3$ km	$384\,400$ km

Pour simplifier les calculs, on pourra utiliser que, quand α est un angle petit et exprimé en radians, on dispose de l'approximation des petits angles : $\alpha \approx \tan(\alpha)$.

c) Calculer le diamètre apparent de la Lune α_L en degrés

d) Calculer le diamètre apparent du Soleil α_S en degrés

e) Que vérifient les valeurs numériques α_S et α_L ?

(a) $\alpha_S > \alpha_L$

(b) $\alpha_S \approx \alpha_L$

(c) $\alpha_S < \alpha_L$

.....

f) Quel phénomène astronomique la comparaison de α_L et α_S permet d'expliquer ?

(a) Les éclipses

(b) Les saisons

(c) Les marées

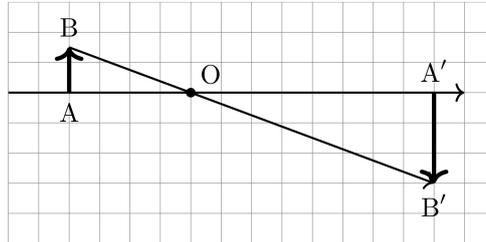
.....



Entraînement 3.2 — Configuration de Thalès et grandissement.



On considère la situation représentée sur le schéma ci-dessous.



On note \bar{x} la valeur algébrique de la longueur x et on définit le grandissement γ par la relation :

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

a) Donner la relation reliant \overline{OA} , $\overline{OA'}$, \overline{AB} et $\overline{A'B'}$

b) Déterminer la valeur numérique de γ

Modèle de la lentille mince

Entraînement 3.3 — Conditions de Gauss.



Parmi les situations suivantes concernant les rayons lumineux issus d'un objet et traversant une lentille mince, indiquer celle qui ne permet pas de se placer dans les conditions de Gauss.

(a) peu inclinés par rapport à l'axe optique.

(b) passant par les bords de la lentille.

(c) passant près du centre optique.

.....

Entraînement 3.4 — Déviation de rayons lumineux.

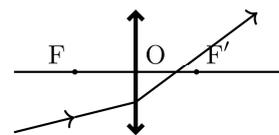


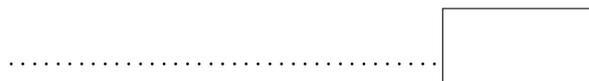
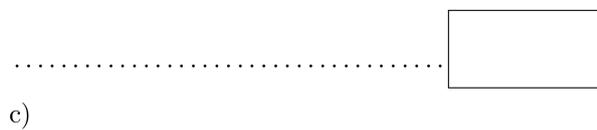
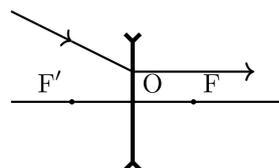
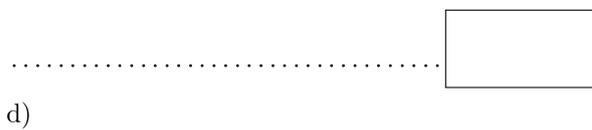
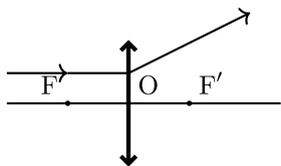
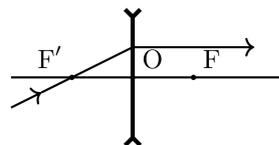
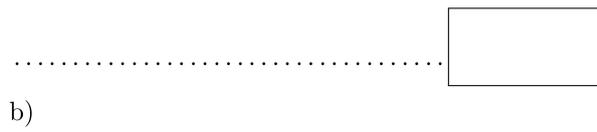
On rappelle les propriétés suivantes :

- Un rayon passant par le centre optique de la lentille n'est pas dévié.
- Un rayon incident dont la direction passe par le foyer objet émerge parallèle à l'axe optique principal.
- Un rayon parallèle à l'axe optique principal émerge avec une direction passant par le foyer image.

Pour chacun des schémas suivants, préciser s'ils sont corrects ou incorrects.

a)

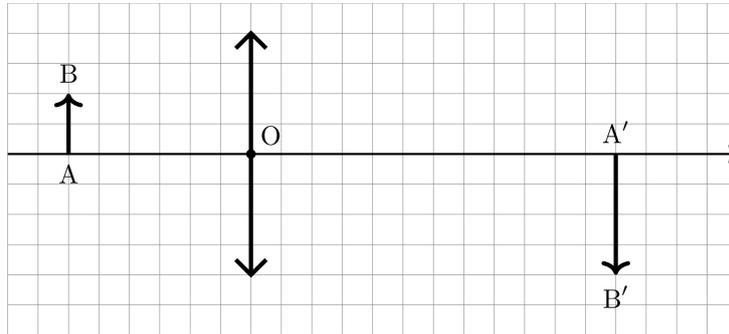




Entraînement 3.5 — Construction de rayons lumineux.



On considère le schéma suivant montrant un objet \overline{AB} et son image $\overline{A'B'}$ par une lentille convergente.



On donne l'échelle du schéma : 8 carreaux sur le schéma correspondent à 10 cm en réalité.

- a) Déterminer graphiquement la distance focale de la lentille
- b) Calculer la vergence de la lentille

Entraînement 3.6 — Batailles de convergence.



Quelle est la lentille la plus convergente ?

- (a) une lentille de vergence $+8,0 \delta$ (c) une lentille de focale objet $-10,0 \text{ cm}$
 (b) une lentille de focale image $+8,0 \text{ cm}$ (d) une lentille de focale image $-8,0 \text{ cm}$

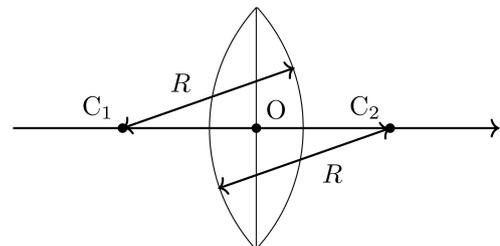
.....

Entraînement 3.7 — Focale d'une lentille biconvexe.



La distance focale d'une lentille biconvexe symétrique de rayon de courbure R , taillée dans un matériau d'indice n et utilisée dans l'air est donnée par la relation suivante :

$$f' = \frac{R}{2(n - n_{\text{air}})}$$



où n_{air} est l'indice optique de l'air.

On souhaite fabriquer une lentille biconvexe de vergence $6,0 \delta$ afin de corriger une hypermétropie forte à partir d'un plastique organique d'indice $n = 1,67$. On donne $n_{\text{air}} = 1,00$.

- a) Calculer le rayon de courbure à réaliser
- b) Pour quelle valeur de l'indice n la lentille ne dévie pas les rayons lumineux ?
- (a) $n \approx n_{\text{air}}$ (b) $n = \frac{3}{2}n_{\text{air}}$ (c) $n = \frac{R}{n_{\text{air}}}$
-

Conjugaison par une lentille mince

Entraînement 3.8 — Relation de conjugaison au centre optique.



Un objet lumineux est placé au point A, à 15,0 cm devant une lentille mince convergente de centre optique O et de distance focale $f' = 4,0$ cm.

On rappelle la relation de conjugaison aux sommets de Descartes qui permet de faire le lien entre la position \overline{OA} de l'objet et la position $\overline{OA'}$ de l'image :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}.$$

a) Exprimer $\overline{OA'}$ en fonction de \overline{OA} et f'

b) Exprimer \overline{OA} en fonction de $\overline{OA'}$ et f'

c) Exprimer f' en fonction de \overline{OA} et $\overline{OA'}$

d) L'image est-elle située avant ou après le centre optique O?

Entraînement 3.9 — Relation de conjugaison aux foyers.



Dans un dispositif optique convergent de distance focale $f' = 12,0$ cm, on souhaite qu'une image réelle se trouve exactement à 5,0 mm après le foyer image. On cherche la position où l'on doit placer l'objet, dans un premier temps par rapport au foyer objet F, puis par rapport au centre optique O.

On rappelle la relation de conjugaison aux foyers de Newton :

$$\overline{F'A'} \times \overline{FA} = -f'^2.$$

a) Exprimer \overline{FA} en fonction de f' et $\overline{F'A'}$

b) Exprimer \overline{OA} en fonction de \overline{FA} et f'

c) Cet objet est-il réel ou virtuel?

Entraînement 3.10 — Grandissement.



Un système optique donne d'un objet, une image dont le grandissement est le suivant : $\gamma = -2,0$.

a) Par rapport à l'objet, cette image est :

(a) rétrécie

(b) agrandie

b) Par rapport à l'objet, cette image est :

(a) droite

(b) renversée

.....

.....

Entraînement 3.11 — Projecteur de cinéma.



Un projecteur de cinéma contient une lentille convergente de distance focale $f' = 50,0$ mm.

L'écran se situe à 15,0 m de la lentille et on dispose d'une pellicule dont les vignettes sont de dimensions 36,0 mm \times 24,0 mm.

- a) À quelle distance algébrique de la lentille doit-on placer la pellicule?
- b) Quelles sont les dimensions de l'image d'une vignette sur l'écran?

Entraînement 3.12 — Objets et images à l'infini.



a) Un objet lumineux très éloigné, comme une étoile, peut être considéré comme étant situé à l'infini.

Où se situe l'image d'un tel objet par une lentille?

- (a) dans son plan focal image
- (b) dans son plan focal objet
- (c) à l'infini

.....

b) Un œil « normal » (emmétrope) n'accomode pas lorsqu'il observe une image à l'infini. Dans ce but, on souhaite projeter à l'infini, l'image d'un objet en utilisant une lentille.

Où doit-on placer l'objet?

- (a) dans son plan focal image
- (b) dans son plan focal objet
- (c) à l'infini

.....

Entraînement 3.13 — Loupe.



Une loupe est une lentille convergente utilisée dans des conditions particulières. Dans cet exercice, la lentille utilisée a une distance focale de 10,0 cm. On place un objet $\overline{AB} = 2,0$ cm à une distance de 6,0 cm en avant de la loupe.

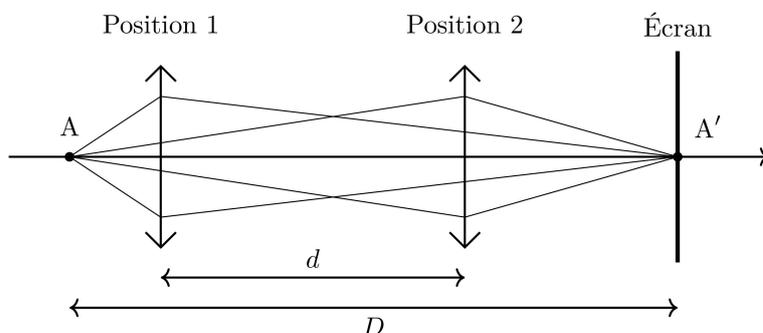
- a) Calculer la position de l'image formée par la loupe
- b) Donner la nature de l'image
- c) Calculer la taille de l'image formée par la loupe
- d) Cette image est-elle droite ou renversée?

Entraînement 3.14 — Méthode de Bessel.



Pour mesurer la distance focale d'une lentille, on peut utiliser la méthode de Bessel.

On considère un objet donné, et on fixe la distance D entre l'objet et l'écran. On s'assure que D soit suffisamment grande pour qu'il existe deux positions où intercaler la lentille entre l'objet et l'écran, pour lesquelles l'image sur l'écran soit nette. On note d la distance entre ces deux positions.



On peut alors montrer la relation suivante :

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{\frac{D+d}{2}} - \frac{1}{\frac{-(D-d)}{2}}.$$

- a) Exprimer f' en fonction de D et d
- b) Exprimer f' lorsque $d = \frac{D}{4}$
- c) Exprimer d lorsque $f' = \frac{D}{4}$

Réponses mélangées

virtuelle	Incorrect	$\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$	Correct	+20 δ	5,0 cm	(a)	(a)
	$\arctan\left(\frac{\overline{AB}}{\overline{OA}}\right) \times \frac{180}{\pi}$	$\frac{15D}{64}$	$\overline{OA'} = -15$ cm	0,53°	(b)	réel	-2
(a)	$\frac{-f'^2}{\overline{F'A'}}$	5,0 cm	droite	$\overline{OA} = -5,02$ cm	(b)	$\overline{FA} - f'$	Incorrect
(b)	0,22 m	$\arctan\left(\frac{\overline{AB}}{\overline{OA}}\right)$	$\frac{\overline{OA} \times \overline{OA'}}{\overline{OA} - \overline{OA'}}$	$\frac{\overline{OA} \times \overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}}$	après	0,52°	
10,8 m \times 7,2 m	(b)	0	Correct	(b)	$\frac{D^2 - d^2}{4D}$	(b)	$\frac{\overline{OA'} \times f'}{f' - \overline{OA'}}$

► Réponses et corrigés page 160