



Capacités exigibles :

- Construire l'image d'un objet par un miroir plan ou une lentille. ●
- Exploiter les formules de conjugaison et de grandissement transversal et choisir la formule de conjugaison la plus adaptée. □
- Modéliser l'œil et connaître les ordres de grandeurs de la limite de résolution angulaire et de la plage d'accommodation. ✕

Exercice 1 Doublet optique de Huygens ●□

On définit un doublet de lentilles minces par la donnée de trois nombres : f'_1 , $e = \overline{O_1O_2}$, f'_2 . Un doublet de Huygens est de type : $f'_1 = 3a$, $e = 2a$, $f'_2 = a$. On prendra pour les applications numériques : $a = 2 \text{ cm}$. On notera $\Delta = \overline{F'_1F_2}$.

1. Placer sur un axe optique (figure à l'échelle) les foyers de (L_1) et (L_2) et déterminer par construction géométrique les foyers, objet et image, notés F et F' .
2. Vérifier ces résultats en déterminant algébriquement $\overline{F_1F}$ et $\overline{F'_2F'}$.

Exercice 2 Étude d'un appareil photographique ●□***

L'objectif d'un appareil photographique est assimilable à une lentille de distance focale $f' = 5,0 \text{ cm}$. L'émulsion sensible est disposée sur une plaque rectangulaire centrée sur l'axe, de dimension $24 \text{ mm} \times 36 \text{ mm}$.

1. La mise au point est faite sur l'infini, ce qui définit une position P_0 pour la plaque sur l'axe.
 - a) De combien et dans quel sens faut-il déplacer la plaque si l'on veut photographier un objet placé à $5,0 \text{ m}$ de l'objectif ?
 - b) La mise au point ne permet pas d'éloigner la plaque à plus de $5,0 \text{ mm}$ de P_0 . Évaluer la distance minimale d'un objet par rapport à l'objectif pour obtenir une photographie nette.
2. Déterminer les dimensions de la portion de plan photographié lorsque la mise au point est faite pour observer un objet à $5,0 \text{ m}$. Préciser le grandissement angulaire de cet appareil.
3. Commenter les éléments constitutifs d'un appareil photographique : objectif, diaphragme, obturateur, pellicule.

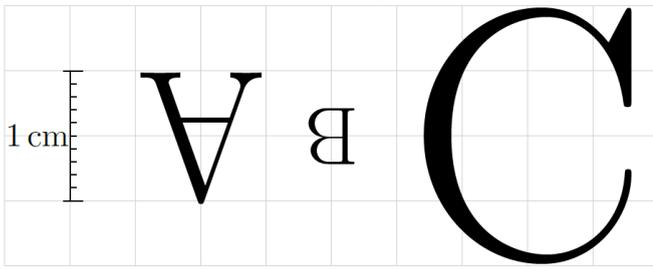
Exercice 3 Lunette astronomique ●□

On considère une lunette astronomique formée d'un objectif, constitué d'une lentille mince convergente L_1 (O_1, f'_1) et d'un oculaire constitué d'une lentille mince convergente L_2 (O_2, f'_2). Ces deux lentilles ont même axe optique Δ . On souhaite observer la planète Mars, qui est vue à l'œil nu sous un diamètre apparent α .

1. Pour voir la planète nette à travers la lunette, on forme un système afocal.
 - a) Définir ce terme et en déduire la positions des lentilles.
 - b) Faire le schéma de la lunette en prenant $f'_1 = 5f'_2$. Dessiner sur ce schéma la marche à travers la lunette d'un rayon lumineux parallèle à l'axe et d'un rayon incliné d'un angle α . (On appelle A_1B_1 l'image intermédiaire.)
2. On note α' , l'angle que forment les rayons émergents en sortie de la lunette.
 - a) L'image est-elle droite ou renversée ?
 - b) La lunette est caractérisé par son grossissement $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$. Exprimer G en fonction de f'_1 et f'_2 .
 - c) Calculer le grandissement linéaire γ .
3. On veut augmenter le grossissement de cette lunette et redresser l'image. Pour cela on interpose entre L_1 et L_2 , une lentille convergente L_3 de distance focale f'_3 . L'oculaire L_2 est déplacé pour avoir de la planète une image nette à l'infini à travers le nouvel ensemble optique.
 - a) Quel couple de points doit conjuguer L_3 pour qu'il en soit ainsi ?
 - b) On appelle γ_3 , le grandissement de la lentille 3. En déduire $\overline{O_3F'_1}$ en fonction de f'_3 et γ_3 .
 - c) Faire un schéma. On placera O_3 entre F'_1 et F_2 , et on appellera A_1B_1 et A_2B_2 la première et la seconde image intermédiaire.
 - d) En déduire le nouveau grossissement G' en fonction de γ_3 et G .

Exercice 4 L'ABC des lentilles ◉◻

Nous réalisons l'image des trois premières lettres de l'alphabet sur un même écran à l'aide de trois lentilles différentes. Les trois lettres, qui peuvent être réelles ou virtuelles, ont la même hauteur $h = 1,0 \text{ cm}$ et leurs images, nettes sur l'écran, sont représentées sur la figure.



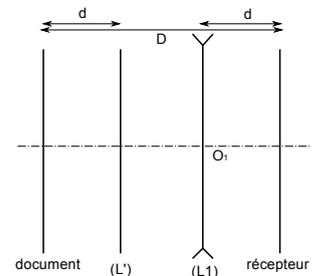
Les trois lentilles L_1 , L_2 et L_3 sont dans un même plan à $2,0 \text{ m}$ de l'écran. L_1 et L_2 sont convergentes et L_3 divergente ; leurs distances focales sont respectivement :

$f'_1 = 1,0 \text{ m}$, $f'_2 = 1,3 \text{ m}$ et $f'_3 = -2,0 \text{ m}$. Chaque lettre se trouve sur l'axe optique de l'une des lentilles.

1. Les images sont-elles réelles ou virtuelles ?
2. Attribuer chaque lettre à sa lentille.
3. Définir et déterminer le grandissement dans chaque cas ainsi que la nature réelle ou virtuelle de la lettre objet.
4. Tracer les rayons lumineux correspondant aux trois situations et vérifier les conclusions obtenues précédemment.

Exercice 5 Objectif de photocopieur ◻

On désire reproduire un document de format A4 soit en A4 (même format), en A3 (format double en surface) ou en A5 (format moitié en surface). On réalise ces différents tirages à l'aide d'un objectif en modifiant la position des lentilles à l'intérieur du système. La distance entre le document et le récepteur photosensible est $D = 384 \text{ mm}$. On positionne une lentille L_1 divergente de distance focale image $f'_1 = -90 \text{ mm}$ à $d = 180 \text{ mm}$ du récepteur et on ajoute une lentille L' devant la lentille L_1 , à la distance d du document.



1. Calculer la distance focale f' de la lentille L' pour obtenir une image du document sur le récepteur. Quelle est la nature de L' ?
2. Calculer le grandissement γ_1 de l'association des deux lentilles et indiquer quel type de tirage permet cet objectif : A4 en A3 ou A4 en A5.
3. En fait, la lentille L' est constituée de deux lentilles accolées L_2 et L_3 , L_2 étant identique à L_1 . Calculer la distance focale f'_3 de la lentille L_3 .
4. On glisse alors la lentille L_3 afin de l'accoler à L_1 . Montrer que l'image du document reste sur le récepteur et calculer le grandissement γ_2 correspondant à cette configuration. Quel type de tirage cela permet-il ?

Exercice 6 La loupe ◉◻✕

Un observateur regarde à l'œil nu un tout petit objet plan que l'on assimile à un segment AB de longueur l . On note d_m la distance minimale de vision distincte de l'observateur.

1. Déterminer α_m , l'angle maximal sous lequel est vu l'objet.

L'observateur regarde AB à travers une loupe grossissante $5\times$. Il s'agit d'une lentille mince convergente de distance focale f' et de centre optique O . L'œil O' est situé à une distance a de la loupe ($a < d_m$).

2. L'image A' de A par la lentille est vue nette par l'œil si $d_m \leq O'A' \leq +\infty$. Déterminer les positions de l'objet rendant possible l'observation d'une image nette par l'œil. Faire une construction géométrique d'une telle image. L'image est-elle droite ou renversée ?
3. Lorsque l'image est rejetée à l'infini, l'observation se fait sans fatigue d'accommodation. On note α le diamètre apparent de l'image à l'infini. Le grossissement commercial de la loupe est $G = \frac{\alpha}{\alpha_m}$ calculé avec $d_m = 25 \text{ cm}$. En déduire la distance focale de la lentille.

Solutions des exercices

¹Réponses : $\overline{F_1F} = -\frac{f_1'^2}{\Delta}$; $\overline{F_2F'} = \frac{f_2'^2}{\Delta}$

²Réponses : 1a) $0,5 \text{ mm}$; 1b) 55 cm ; 2) $\gamma = -\frac{1}{99}$ et $g = -99$

³Réponses : 2b) $G = -\frac{f_1'}{f_2'} = -5$ 2c) $\gamma = -1/5$; 3b) $\overline{O_3F_1'} = \frac{1-\gamma_3}{\gamma_3} f_3'$; 3d) $G' = \gamma_3 G$

⁵Réponses : 1) $f' = 57,3 \text{ mm}$; 2) $\gamma_1 = 1,4$; 3) $f_3' = 35,0 \text{ mm}$; 4) $\gamma_2 = -0,7$