

Optique géométrique - Systèmes optiques et lentilles

Exercice n°1 (★)

Une lentille mince divergente a pour focale $f' = -30 \text{ cm}$.

- Déterminer l'image d'un point situé à 30 cm devant la lentille mince.
- Si un objet AB dans le plan de front passant par A a pour taille 1 mm , quelle est la taille de son image ?

Exercice n°2 (★)

Une lentille mince sphérique donne d'un objet réel situé 60 cm avant son centre une image droite réduite d'un facteur 5 . Déterminer par le calcul et par une construction géométrique la position de l'image et les caractéristiques de la lentille.

Exercice n°3 (★★)

On considère un miroir plan. Un objet AB est placé devant le miroir, parallèlement à celui-ci.

- Où se trouve l'image $A'B'$ de celui-ci ? Donner la formule de conjugaison du miroir plan. Quel est le grandissement ? Justifier que le miroir plan est afocal.
- Un observateur place son oeil à la distance D d'un miroir plan en forme de disque de rayon d . Étant donné que la pupille de l'oeil a un diamètre très faible, on assimilera celle-ci à un point A placé sur l'axe du miroir. Quels sont les points que l'observateur peut espérer apercevoir par réflexion dans le miroir ? Préciser la valeur de l'angle qui caractérise la portion d'espace accessible à la vision appelée champ du miroir.

A.N : pour $D = 2 \text{ m}$ et $d = 15 \text{ cm}$

Exercice n°4 (★★)

Un système centré donne d'un objet réel AB une image réelle $A'B'$ située sur l'écran perpendiculaire à l'axe du système.

On intercale une lentille entre l'écran et le système. On obtient alors une image $A''B''$ deux fois plus grande et de même sens sur l'écran, qu'il a fallu reculer de $d = 20 \text{ cm}$.

Déterminer la nature de la lentille, sa position et sa distance focale.

Exercice n°5 (★★)

Un observateur émetrope, c'est-à-dire ayant un oeil normal, peut voir distinctement de l'infini à une distance minimale d_m . On dit que l'observateur accommode si l'objet qu'il regarde n'est pas à l'infini. Cet observateur regarde à l'oeil nu un tout petit objet plan que l'on assimilera à un segment AB de longueur l perpendiculaire à l'axe optique.

- Déterminer l'angle α_m angle maximal sous lequel l'objet peut être vu.
- L'observateur regarde désormais l'objet à travers une lentille mince convergente de distance focale f' et de centre O (loupe). Son oeil est situé à une distance a ($a < d_m$) de la loupe.

- 2.a. Déterminer les positions de l'objet rendant possible l'observation d'une image nette par l'observateur emmétrope. Faire une construction géométrique de l'image. L'image est-elle droite ou renversée ?
- 2.b. Pour quelle position de l'objet, l'observation se fait-elle sans accommodation ? Exprimer l'angle α sous lequel l'oeil voit l'image. Application numérique : que vaut le grossissement commerciale de la loupe $G = \frac{\alpha}{\alpha_m}$? On donne $d_m = 0,25 \text{ m}$ et $f' = 50 \text{ mm}$.

Exercice n°6 (★★★)

On considère le système formé de trois lentilles minces convergentes L_1 , L_2 et L_3 de distances focales $f'_1 = 3a$, $f'_2 = x$ et $f'_3 = a$ et telles que $\overline{O_1O_2} = 3a$ et $\overline{O_2O_3} = a$. O_i étant le centre de la lentille L_i .

- Déterminer x pour que O_2 soit son propre conjugué.
- Calculer le grandissement transversal.

Exercice n°7 (★★★)

On modélise l'oeil par une lentille mince de centre optique O , dont la vergence V est variable. L'image se forme sur la rétine qui, dans la réalité est à la distance $d_{\text{réel}} = 15 \text{ mm}$ de O mais que l'on considèrera égale à $d = 11 \text{ mm}$ pour compenser le fait qu'on néglige la présence du corps vitreux entre le cristallin et la rétine.

- Un observateur doté d'une vision normale regarde un objet AB dans le plan de front à 1 m devant lui et tel que $\overline{AB} = 10 \text{ cm}$.
 - Préciser si l'image formée par le cristallin est réelle ou virtuelle, droite ou renversée.
 - On note $A'B'$ l'image de AB sur la rétine. Calculer le grandissement $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$, puis en déduire la taille de l'image $\overline{A'B'}$.
 - Calculer la vergence V du système.
- L'observateur regarde désormais un objet placé à 25 cm devant lui.
 - Préciser si l'image formée par le cristallin est réelle ou virtuelle, droite ou renversée.
 - Calculer la variation de la vergence par rapport à la question précédente ainsi que la taille de l'image.
- On s'intéresse maintenant à un sujet myope possédant donc un cristallin trop convergent. Lorsqu'il regarde à l'infini, l'image se forme à $0,5 \text{ mm}$ en avant de la rétine (située à $d = 11 \text{ mm}$ de O). Pour corriger ce problème, cette personne est dotée de lunettes donc chaque verre est assimilé à une lentille mince de vergence V' et de centre optique O' , placé à $l = 2 \text{ cm}$ de O .
 - Calculer la vergence V' des verres de lunettes.
 - L'individu observe un objet situé à 1 m devant lui. Calculer la position de l'image intermédiaire ainsi que le grandissement de l'ensemble (lunette-cristallin).

Exercice n°8 (★★★)

Une lunette astronomique est schématisée par deux lentilles minces convergentes de même axe optique Δ :

- l'une (L_1) correspondant à l'objectif de distance focale f_1'
- l'autre (L_2) correspondant à l'oculaire de distance focale f_2'

On rappelle qu'un oeil normal voit un objet sans accommoder si celui-ci est placé à l'infini. On souhaite voir la planète Mars qui est vue à l'oeil nu sous un diamètre apparent α .

1. Pour observer la planète avec la lunette, on forme un système afocal.
 - a. Que signifie l'adjectif afocal ? En déduire la position relative des deux lentilles.
 - b. Faire le schéma de la lunette pour $f_1' = 5f_2'$. Dessiner sur le schéma la marche à travers la lunette d'un faisceau lumineux (non parallèle à l'axe) formé de rayon issus de l'astre. On appelle $\overline{A'B'}$ l'image intermédiaire.
 - c. On souhaite photographier cette planète. Où doit-on placer le capteur CCD ?
2. On note α' l'angle que forme les rayons émergents extrêmes en sortie de la lunette.
 - a. L'image est-elle droite ou renversée ?
 - b. La lunette est caractérisée par son grossissement

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

Exprimer G en fonction de f_1' et f_2' .

3. On veut augmenter le grossissement de cette lunette et redresser l'image. Pour cela, on interpose entre les deux lentilles une lentille convergente (L_3) de distance focale f_3' . L'oculaire est déplacé pour obtenir 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 (L_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 $\overline{A'B'}$ la première image intermédiaire et $\overline{A''B''}$ la seconde).
 - d. En déduire le nouveau grossissement G' en fonction de G et γ_3 . Comparer G' à G en signe et valeur absolue.