

TD Systèmes centrés dans les conditions de Gauss - Lentilles minces -

Exercice 1 : Etude de l'image en fonction de l'objet

On considère une lentille mince convergente ou divergente, de centre optique O et de distance focale image f' . Soit A et A' deux points conjugués par la lentille. La position de l'objet est repérée par $\overline{OA} = p$.

On étudie comme varie en fonction de la valeur de p :

- les caractéristiques de l'image (nature - réelle ou virtuelle - et position) en repérant la position de l'image par $\overline{OA'} = p'$ et en utilisant la formule de conjugaison : $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'} = \frac{1}{p'} - \frac{1}{p}$.

- le grandissement $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} (= \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{p'}{p} = \dots)$ (image plus grande, plus petite, droite ou renversée).

Les résultats de l'étude pour p variant de $-\infty$ à $+\infty$ dans le cas des lentilles convergentes et divergentes sont présentés sur la feuille « Lentilles minces - Zones d'espace conjugués et grandissement ».

Retrouver ces résultats dans les cas suivants :

- a) Lentille convergente : $-2f' < p < -f'$ (objet réel)
- b) Lentille convergente : $p > 0$ (objet virtuel)
- c) Lentille divergente : $p < 0$ (objet réel)
- d) Lentille divergente : $0 < p < -f'$ (objet virtuel)

Exercice 2 : Lentille : position objet/image à partir du grandissement

Comme dans l'exercice 5 du TD sur les miroirs sphériques, on cherche à déterminer les positions de deux points (A, A') conjugués l'un de l'autre par une lentille de distance focale image quelconque f' (divergente ou convergente) tels que le grandissement transversal $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ soit égal à -2 .

Trouver ce résultat par le calcul (on exprimera les positions en fonction de f') puis par construction (on positionnera les foyers F et F' de façon arbitraire pour les deux cas convergent et divergent).

On précisera dans chaque cas la nature de l'image et de l'objet.

Exercice 3 : Projecteur de diapositives

Une lentille convergente (L), de distance focale $f' = 5,0\text{cm}$, constitue l'objectif d'un projecteur de diapositives. Elle donne de la diapositive de hauteur $h = 24\text{ mm}$ une image sur un écran situé à la distance $D = 4,0\text{ m}$ du projecteur.

- 1) Faire un schéma du système optique.
- 2) Déterminer la position de la diapositive par rapport à la lentille de projection ainsi que la hauteur H de l'image obtenue sur l'écran.

Exercice 4 : Concentration du flux solaire

Pour allumer un feu, un naufragé utilise une lentille convergente de distance focale $f' = 10\text{ cm}$.

- 1) Le Soleil est vu de la Terre sous un diamètre angulaire $\alpha = 0,5^\circ$. Exprimer puis calculer le diamètre d de la tâche lumineuse formée dans le plan focal de la lentille.
- 2) La lentille a un diamètre $D = 2\text{ cm}$. La puissance rayonnée par le Soleil au niveau de la Terre, par unité de surface, est $\varphi_0 = 1\text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$.

Calculer la puissance par unité de surface φ reçue dans le plan focal de la lentille.

- 3) La température T d'un corps recevant une puissance φ par unité de surface est donnée, dans des conditions supposées respectées ici, par $\varphi = \sigma T^4$ avec $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$.

En déduire l'ordre de grandeur de la température atteinte au foyer de la lentille. Discuter la vraisemblance du résultat.

Exercice 5 : L'œil

On assimile l'œil à une lentille convergente (modélisant le cristallin) de distance focale variable sachant que la distance lentille-rétine est fixe. Un œil normal (ou emmétrope) observe sans accommoder des objets à l'infini. La distance focale correspondant à l'œil au repos vaut $f' = 15,0$ mm. Le pouvoir séparateur angulaire de l'œil est $\varepsilon = 3.10^{-4}$ rad.

1) Calculer un ordre de grandeur de la distance h entre deux cellules photosensibles de l'œil.

2) La distance focale de la lentille modélisant le cristallin est ajustable.

a) Déterminer son domaine de variation sachant qu'un œil normal accommode pour voir des objets de 25,0 cm (PP) à l'infini (PR).

b) Le domaine de variation de la distance focale d'un œil myope est le même que celui déterminé précédemment, mais la distance lentille-rétine est égale à 15,2 mm.

Déterminer les positions extrêmes des objets vus en accommodant : Punctum Remotum (PR) et Punctum Proximum (PP).

c) Reprendre la question précédente pour un œil hypermétrope tel que la distance lentille-rétine soit égale à 14,8 mm.

Exercice 6 : La loupe

Une loupe est une lentille mince convergente donnant d'un objet AB situé entre le foyer objet F et le centre optique O une image agrandie. On prendra $f' = 5$ cm.

1) Montrer par le calcul et par construction que l'image est droite, virtuelle et agrandie.

2) La mise au point consiste à amener l'image entre le punctum proximum et le punctum remotum de l'œil en modifiant la distance de l'objet à la loupe. La distance entre ces deux positions limites de la loupe définit la latitude de mise au point ou profondeur de champ.

L'observateur place son œil au foyer image F' de la loupe. Dans l'hypothèse d'une vision normale (PR : $D_m = \infty$ et PP = : $d_m = 25$ cm), déterminer la latitude de mise au point.

3) On appelle puissance de la loupe la grandeur $P = \frac{\alpha'}{AB}$ où α' est le diamètre angulaire apparent de l'image

$A'B'$ de l'objet AB observé par la loupe. Montrer que $P = \frac{1}{f'}$.

4) On appelle grossissement de la loupe la grandeur $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ rapport des diamètres apparents de l'image

$A'B'$ et de l'objet AB (vu à l'œil nu à d_m). Montrer que $G = P.d_m$

5) L'œil ne peut distinguer deux objets que si leurs images se forment sur des cellules rétinienne différentes. Cela nécessite un diamètre angulaire minimal $\alpha'_m \approx 3.10^{-4}$ rad. L'observateur n'accommodant pas, quelle est la dimension du plus petit objet résolu.