

TD OG3 Systèmes optiques

On commencera systématiquement chaque exercice par un schéma, puis on écrira les conjugaisons ($A \xrightarrow{(L)} A'$), puis on fera souvent une construction géométrique, et on appliquera les relations de conjugaison.

Le conjugué A' d'un point A par une lentille mince sphérique, de centre optique O , de foyers F et F' , de distance focale image f' vérifie les relations suivantes :

Pour $A \xrightarrow{(L)} A'$, on a : Relation de Descartes : $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$ et $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$

Relation de Newton : $\overline{F'A'} \cdot \overline{FA} = -f'^2$ et $\gamma = \frac{\overline{FO}}{\overline{FA}} = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}}$

Exercice n°1. Œil myope.

L'œil myope a un cristallin trop convergent. Quel type de lentilles de contact faut-il prescrire à un myope qui voit flou au-delà de 2m ? Calculer la vergence nécessaire pour ses lentilles pour qu'il puisse voir net à l'infini.

Exercice n°2. Etude d'une loupe.

Une loupe est constituée par une lentille mince très convergente $f' = 40$ mm, de centre O . L'œil est placé au foyer image F' de cette lentille.

On admettra que les distance maximales et minimales de vision distincte de l'œil (normal) de l'observateur sont l'infini et $\delta_{\min} = 25$ cm.

L'œil ne peut donc voir nettement à travers la loupe que les objets A situés sur l'axe entre deux positions A_1 (dont l'image A'_1 à travers la loupe est à l'infini) et A_2 (dont l'image à travers la loupe est en A'_2 située à 25cm de l'œil).

1.) Faire les deux constructions permettant d'obtenir graphiquement les deux positions A_1 et A_2 . Déterminer par un calcul littéral leur position. En déduire par un calcul littéral la latitude de mise au point $\Delta = A_1A_2$ de cette loupe. Faire l'application numérique.

2.) Un petit objet AB à la distance $x = \overline{OA}$ (où $OA < f'$) de la loupe est vu sous l'angle α à l'œil nu, et sous l'angle α' à travers la loupe.

a) Faire une construction géométrique pour un objet AB quelconque et indiquer α' et α sur le schéma. En utilisant les conditions de Gauss, exprimer $\tan \alpha$ et $\tan \alpha'$ en fonction des données.

En déduire, en fonction de f' et x , la puissance $P = \alpha' / AB$ et le grossissement $G = \alpha' / \alpha$ de cette loupe.

b) On donne $AB = 200\mu\text{m}$. Calculer numériquement l'angle α' grâce aux résultats précédents.

Déterminer les grossissements limites G_1 et G_2 correspondant aux deux positions extrêmes A_1 et A_2 de l'objet. Entre quelles limites le grossissement G peut-il finalement varier lorsque l'œil accommode ?

Exercice n°3. Cratères sur la lune.

On désire observer les cratères de Copernic de diamètre 96 km et de Clavius de diamètre 240 km situés à la surface de la lune. On dispose d'une lunette de Galilée composée d'un objectif de focale $f_1' = 20$ cm et d'un oculaire de distance focale $f_2' = -5$ cm. Elle donne d'un objet à l'infini une image à l'infini.

La distance de la terre à la lune est de 380.10^3 km.

1) Ces cratères sont-ils visibles à l'œil nu ? Pour cela, déterminer l'angle sous lequel ces objets sont vus à l'œil nu et les comparer à la limite de résolution de l'œil.

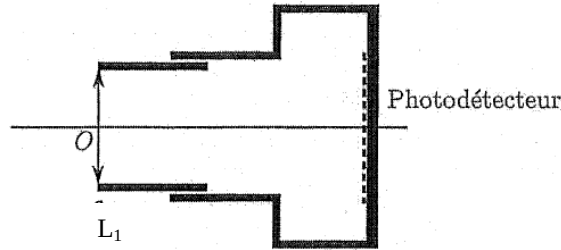
2) Ecrire les conjugaisons et déterminer la distance entre les centres des deux lentilles. Faire un schéma de la lunette à l'échelle $\frac{1}{2}$ et dessiner le trajet d'un faisceau incident parallèle, incliné par rapport à l'axe optique.

3) Dans le cas de l'utilisation de la lunette, calculer le grossissement obtenu $G = \alpha' / \alpha$.

Donner l'angle sous lequel ces cratères sont vus à travers la lunette.

Exercice n°4. Appareil photographique

Un appareil photographique est constitué d'un objectif assimilé à une lentille mince convergente L_1 de centre O_1 et de distance focale $f_1' = 5\text{cm}$, mobile par rapport à un photodétecteur CCD fixé sur le boîtier de l'appareil (figure ci-dessous).



1) Calculer l'amplitude Δ de déplacement du capteur CCD par rapport à la lentille L_1 , sachant que l'appareil est aussi bien capable de faire la mise au point sur un paysage (à l'infini) que sur un objet placé à une distance $p = 55\text{ cm}$ de L_1 .

On exprimera Δ en fonction de p et f' . Faire l'application numérique.

2) Calculer la taille a , sur le photodétecteur, de l'image d'un objet transversal AB (perpendiculaire à l'axe optique) de taille $t = 1,5\text{ cm}$ de hauteur situé à $p = 55\text{cm}$ de L_1 . Faire l'application numérique.

3) A l'aide d'une bague extérieure, on ajoute sur l'objectif (en avant de L_1), une deuxième lentille convergente L_0 de centre O_0 et de distance focale $f_0' = 30\text{cm}$. La distance entre L_0 et L_1 est fixe, de valeur $\ell = O_0O_1 = 5\text{cm}$.

A quelle distance minimale d_1 de L_0 peut-on photographier un objet (l'objectif est alors éloigné du photodétecteur à sa distance maximale). La déterminer en fonction de f_0' , ℓ et p et faire l'application numérique.

4) Quelle est alors, sur le photodétecteur, la taille a_1 de l'image d'un objet transversal de taille $t = 1,5\text{ cm}$ de hauteur. Faire l'application numérique.

5) A quelle distance maximale d_2 de L_0 peut-on photographier un objet (l'objectif est alors à sa distance minimale du photodétecteur) ?

6) Quelle est alors, sur le photodétecteur, la taille a_2 de l'image d'un objet transversal de taille $t = 1,5\text{ cm}$ de hauteur ? On pourra s'aider d'une construction géométrique.