

### 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  $\alpha$  à l'œil nu, et sous l'angle  $\alpha'$  à travers la loupe.

a) Faire une construction géométrique pour un objet  $AB$  quelconque et indiquer  $\alpha'$  et  $\alpha$  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  $\alpha'$  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.

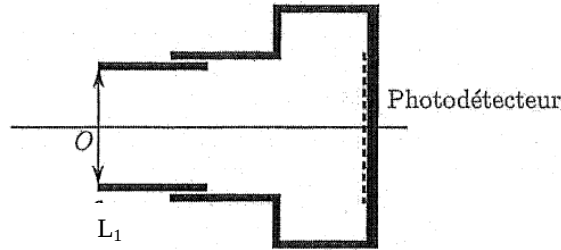
2) Ecrire les conjugaisons et déterminer la distance entre les centres des deux lentilles. Faire un schéma de la lunette à l'échelle  $\frac{1}{2}$  et dessiner le trajet d'un faisceau incident parallèle, incliné par rapport à l'axe optique.

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  $\Delta$  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  $\Delta$  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  $f_0'$ ,  $\ell$  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.