

## Lentilles minces dans l'approximation de Gauss

### Dispositifs constitués de plusieurs lentilles

#### 1. Principe du téléobjectif ☺☺

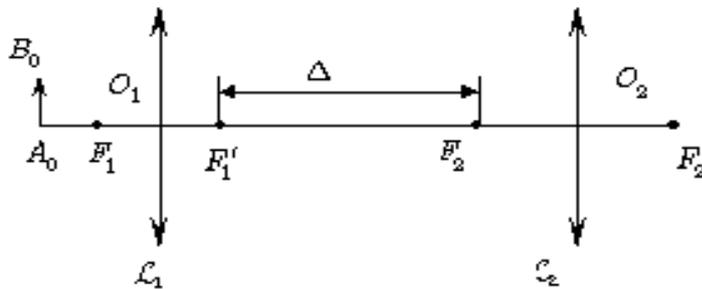
A l'aide d'une lentille mince convergente  $L_1$ , de distance focale  $f_1 = 20\text{cm}$ , on photographie une tour de hauteur  $h_1 = 30\text{m}$  située à une distance  $D = 3\text{km}$ .

- Quelle sera sur le cliché, la hauteur  $h'_1$  de l'image obtenue ? L'image est-elle droite ou renversée ?
- On place à  $15,5\text{cm}$  en arrière de la première lentille, une lentille mince divergente  $L_2$  de distance focale  $f_2 = -5\text{cm}$ . L'ensemble des deux lentilles constitue un téléobjectif. Quelle est la hauteur  $h'_2$  de la nouvelle image ? Est-elle droite ou renversée ?
- Quelle est la distance  $E$  de la première lentille à la plaque photographique (encombrement) ?
- Quelle serait la distance focale d'une lentille mince convergente qui donnerait à elle seule une image de même dimension que la précédente ? Quel serait alors l'encombrement du dispositif ?

Rep : a)  $h'_1 = 2\text{mm}$ ; b)  $h'_2 = 20\text{mm}$ ; c)  $E = 60,5\text{cm}$ ; d)  $f' = 2\text{m}$

#### 2. Étude d'un microscope ☺☺

Un microscope est constitué d'un objectif et d'un oculaire que l'on peut assimiler à deux lentilles minces convergentes  $L_1$  et  $L_2$ .



Le foyer image  $F'_1$  de  $L_1$  et le foyer objet  $F_2$  de  $L_2$  sont séparés par une distance  $\Delta = 16\text{cm}$ .

L'objectif  $L_1$  a une distance focale image  $f'_1 = 4\text{mm}$ . L'oculaire  $L_2$  a une distance focale  $f'_2 = 25\text{mm}$ .

Un observateur dont l'œil est normal et accommodé à l'infini, regarde un objet  $A_0B_0$  à travers l'instrument (cf. figure).

a) Calculer, dans ces conditions, la distance  $d_0 = \overline{O_1 A_0}$  de l'objet au centre optique de  $L_1$  pour qu'une image nette se forme sur la rétine.

b) Calculer le grandissement transversal  $\gamma_{obs}$  de l'objectif.

c) On désigne par  $d_m = 25\text{cm}$  la distance minimale de vision distincte d'un œil normal. On définit le grossissement commercial  $G$  d'un instrument optique par le rapport  $G = \frac{\alpha_i}{\alpha_0}$ , où  $\alpha_i$  est l'angle sous lequel un œil normal accommodé à l'infini voit l'objet à travers l'instrument et  $\alpha_0$  l'angle sous lequel l'objet est vu à l'œil nu lorsqu'il est placé à la distance minimale de vision distincte. Montrer que le grossissement commercial  $G_{oc}$  de l'oculaire vaut

$$G_{oc} = \frac{d_m}{f'_2}.$$

d) Montrer que le grossissement commercial du microscope est  $G_m = \gamma_{ob} \times G_{oc}$ , calculer  $G_m$ .

Rep : a)  $d_0 = -4,1\text{mm}$  b)  $\gamma_{ob} = -40$

#### 3. Projection à l'aide de 2 lentilles ☺☺☺

Une lentille convergente  $L_1$  de distance focale  $f_1 = 20\text{cm}$  est placée à  $20\text{cm}$  devant un écran. On place un objet à  $30\text{cm}$  devant la lentille. Entre la lentille et l'écran on place une 2<sup>ème</sup> lentille  $L_2$  de distance focale  $f_2$  à  $10\text{cm}$  de la première lentille. L'image finale est nette sur l'écran.

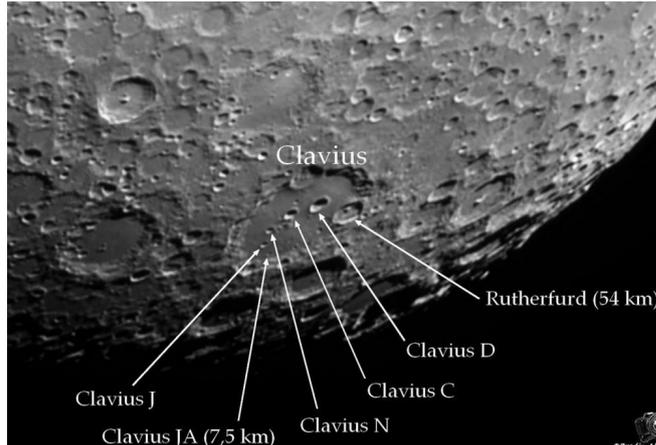
- Faire un schéma du dispositif et déterminer graphiquement les caractéristiques de la lentille  $L_2$
- Retrouver par le calcul la nature de la lentille  $L_2$  ainsi que sa distance focale  $f_2$ .

#### 4. Observation des cratères lunaires avec une lunette de Galilée ☺☺ (d'après CCINP MP)

Une lunette de Galilée est modélisée par :

- un objectif assimilable à une lentille mince  $L_1$ , de centre  $O_1$  et de vergence  $V_1 = +5 \delta$  (dioptries)
- un oculaire assimilable à une lentille mince  $L_2$ , de centre  $O_2$  et de vergence  $V_2 = -20 \delta$  (dioptries)

La lunette est du type « afocal » : elle donne d'un objet situé à l'infini une image rejetée à l'infini.



1. Déterminer la nature des deux lentilles ainsi que les valeurs des distances focales images  $f_1'$  et  $f_2'$ .
2. Donner le principe de fonctionnement d'une telle lunette.
3. Déterminer la distance  $d = \overline{O_1 O_2}$  position relative des deux lentilles.
4. Faire un schéma à l'échelle, de la marche de deux rayons lumineux incidents, issus d'un point objet à l'infini, faisant un angle  $\alpha$  avec l'axe optique et émergeant sous l'angle  $\alpha'$ . L'un passera par  $O_1$  et l'autre par  $F_1$ . Les angles seront orientés.

5. En déduire le grossissement  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$  de cette lunette en fonction des distances focales images  $f_1'$  et  $f_2'$ . Effectuer l'application numérique.

Un astronome amateur utilise cette lunette, normalement adaptée à la vision d'objets terrestres, pour observer deux cratères lunaires : Copernic (de diamètre 96 km) et Clavius (de diamètre 240 km).

Données : Distance Terre – Lune :  $d_{TL} = 384\,000$  km

6. L'astronome voit-il ces deux cratères lunaires :

a) A l'œil nu ?

b) A l'aide de cette lunette ? Justifier vos réponses.

7. La planète Vénus (de diamètre 12 150 km) occultera Jupiter (de diamètre 145 800 km) le 22 novembre 2065. Notre astronome amateur (qui sera certainement confirmé!!), pourra-t-il observer à l'œil nu ou à l'aide de sa lunette le disque jovien occulté par Vénus ?

Dans cette configuration, la distance : - Terre-Vénus sera  $d_{TV} = 45 \times 10^6$  km - Terre- Jupiter sera  $d_{TJ} = 6,3 \times 10^8$  km .