

Lentilles minces dans l'approximation de Gauss

Dispositifs constitués de plusieurs lentilles

1. Principe du téléobjectif ☺☺

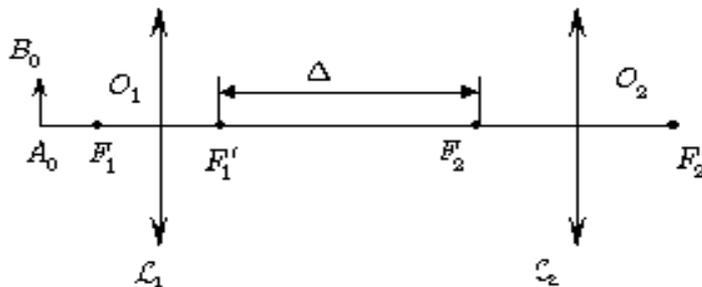
A l'aide d'une lentille mince convergente L_1 , de distance focale $f'_1 = 20\text{cm}$, on photographie une tour de hauteur $h_1 = 30\text{m}$ située à une distance $D = 3\text{km}$.

- 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).

- 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.
- Calculer le grandissement transversal γ_{obs} de l'objectif.
- 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 α_i est l'angle sous lequel un œil normal accommodé à l'infini voit l'objet à travers l'instrument et α_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

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

- 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 20cm devant un écran. On place un objet à 30cm devant la lentille. Entre la lentille et l'écran on place une 2^{ème} lentille L_2 de distance focale f'_2 à 10cm de la première lentille. L'image finale est nette sur l'écran.

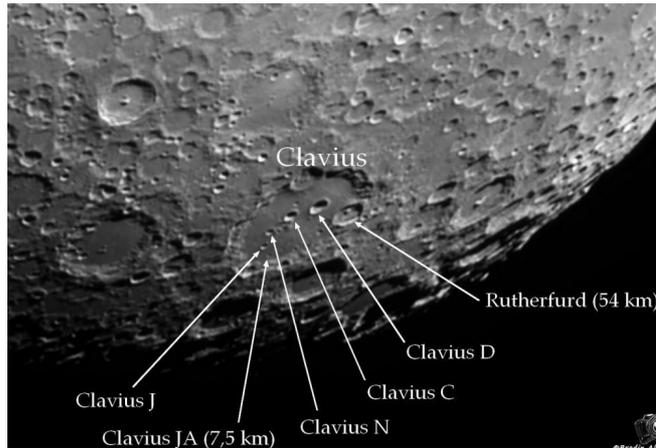
- Faire un schéma du dispositif et déterminer graphiquement les caractéristiques de la lentille L_2
- Retrouver par le calcul la nature de la lentille L_2 ainsi que sa distance focale f'_2 .

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 α avec l'axe optique et émergeant sous l'angle α' . 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 .