## AVERTISSEMENT

La **présentation,** la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la **clarté et la précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans l'**appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leur calculs.

## Problème 1 : Lunette astronomique

(Extrait de l'épreuve spécifique du concours 2004 des écoles des « Petites » Mines)

On considère une lunette astronomique formée :

- d'un objectif constitué d'une lentille mince convergente $L_1$ de distance focale $f_1' = \overline{O_1F'_1} > 0$.
- d'un oculaire constitué d'une lentille mince convergente $L_2$ de distance focale $f_2' = \overline{O_2F'_2} > 0$.

Ces deux lentilles ont même axe optique $\Delta$.
On rappelle qu'un œil normal voit un objet sans accommoder quand celui-ci est placé à l'infini.

On souhaite observer la planète Mars, qui est vue à l'oeil nu sous un diamètre apparent $\alpha$.

1. Pour voir la planète nette à travers la lunette, on forme un système afocal.
   a. Que cela signifie-t-il ? Que cela implique-t-il pour les positions des lentilles ?
   b. Faire le schéma de la lunette en prenant $f'_1 = 5f'_2$.
   Dessiner sur ce schéma la marche à travers la lunette d'un faisceau lumineux formé de rayons issus de l'étoile. On appellera $\overline{A'B'}$, l'image intermédiaire.
   c. On souhaite photographier cette planète. Où faut-il placer la pellicule ?

2. On note $\alpha'$, l'angle que forment les rayons émergents extrêmes en sortie de la lunette.
   a. L'image est-elle droite ou renversée ?
   b. La lunette est caractérisée par son grossissement $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha}$. Exprimer $G$ en fonction de $f'_1$ et $f'_2$.
   c. Le principal défaut d'une lentille est appelé défaut d'aberrations chromatiques : expliquer brièvement l'origine de ce défaut et ses conséquences. Pour quelle raison un miroir n'a-t-il pas ce défaut ?

3. On veut augmenter le grossissement de cette lunette et redresser l'image. Pour cela, on interpose entre $L_1$ et $L_2$, une lentille convergente $L_3$ de distance focale $f'_3 = \overline{O_3F'_3} > 0$.
   L'oculaire $L_2$ est déplacé pour avoir de la planète une image nette à l'infini à travers le nouvel ensemble optique.

   a. Quel couple de points doit conjuguer $L_3$ pour qu'il en soit ainsi ?
   b. On appelle $\gamma_3$, le grandissement de la lentille 3. En déduire $\overline{O_3F'_1}$ en fonction de $f'_3$ et $\gamma_3$.
   c. Faire un schéma. (On placera $O_3$ entre $F'_1$ et $F_2$, et on appellera $\overline{A'B'}$ la première image intermédiaire et $\overline{A''B''}$, la seconde image intermédiaire).
   d. En déduire le nouveau grossissement $G'$ en fonction de $\gamma_3$ et $G$. Comparer à $G$, en norme et en signe.

**Problème 2 : Télescope de Cassegrain**
(Extrait de l'épreuve commune du concours 2005 des écoles des « Petites » Mines)

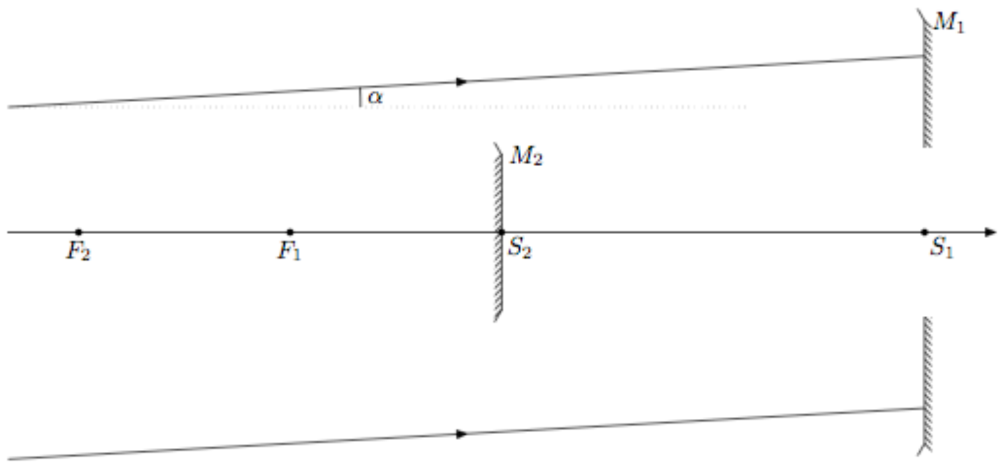
1) Définir le stigmatisme et l'aplanétisme d'un système optique centré.

2) On considère un miroir sphérique concave de centre $C$ et de sommet $S$.
Un objet $\overline{AB}$ assimilable à un segment est placé perpendiculairement à l'axe optique, l'extrémité $A$ étant située sur cet axe.
Construire, dans le cadre de l'approximation de Gauss, l'image $\overline{A'B'}$ de $\overline{AB}$ sur la première figure donnée en annexe. La construction s'effectuera à l'aide de deux rayons émis par $B$, l'un passant par $C$, l'autre par $S$ et on justifiera la trajectoire de chacun.

3) Établir à l'aide de cette construction les formules suivantes de conjugaison avec origine au sommet :
$$\frac{1}{\overline{SA}} + \frac{1}{\overline{SA'}} = \frac{2}{\overline{SC}}$$

4) En déduire l'existence d'un foyer objet $F$ et d'un foyer image $F'$ et préciser leurs positions relatives par rapport à $S$ et $C$.

On considère à présent le télescope de Cassegrain constitué de deux miroirs sphériques $M_1$ et $M_2$. Le miroir $M_1$ est concave avec une ouverture à son sommet $S_1$ ; $M_2$ est convexe, sa face réfléchissante tournée vers celle de $M_1$.
On observe à travers ce télescope un objet $\overline{AB}$ dont l'extrémité $A$ est située sur l'axe optique. L'objet étant très éloigné les rayons issus de $B$ qui atteignent le miroir $M_1$ sont quasiment parallèles et forment avec l'axe optique l'angle $\alpha$. Après réflexion sur $M_1$, ces rayons se réfléchissent sur $M_2$ et forment une image finale $\overline{A'B'}$ située au voisinage de $S_1$.




5) Effectuer les constructions géométriques des images intermédiaires $\overline{A_1B_1}$ de $\overline{AB}$ par $M_1$ et finale $\overline{A'B'}$ sur la deuxième figure donnée en annexe.

6) On désigne par $f_1$ et $f_2$ les distances focales comptées positivement, des deux miroirs $M_1$ et $M_2$ ($f_1 = \overline{F_1S_1}$, $f_2 = \overline{F_2S_2}$) et par $D = \overline{S_2S_1}$ la distance séparant les deux miroirs.
Exprimer $D$ en fonction de $f_1$, $f_2$ pour que l'image finale $\overline{A'B'}$ soit située dans le plan de $S_1$.
Simplifier cette expression lorsque $f_1 \gg f_2$.

7) Déterminer dans ces conditions, la taille de l'image intermédiaire $\overline{A_1B_1}$ en fonction de $\alpha$ et $f_1$.
En déduire celle de l'image finale $\overline{A'B'}$ en fonction de $\alpha$, $f_1$ et $f_2$.
Simplifier cette expression lorsque $f_1 \gg f_2$.

8) Application numérique :
Calculer $\overline{A_1B_1}$ et $\overline{A'B'}$ pour $\alpha = 10^{-3}\,\text{rad}$, $f_1 = 40\,\text{cm}$ et $f_1/f_2 = 20$.