
TRAVAUX DIRIGÉS D'OPTIQUE 3 :

Miroirs

École Centrale Pékin

Année 3

APPLICATION DU COURS

EXERCICE 1 : Étude d'un miroir sphérique

Un miroir sphérique de centre C et de sommet S est plongé dans un milieu homogène isotrope d'indice n . Les distances algébriques sont comptées positivement dans le sens de propagation de la lumière incidente. Choisissez la ou les bonnes réponses des questions suivantes en justifiant :

- Donner les positions des foyers objet F et image F' du miroir :
 - F est au milieu du segment SC et F' est le symétrique de F par rapport à S
 - F' est au milieu du segment SC et F est le symétrique de F' par rapport au centre C
 - F et F' sont confondus et situés au milieu du segment SC
 - F et F' sont rejetés à l'infini
- Quelle doit être la vergence $V = \frac{1}{SF}$ du miroir placé dans l'air pour donner une image droite et réduite d'un facteur 5 à partir d'un objet réel situé à 10 m du sommet S ?
 - $V = -0,4 \delta$
 - $V = 0,6 \text{ m}^{-1}$
 - $V = 600 \text{ cm}^{-1}$
 - $V = 0,004 \text{ cm}^{-1}$
- Quelle est la nature de ce miroir ?
 - convergent et convexe
 - divergent et concave
 - divergent et convexe
 - convergent et concave
- Un objet est placé dans un plan passant par le centre C et orthogonal à l'axe optique du miroir . Où se situe l'image ?
 - dans le même plan passant par le centre C du miroir
 - dans le plan focal image du miroir
 - à l'infini
 - dans le plan passant par le sommet S du miroir
- Exprimer dans ce cas le grandissement
 - $\gamma = 1$
 - $\gamma = -\frac{1}{2}$
 - $\gamma = 2$
 - $\gamma = -1$

S'ENTRAÎNER

EXERCICE 2 : Se voir en entier dans un miroir

Une personne mesurant 1,80 m veut se voir entièrement dans un miroir plan vertical de longueur L situé à la distance d .

- Quelle doit être la longueur minimale du miroir et comment doit-on l'accrocher ?
- Que se passe-t-il si la personne s'éloigne du miroir ?

EXERCICE 3 : Le télescope de Cassegrain

Données numériques : le diamètre de la Lune est $D_L = 3456$ km et la distance Terre-Lune est $D_{TL} = 384 \times 10^3$ km.

1. L'axe optique d'un miroir sphérique concave (\mathcal{M}), de sommet S , de centre C et de rayon $R = \overline{SC}$ est dirigé vers le centre de la Lune, dans le sens opposé.
 - a) Déterminer la position de l'image $A'B'$ de la Lune après réflexion sur (\mathcal{M}).
 - b) Calculer le diamètre apparent (taille angulaire) ε du disque lunaire vu depuis la Terre.
 - c) En déduire la dimension de l'image $A'B'$ pour $|R| = 60$ cm.
2. On réalise l'objectif d'un télescope de type *Cassegrain* en associant deux miroirs sphériques (cf. figures 1 et 2) :
 - un miroir sphérique concave (\mathcal{M}_1), appelé *miroir primaire*, de sommet S_1 , de centre C_1 , de foyer F_1 et de rayon $R_1 = \overline{S_1C_1}$;
 - un miroir sphérique convexe (\mathcal{M}_2), appelé *miroir secondaire*, de sommet S_2 , de centre C_2 , de foyer F_2 et de rayon $R_2 = \overline{S_2C_2}$.

Le miroir (\mathcal{M}_1) comprend une petite ouverture centrée en S_1 pour permettre le passage de la lumière après réflexion sur (\mathcal{M}_1) puis sur (\mathcal{M}_2). Le miroir (\mathcal{M}_2) est de petite dimension afin de ne pas obstruer le passage de la lumière tombant sur le miroir primaire (cf. figure 2).

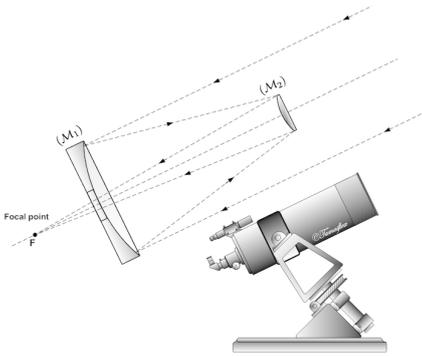


FIGURE 1 – Télescope type Cassegrain

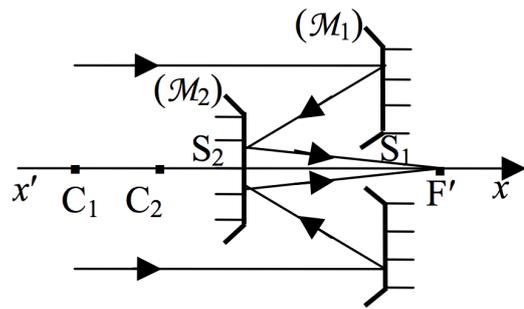
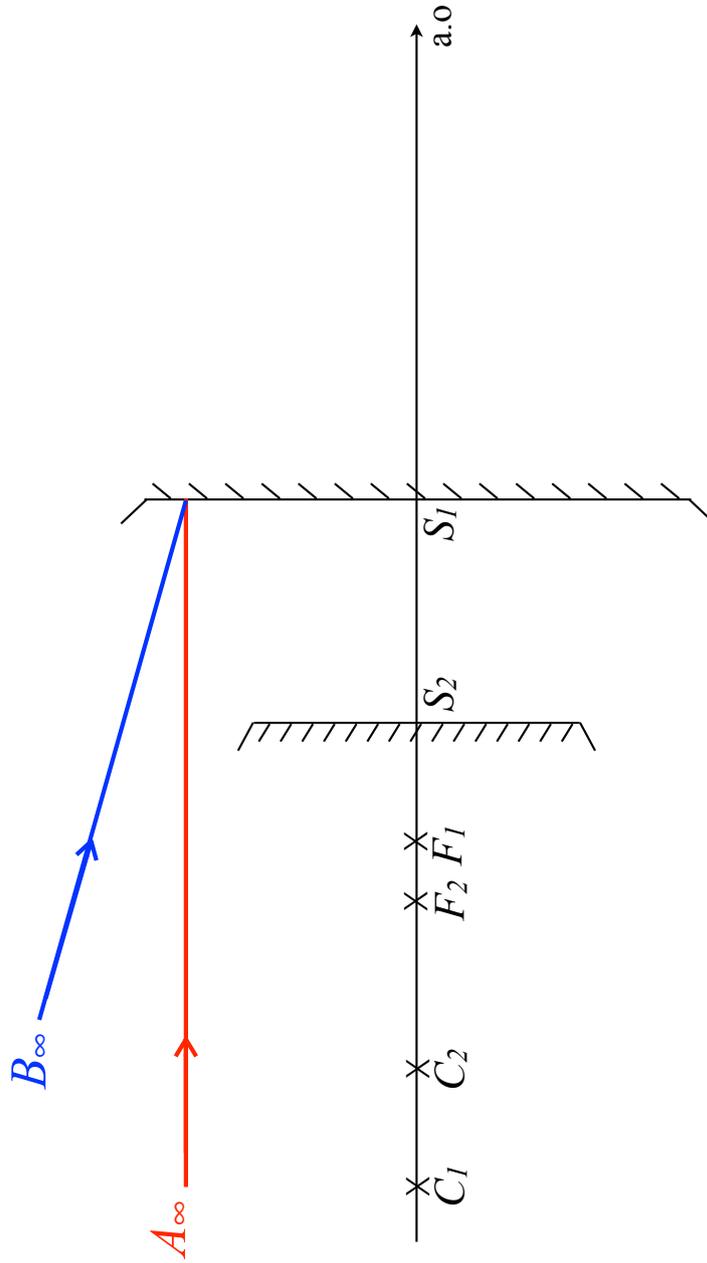


FIGURE 2 – Notations de l'exercice

- a) Sur le schéma à la fin de l'exercice, construire l'image $A'B'$ de la Lune après réflexion sur (\mathcal{M}_1), puis $A''B''$ après réflexion sur (\mathcal{M}_2).
- b) Où doit se situer l'image $A'B'$ de la Lune après réflexion sur (\mathcal{M}_1) afin que le miroir sphérique convexe (\mathcal{M}_2) en donne une image réelle $A''B''$?
- c) Déterminer la position du foyer image F' , de l'association des miroirs (\mathcal{M}_1) et (\mathcal{M}_2) en exprimant $\overline{S_2F'}$ en fonction de R_1 , R_2 et $d = \overline{S_1S_2}$.
- d) Exprimer le grandissement transversal γ de l'objet $A'B'$ à travers le miroir (\mathcal{M}_2) en fonction de R_1 , R_2 et $d = \overline{S_1S_2}$.
- e) Calculer $\overline{S_2F'}$, γ et la dimension finale de l'image $A''B''$ pour $|R_1| = 60$ cm, $|R_2| = 40$ cm et $|d| = 18$ cm.
- f) Quelle serait la distance focale image f_L d'une unique lentille mince qui donnerait de la Lune la même image $A''B''$? Commenter.

Exercice 3 : question 2.a)



POUR ALLER PLUS LOIN

EXERCICE 4 : Sécurité routière avec le rétroviseur

Les rétroviseurs sont des miroirs situés de chaque côté d'une voiture (à gauche côté conducteur et à droite côté passager). Ils permettent au conducteur de voir les objets situés derrière la voiture.

Le conducteur place son œil à une distance D devant un miroir de diamètre d et de distance focale f avec $D < |f|$. Sa pupille étant de faible dimension, on l'assimilera à un point O' situé sur l'axe optique de miroir.

1. **Champ angulaire du rétroviseur** : c'est le domaine de l'espace que l'observateur voit dans le miroir du rétroviseur. Ainsi, un rétroviseur de voiture permet au conducteur de voir une autre voiture seulement si elle se situe dans ce domaine, sinon le conducteur ne voit pas l'objet : c'est l'angle mort.
 - a) Construire le point O antécédent de O' par le miroir dans le cas d'un miroir plan, concave puis convexe.
 - b) Où se situent les points que l'œil peut apercevoir après réflexion sur le miroir (on s'intéresse uniquement au champ de vision, pas au domaine de vision nette) ?
 - c) Donner le champ angulaire α correspondant pour chaque type de miroir.
 - d) Quel type de miroir choisir pour avoir un angle mort minimum ?
2. **Tailles des images dans le rétroviseur** : Un objet AB de hauteur H est situé à une distance D' du rétroviseur.
 - a) Sur un schéma, construire l'image $A'B'$ pour les trois types de miroir (pour les miroir sphériques de rayon R , on considère que $D' > |R|$).
 - b) Déterminer l'angle apparent β sous lequel le conducteur voit l'objet pour chaque type de miroir.
 - c) À partir des réponses aux questions précédentes, discuter le type de miroir à choisir pour une sécurité maximale.
3. **Utiliser deux rétroviseurs** : Pour une sécurité maximale, les deux rétroviseurs d'une voiture sont de nature différente : le miroir de gauche est plan et le miroir de droite est sphérique de rayon de courbure R . Les deux rétroviseurs ont un diamètre $d = 15$ cm et sont situés à la distance $D = 50$ cm de l'œil du conducteur. Un objet de hauteur $L = 1$ m situé à 2 m des miroirs est observé par le conducteur après réflexion sur les rétroviseurs.
 - a) On veut que les images données par les deux miroirs soient dans le même sens et de même nature (réelle ou virtuelle). Quelle doit être la nature du miroir sphérique ?
 - b) Le conducteur peut-il voir l'objet en entier dans le rétroviseur de gauche (miroir plan) ?
 - c) Quel doit être le rayon de courbure du miroir sphérique du rétroviseur de droite pour voir l'objet en entier ?