

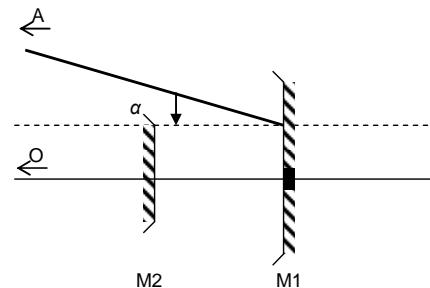
**Au cours de cet exercice, l'approximation de Gauss justifie les relations utilisées pour la formation des images mais aucune simplification ne doit être faite sur les longueurs et ni les angles au cours des calculs sauf si celle-ci est demandée explicitement.**

**Attention ! Toutes les grandeurs algébriques sont indiquées en gras. Lorsqu'une même grandeur n'est pas en gras, c'est qu'on considère sa valeur absolue. Tous les angles sont orientés, donc également négatifs (sens des aiguilles d'une montre) ou positifs (sens direct). On prendra soin de bien exprimer les sinus, cosinus ou tangente en respectant leur signe.**

Un miroir sphérique concave  $M_1$  et un miroir convexe sphérique  $M_2$  sont alignés avec le centre  $O$  du Soleil dont on recueille l'image, tels que  $M_2$  est entre le Soleil et  $M_1$ .  $M_1$  a sa face réfléchissante vers  $O$  et  $M_2$  vers  $M_1$ .

$M_1$  est de centre  $O_1$  et de distance focale  $f_1$ ,  $M_2$  est de centre  $O_2$  et de distance focale  $f_2$ .

Soit  $A$  un point de la surface du Soleil tel que  $[OA]$  soit un rayon du Soleil orthogonal à l'axe optique. Le Soleil est suffisamment loin de la Terre pour considérer ce point à l'infini.



Pour trouver la relation entre l'image formée du Soleil sur l'écran placé au cœur du miroir  $M_1$  et le rayon du Soleil, on décompose le problème en trois parties (les deux premières peuvent être traitées indépendamment). On ne considère qu'un rayon issu de  $A$  et faisant un angle  $\alpha$  positif avec l'axe optique,  $\alpha$  étant l'angle apparent du Soleil sur la Terre.

### **PARTIE I : Image du point A du Soleil par le miroir $M_1$**

Le rayon issu de  $A$  est au dessus de l'axe optique et se réfléchit sur  $M_1$  en  $A_1$  tel que  $O_1A_1$  soit positif et  $O_1A_1 = h$ . Soient  $A_1'$  l'image de  $A$  par  $M_1$ , et  $F_1$  le foyer image de  $M_1$ .

1. Construire  $A_1'$  et le rayon réfléchi en  $A_1$ , en justifiant.

Donner le signe de  $F_1A_1'$ .

On appelle  $H$  la distance  $|F_1A_1'|$ , exprimer la relation entre  $H$ ,  $f_1$  et  $\alpha$ .

2. Soit  $\beta$  l'angle formé par le rayon réfléchi par  $M_1$  et l'axe optique.

Exprimer la relation entre  $\beta$ ,  $h$ ,  $H$  et  $f_1$ . En déduire  $\beta$  en fonction de  $h$ ,  $\alpha$  et  $f_1$ .

### **PARTIE II : Image du point $A'$ par le miroir $M_2$**

On ne considère plus que le rayon réfléchi ( $A_1'A_1$ ) et le miroir  $M_2$ . Celui-ci est placé à une distance  $L$  du miroir  $M_1$ .

Le rayon ( $A_1'A_1$ ) considéré comme émis par un objet à l'infini, se réfléchit sur  $M_2$  en  $A_2$ . Soient  $A_2'$  son image par le miroir  $M_2$ , et  $F_2$  le foyer image du miroir  $M_2$ .

1. Construire  $A_2'$  et le rayon réfléchi en  $A_2$ , en justifiant.

Quelle est la condition sur  $L$  pour que  $O_2A_2$  soit positif ? On se placera sous cette condition.

On appelle  $d$  la distance  $|O_2A_2|$  et  $D$  la distance  $|F_2A_2'|$ . Quel est le signe de  $F_2A_2'$  ?

Exprimer la relation entre  $\beta$ ,  $L$ ,  $d$  et  $h$  (avant réflexion), puis la relation entre  $\beta$ ,  $f_2$  et  $D$  (à partir de la construction de  $A_2'$ ).

2. Soit  $\gamma$  l'angle formé par le rayon réfléchi par  $M_2$  en  $A_2$  et l'axe optique.

Exprimer la relation entre  $\gamma$ ,  $f_2$ ,  $D$  et  $d$ . En déduire la relation entre  $\gamma$ ,  $f_2$ ,  $\beta$ ,  $h$  et  $L$ .

### **PARTIE III : Image du point A du Soleil sur l'écran**

On place un écran au cœur du miroir  $M_1$ . Le rayon réfléchi par  $M_2$  en  $A_2$  arrive sur l'écran en  $C$ .

1. Exprimer la distance  $r$  entre  $O_1$  et  $C$  en fonction de  $\gamma$ ,  $L$  et  $d$ .

Quelle est la condition pour que  $O_1C$  soit positif ? On se placera sous cette condition.

2. À partir des relations obtenues pour  $\gamma$  et  $\beta$  en parties I et II, exprimer  $\gamma$  en fonction de  $\alpha$ ,  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $L$  et  $h$ .

3. Donner la relation entre  $r$ ,  $\alpha$ ,  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $L$  et  $h$ , toujours en s'aidant des résultats obtenus en parties I et II.

4. Soit  $R$  le rayon du Soleil et  $l$  la distance Terre-Soleil.

Exprimer  $R$  en fonction de  $r$ ,  $h$ ,  $l$ ,  $f_1$ ,  $f_2$  et  $L$ .

5. Sachant que  $h$  est déterminée comme étant la hauteur du miroir  $M_1$ , donner la valeur numérique de  $r$  pour les valeurs numériques suivantes.  $l = 1,50 \cdot 10^8$  km,  $h = 1$  m,  $f_1 = 200$  cm,  $f_2 = 10$  cm,  $L = 90$  cm et  $R = 6,96 \cdot 10^5$  km.

L'écran est constitué de diodes dont le signal électrique correspond à un pixel. Leur taille  $t$  étant de 5 mm, quelle est l'erreur faite sur la mesure de  $R$  ?