

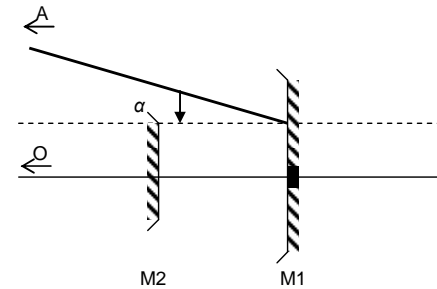
LP 103 – Amphi B
DM3 : Optique, le télescope de Cassegrain

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 α positif avec l'axe optique, α 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 α .

2. Soit β l'angle formé par le rayon réfléchi par M_1 et l'axe optique.

Exprimer la relation entre β , h , H et f_1 . En déduire β en fonction de h , α 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 émit 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 dans 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 β , L , d et h (avant réflexion), puis la relation entre β , f_2 et D (à partir de la construction de A_2').

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

Exprimer la relation entre γ , f_2 , D et d . En déduire la relation entre γ , f_2 , β 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 γ , 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 γ et β en parties I et II, exprimer γ en fonction de α , f_1 , f_2 , L et h .

3. Donner la relation entre r , α , 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 ?