OPTIQUE 5 :
Miroirs

École Centrale Pékin

Année 3

Table des matières

Les lentilles sont des systèmes optiques constitués de deux dioptres. Il existe d'autres types de système optique de base : les miroirs qui sont constitués d'une surface réfléchissante. En nous basant sur ce qui a été vu pour les lentilles, nous étudierons dans ce chapitre les caractéristiques miroirs et comment ils dévient la lumière en nous plaçant dans les conditions de Gauss.

1 Présentation

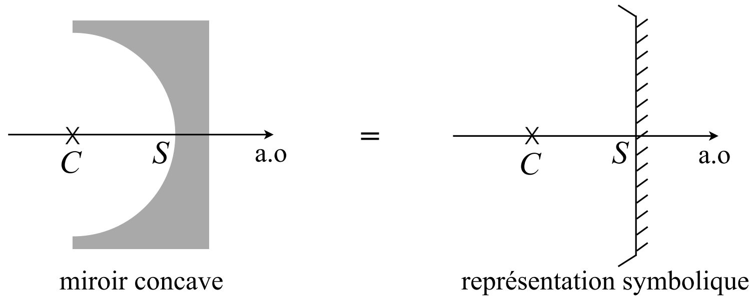
1.1 Définition d'un miroir sphérique

Définition : Un **miroir sphérique** est une surface réfléchissante dont la forme est une portion de sphère. On note le centre de la sphère C et S le sommet (point d'intersection entre la sphère et l'axe optique).

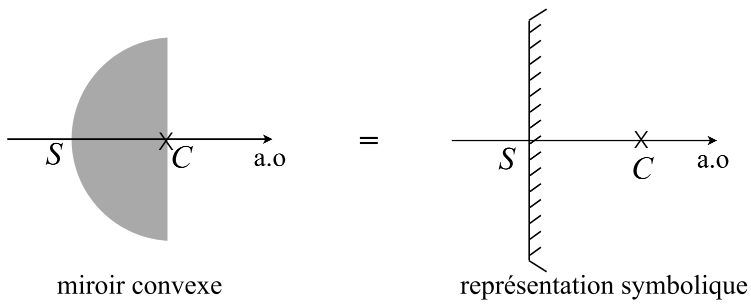
On peut classer les miroirs en deux catégories en définissant au préalable le rayon algébrique de la sphère R :

$$R = \overline{SC}$$

Définition : On appelle **miroir concave** un miroir avec un rayon $R = \overline{SC} < 0$.



Définition : On appelle **miroir convexe** un miroir avec un rayon $R = \overline{SC} > 0$.



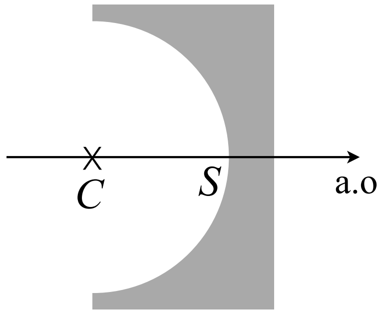
Les **espaces objet réel** et **image réelle** sont désormais tous les deux à gauche du miroir car après réflexion, la lumière change de direction (elle ne traverse pas le miroir). Les **espaces objet virtuel** et **image virtuelle** sont tous les deux à droite du miroir.

1.2 Foyers du miroir sphérique

Théorème - Position des foyers d'un miroir sphérique : Un miroir sphérique présente un **foyer image** F' et un **foyer objet** F qui sont confondus en un point F tel que :

$$\frac{\overline{CS}}{2} = \overline{CF}$$

Considérons un miroir concave de centre C, de sommet S et de foyer F.



Définition : La **distance focale** f d'un miroir sphérique est la distance algébrique $f = \overline{SF}$:

- $f > 0$ pour un miroir convexe
- $f < 0$ pour un miroir concave

On peut également définir la **vergence** V du miroir par la relation : $V = \dfrac{1}{f}$

Démonstration. On prend un miroir concave.
Considérons un rayon incident d'angle α par rapport à l'axe optique. On note h la hauteur à laquelle il frappe le miroir et R le rayon du miroir. L'angle que fait la normale avec l'axe optique est $\beta = \arctan \frac{h}{R} \approx \frac{h}{R}$ dans les conditions de Gauss.
L'angle d'incidence entre la normal et l'axe optique est i. On a donc $\alpha = \beta + i$: l'angle de l'axe optique à la normale plus l'angle de la normale au rayon.
On a donc $i = \alpha - \beta$. Or d'après l'a seconde loi de Snell-Descartes : $i' = -i$ avec i l'angle entre le rayon réfléchi et la normale. Donc $i' = \beta - \alpha$.
Ainsi, α' l'angle que fait le rayon réfléchi par rapport à l'axe optique est $\alpha' = \beta + i' = 2\beta - \alpha$.

$$\alpha' = 2\frac{h}{R} - \alpha$$

.
On dote l'espace d'un repère Sxy orthonormé directe centrée au sommet du miroir. L'axe x est porté par l'axe optique.
Dans ce repère les coordonnées du point d'incidence sont $(x = R(\cos\beta - 1); y = h$. Dans les conditions de Gauss on a alors $(0; h)$.
Dans ce référentiel l'équation du rayon émergent est :

$$y(x) = h + \sin\alpha' \cdot x = h + (2\frac{h}{R} - \alpha)x$$

— Tout rayon incident parallèle à l'axe optique $\alpha = 0$ émerge donc avec une équation :

$$y(x) = h + 2\frac{h}{R}x$$

Ces rayons croisent donc tous l'axe optique ($y = 0$) en $x = -R/2$. Ils se croisent tous en ce point : c'est le point focal image. Par retour inverse de la lumière c'est aussi le point focal objet.

— Tous les rayons incidents parallèles entre eux sont définis par un même angle α. Ils émergent avec une équation :

$$y(x, h) = h + (2\frac{h}{R} - \alpha)x$$

Tous ces rayons se croisent en x tel que y ne dépende plus de h.

$$\frac{\partial y(x, h)}{\partial h} = 0 = 1 + 2\frac{x}{R}.$$

Donc tous les rayons se croisent en $x = -\frac{R}{2}$. Ainsi tous les rayons incidents parallèles entre eux se croisent dans le plan focal défini comme le plan perpendiculaire à l'axe optique au foyer du miroir.

□

1.3 Règles de construction des rayons lumineux

À partir des définitions et en adaptant ce qui a été étudié pour les lentilles, on déduit des règles pour tracer certains rayons lumineux :

Règles de constructions des rayons lumineux :

- tout rayon incident passant par le centre C du miroir n'est pas dévié (le rayon émergent passe par C) : il est réfléchi sur lui même
- tout rayon incident passant par le sommet S du miroir émerge symétriquement par rapport à l'axe optique
- tout rayon arrivant parallèle à l'axe optique émerge en passant par le foyer F ;
- tout rayon passant par le foyer F émerge parallèle à l'axe optique.
- Deux rayons incidents parallèles entre eux émergent en se croisant dans le plan focal du miroir.