

Ex1. Miroir sphérique concave

Un objet AB de 10 cm de hauteur est placé à 1 m d'un miroir sphérique concave dont le rayon de courbure est égal à 1,20 m. Trouver la position et la hauteur de l'image par construction (faire un dessin à l'échelle 1:10) puis par calcul.

Ex2. Miroir sphérique convexe

Un objet AB de 20 cm de hauteur est placé à 0,6 m d'un miroir sphérique *convexe* dont le rayon de courbure est égal à 1,20 m. Trouver la position et la hauteur de l'image par construction (faire un dessin à l'échelle 1:10) puis par calcul.

Ex3. (bonus) Four solaire

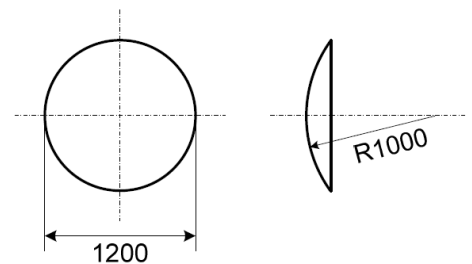
Un four solaire utilise l'énergie solaire pour faire chauffer ou cuire les aliments. Il s'agit ici d'un miroir concave (cotation en mm) :

a) Comment faut-il orienter le four ? Où faut-il placer le plat ?

Faire un schéma.

b) Par temps ensoleillé, on peut recevoir jusqu'à 1000 W par m².

Evaluer la puissance maximale de ce four solaire.

**Ex4. (bonus) Image d'un objet par un miroir sphérique**

Déterminer les caractéristiques de l'image A'B' (position, grandissement, sens ; image réelle ou virtuelle) d'un objet AB par un miroir sphérique dans les cas suivants :

a) L'objet de 1cm de haut est à 10m à l'avant d'un miroir concave de 50m de rayon de courbure.

b) L'objet de 4cm est placé au centre d'un miroir concave de 10m de rayon.

c) L'objet de 2cm est placé à 1000m à l'avant d'un miroir convexe de 8m de diamètre.

d) L'objet de 5 cm est placé à 2m à l'avant d'un miroir convexe de 10m de rayon.

Ex5. Méthode d'autocollimation

On considère un miroir sphérique concave, de centre C et de rayon $R = SC < 0$. Un objet transverse AB est placé avant le miroir, et celui-ci en fait une image A'B'.

1. Exprimer le grandissement G_t du miroir en fonction de la position de l'objet $p = \overline{SA}$ et celle de l'image $p' = \overline{SA'}$ sur l'axe optique.

2. On veut que l'image se forme dans le plan de l'objet. Quel est le grandissement du miroir ?

3. Quelle position particulière occupe alors l'objet ? En déduire une méthode de détermination expérimentale de la distance focale d'un miroir concave.

4. Cette méthode est-elle transposable au cas d'un miroir convexe ?

Ex6. Lentille mince convergente

a) Soit une lentille de distance focale $f' = +3$ cm. On considère un objet perpendiculaire à l'axe optique de taille 2 cm respectivement à 4 cm puis 2 cm en avant du centre optique. Déterminer graphiquement l'image de l'objet dans chaque cas (échelle 1/1).

Même question avec un objet virtuel situé à 10 cm du centre optique.

b) Retrouver les résultats précédents par le calcul algébrique.

Ex7. Lentille mince divergente

a) Soit une lentille de distance focale $f' = -3$ cm. Trouver l'image d'un objet réel de taille 2 cm situé à 5 cm du centre optique.

Même question avec un objet virtuel situé à 1,5 cm puis 5 cm du centre optique.

b) Retrouver les résultats précédents par le calcul algébrique.

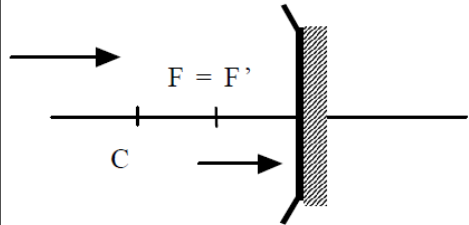
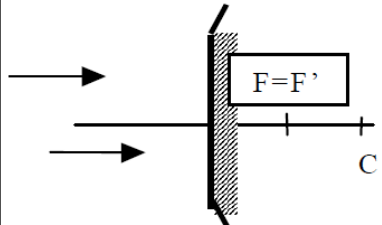
Ex8. (bonus) Loupe

Un timbre-poste est observé à travers une lentille convergente de distance focale +8 cm, faisant office de loupe. Le timbre de dimensions (3 cm x 2 cm) est situé à 6 cm de la lentille supposée mince.

a) Déterminer les caractéristiques de l'image (position, nature, grandeur et sens par rapport à l'objet).

b) Tracer la marche du faisceau lumineux issu d'un point de l'objet et pénétrant dans la lentille de diamètre 4 cm (échelle ½).

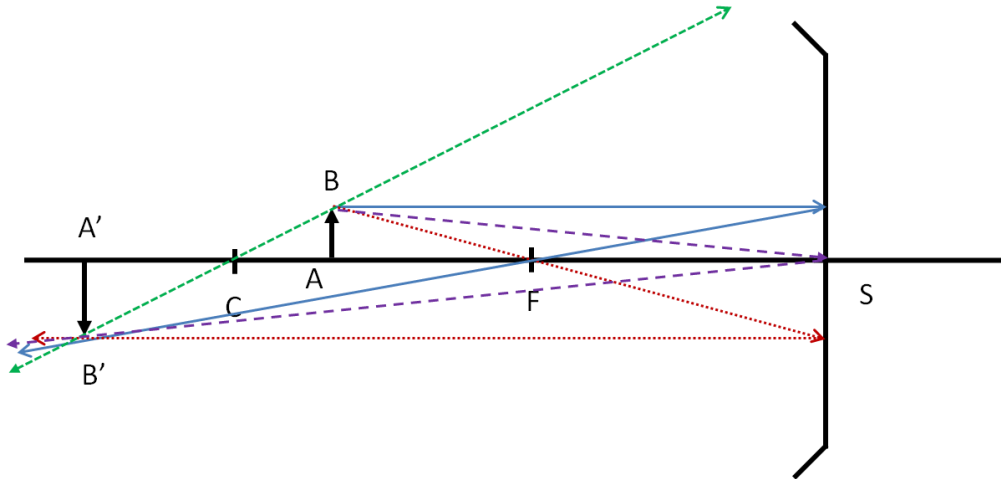
Formulaire

Miroirs sphériques	
<p>miroir concave : $R = \overline{SC} < 0$</p>  <p>miroir convexe : $R = \overline{SC} > 0$</p>  <p>Les foyers F et F' d'un miroir sphérique sont confondus avec le milieu de [S ; C] cf schéma ci-dessus :</p> $\overline{SF} = \overline{SF'} = \frac{\overline{SC}}{2}$	<p>Conjugaison :</p> <p>Descartes : $\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}}$</p> <p>Newton : $\overline{F'A'} \cdot \overline{FA} = f f'$</p> <p>grandissement :</p> <p>Descartes : $\gamma = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$</p> <p>Newton : $\gamma = -\frac{f}{\overline{FA}} = -\frac{\overline{F'A'}}{f'}$</p> <p>Avec C : $\gamma = \frac{\overline{CA'}}{\overline{CA}}$</p>

Les lentilles minces	
<p>Vergence : $D = \frac{n-1}{R_1} + \frac{1-n}{R_2} = \frac{1}{f'} = -\frac{1}{f}$</p> <p>Conjugaison (Descartes) : $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = D = \frac{1}{f'}$</p> <p>Grandissement (Descartes) : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$</p>	<p>Conjugaison (Newton) : $\overline{F'A'} \cdot \overline{FA} = f f' = -f'^2$</p> <p>Grandissement (Newton) $\gamma = -\frac{f}{\overline{FA}} = -\frac{\overline{F'A'}}{f'}$</p>

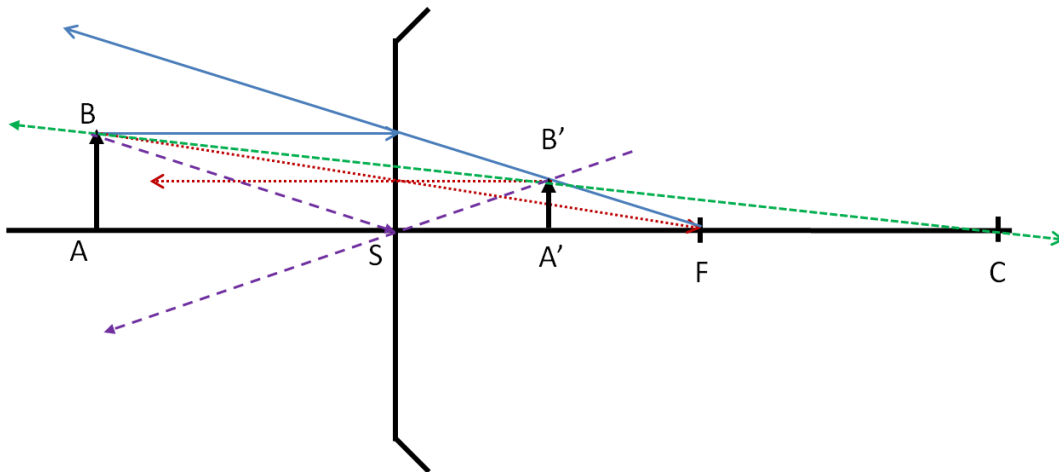
Solutions

Ex1. Image réelle renversée, de taille 15 cm, située 150 cm en avant du miroir. Détermination géométrique (2 des 4 rayons suffisent pour trouver l'image) :



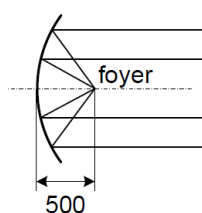
Détermination algébrique : pour la position on utilise $\frac{1}{\overline{SA}} + \frac{1}{\overline{SA'}} = \frac{2}{\overline{SC}}$ avec $\overline{SA} = -100 \text{ cm}$ et $\overline{SC} = -120 \text{ cm}$ donc $\overline{SA'} = -150 \text{ cm}$. Pour le grandissement on utilise : $\gamma = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = -1,5$.

Ex2. Image virtuelle droite, de taille 10 cm, située 30 cm à l'arrière du miroir. Détermination géométrique (2 des 4 rayons suffisent pour trouver l'image) :



Détermination algébrique : pour la position on utilise $\frac{1}{\overline{SA}} + \frac{1}{\overline{SA'}} = \frac{2}{\overline{SC}}$ avec $\overline{SA} = -60 \text{ cm}$ et $\overline{SC} = +120 \text{ cm}$ donc $\overline{SA'} = 30 \text{ cm}$. Pour le grandissement on utilise : $\gamma = -\frac{\overline{SA}}{\overline{SA'}} = 0,5$.

Ex3. a) Le miroir doit être orienté dans la direction du Soleil pour recevoir le maximum d'énergie. Et le plat doit être placé au foyer du miroir où convergent les rayons :



b) La surface S du miroir vaut $S = \pi D^2/4 = 1,13 \text{ m}^2$. La puissance P est l'intensité par la surface $P = 1000 \times 1,13 = 1,13 \text{ kW}$.

Ex4. On peut utiliser les relations : $\frac{1}{SA} + \frac{1}{SA'} = \frac{2}{SC}$ et $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{SA'}{SA}$.

- Image virtuelle à 16.7 m à l'arrière du miroir, dans le même sens que l'objet, de taille 1.67cm.
- Image réelle à la même position que l'objet, de même taille mais inversée
- Attention l'énoncé donne le diamètre et non le rayon. Image virtuelle située proche du foyer du miroir (donc 2m à l'arrière) car l'objet est approx à l'infini ; elle est dans le même sens que l'objet mais beaucoup plus petite : 40 microns.
- Image virtuelle à 1,4m à l'arrière du miroir, dans le même sens que l'objet, taille 3.6 cm environ.

Ex5. 1) $Gt = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{p'}{p}$

2) image dans le plan de l'objet : $p' = p$ donc $Gt = -1$

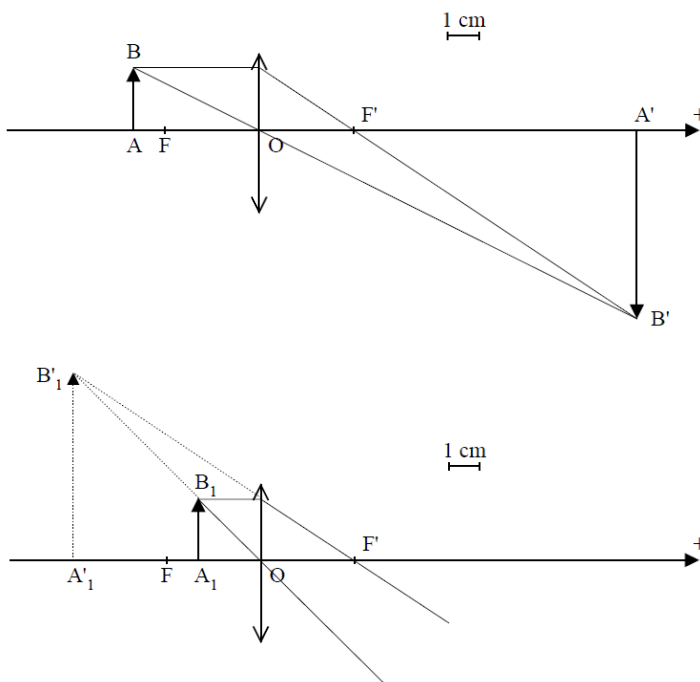
3) Relation de conjugaison : $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{2}{R}$

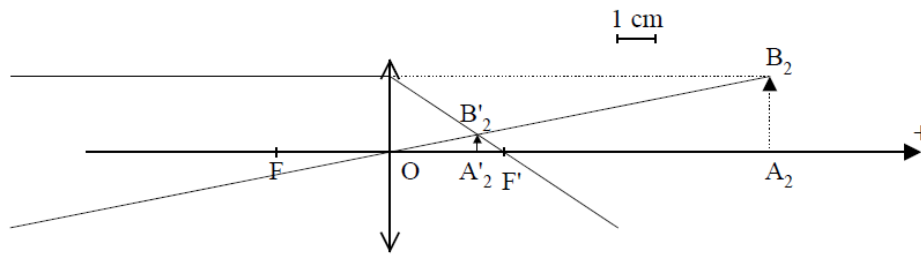
$p = p'$ donc $2/p = 2/R$ donc l'objet est au centre du miroir sphérique.

La distance focale correspond à $R/2$. Pour la déterminer, on trouve la position pour laquelle $Gt = -1$ et on déduit $SF = SC/2$

4) Toutes les relations/équations utilisées jusqu'ici sont valables pour le miroir convexe, donc on peut théoriquement appliquer cette méthode de détermination de f pour eux aussi. Cela dit il faut que l'objet et l'image se trouvent au centre du miroir, donc à l'arrière du miroir ! Objets et images virtuels ; pas facile d'utiliser cette méthode expérimentale.

Ex6. a)





b) $f' = +3 \text{ cm}$

Objet réel AB : $\overline{OA} = -4 \text{ cm}$

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \quad \text{d'où : } \overline{OA'} = +12 \text{ cm (image réelle)}$$

Grandissement : $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = -3$ L'image est 3 fois plus grande que l'objet ($A'B' = 3 \times 2 = 6 \text{ cm}$) et renversée.

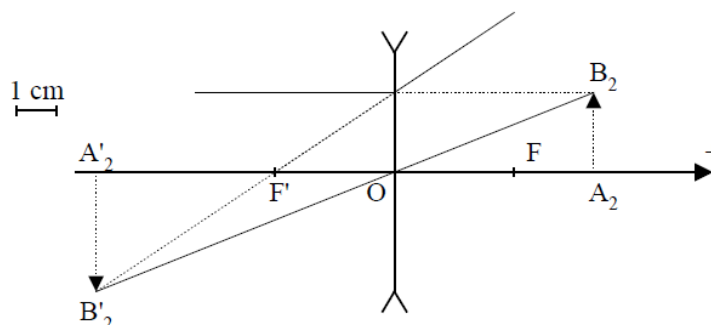
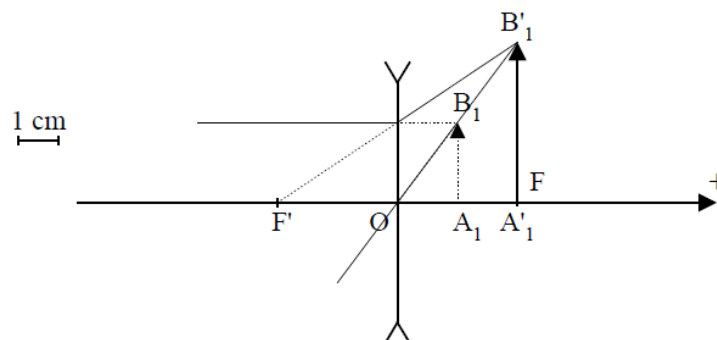
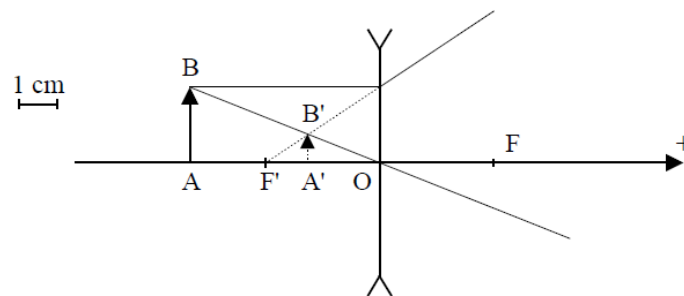
Objet réel A1B1 : $\overline{OA} = -2 \text{ cm}$ d'où : $\overline{OA'} = -6 \text{ cm}$ (image virtuelle)

Grandissement = +3 L'image est 3 fois plus grande que l'objet (6 cm) et de même sens (image droite).

Objet virtuel A2B2 : $\overline{OA} = +10 \text{ cm}$ d'où : $\overline{OA'} = +2,3 \text{ cm}$ (image réelle)

Grandissement = +0,23 L'image est droite et a une taille d'environ 0,46 cm.

Ex7. a)



b) $f' = -3 \text{ cm}$

Objet réel AB : $\overline{OA} = -5 \text{ cm}$ d'où : $\overline{OA'} = -1,875 \text{ cm}$ (image virtuelle)

Grandissement : $\gamma = +0,375$

Objet virtuel A1B1 : $\overline{OA} = +1,5 \text{ cm}$ d'où : $\overline{OA'} = +3 \text{ cm}$ (image réelle)

Grandissement : $\gamma = +2$

Objet virtuel A2B2 : $\overline{OA} = +5 \text{ cm}$ d'où : $\overline{OA'} = -7,5 \text{ cm}$ (image virtuelle)

Grandissement : $\gamma = -1,5$

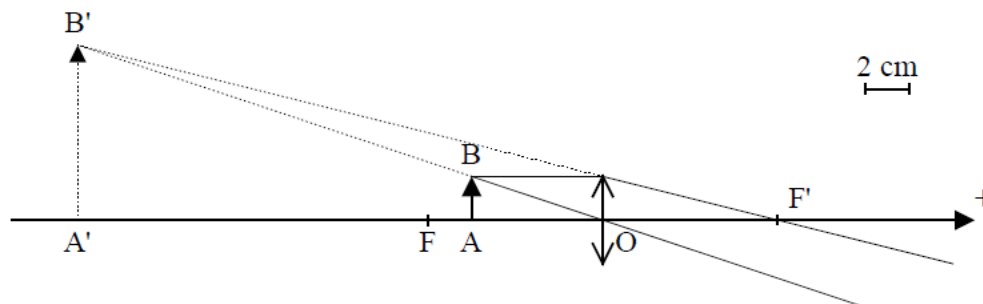
Ex8. a) On utilise les relations de conjugaison :

$f' = +8 \text{ cm}$

Timbre : objet réel AB : $OA = -6 \text{ cm}$ d'où : $OA' = -24 \text{ cm}$ (image virtuelle)

Grandissement : $\gamma = +4$ (image droite)

Taille de l'image du timbre : $12 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$.



b) Intéressons-nous par exemple au point B du timbre (situé à 2 cm de l'axe) :

