

TD O3 : Les miroirs sphériques

But du chapitre

- Réaliser des images avec des miroirs sphériques dans les conditions de Gauss.

Plan prévisionnel du chapitre

I/ Définitions

- 1°) Qu'est ce qu'un miroir sphérique ?
- 2°) Deux types de miroirs sphériques
- 3°) Rayon d'un miroir sphérique
- 4°) Stigmatisme et aplanétisme approché sur l'axe
- 5°) Représentation symbolique
- 6°) Distinguer simplement les différents types de miroirs

II / Caractéristiques des miroirs sphériques

- 1°) Points particuliers
- 2°) Distance focale – Vergence

III / Construction géométrique des images

- 1°) Rayons utiles
- 2°) Construction d'une image
- 3°) Construction d'un rayon

IV / Relation de conjugaison - Grandissement

- 1°) Origine au foyer
- 2°) Origine au centre
- 3°) Origine au sommet

V / Miroir plan

Savoirs et savoir-faire

Ce qu'il faut savoir :

- Propriétés des miroirs sphériques convergents : représenter un miroir, la position de son foyer, définir sa distance focale, sa vergence, représenter la course des 3 rayons caractéristiques, représenter la course d'un rayon quelconque.
- Propriétés des miroirs sphériques divergents : représenter un miroir, la position de son foyer, définir sa distance focale, sa vergence, représenter la course des 3 rayons caractéristiques, représenter la course d'un rayon quelconque.
- Les relations de conjugaison de Descartes (avec origine au centre ou au sommet) et de Newton.
- Retrouver les résultats du miroir plan à partir du miroir sphérique.

Ce qu'il faut savoir faire :

- Construire l'image d'un objet à travers un miroir sphérique.
- Retrouver les relations de conjugaison de Descartes (avec origine au centre ou au sommet) et Newton à partir d'une construction géométrique.
- Déterminer la taille et la position d'une image en utilisant les relations de conjugaison de Descartes (avec origine au centre ou au sommet) ou de Newton.
- Distinguer simplement un miroir sphérique d'un miroir plan.
- Distinguer simplement un miroir sphérique concave d'un miroir sphérique convexe.

Erreurs à éviter/ conseils :

- Le rayon émergent se trouve dans le même espace que le rayon incident : espace objet et espace image ; Objet réel et image réelle se trouvent donc dans le même demi-espace avant le miroir.

Savez-vous votre cours ?

Lorsque vous avez étudié votre cours, vous devez pouvoir répondre rapidement aux questions suivantes :

- Dessiner puis schématiser un miroir sphérique concave. Préciser en particulier la position du centre et du foyer.
- Dessiner puis schématiser un miroir sphérique convexe. Préciser en particulier la position du centre et du foyer.
- Énoncer puis démontrer la formule de conjugaison de Newton pour les miroirs sphériques.
- Énoncer la formule de conjugaison de Descartes pour les miroirs sphériques. Les démontrer à partir des formules de Newton.
- Un objet AB de 1cm est placé à une distance de 20cm d'un miroir concave de rayon $R = 5,0$ cm. Faire un schéma (sans respecter précisément l'échelle) et construire l'image A'B'. À l'aide des formules de conjugaison de votre choix, calculer la position ainsi que la taille de l'image.
- Un objet AB de 1cm est placé à une distance de 20cm d'un miroir convexe de rayon $R = 5,0$ cm. Faire un schéma (sans respecter précisément l'échelle) et construire l'image A'B'. À l'aide des formules de conjugaison de votre choix, calculer la position ainsi que la taille de l'image.

Applications du cours

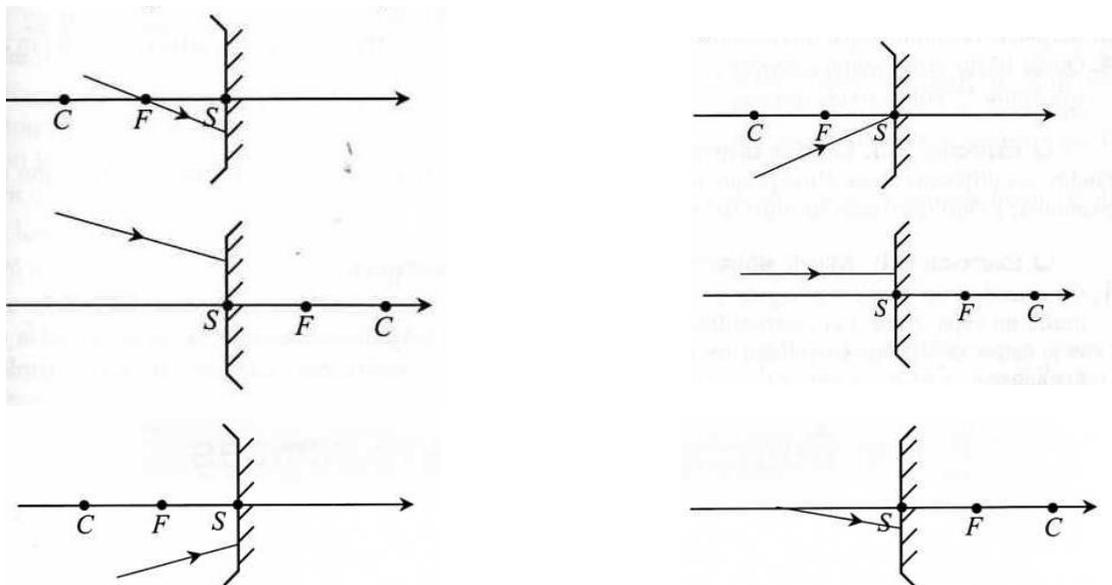
Application 1 : Recherche de points caractéristiques

Déterminer les points caractéristiques (centre et foyer) de chacune des miroirs suivants en utilisant le trajet d'un rayon lumineux.



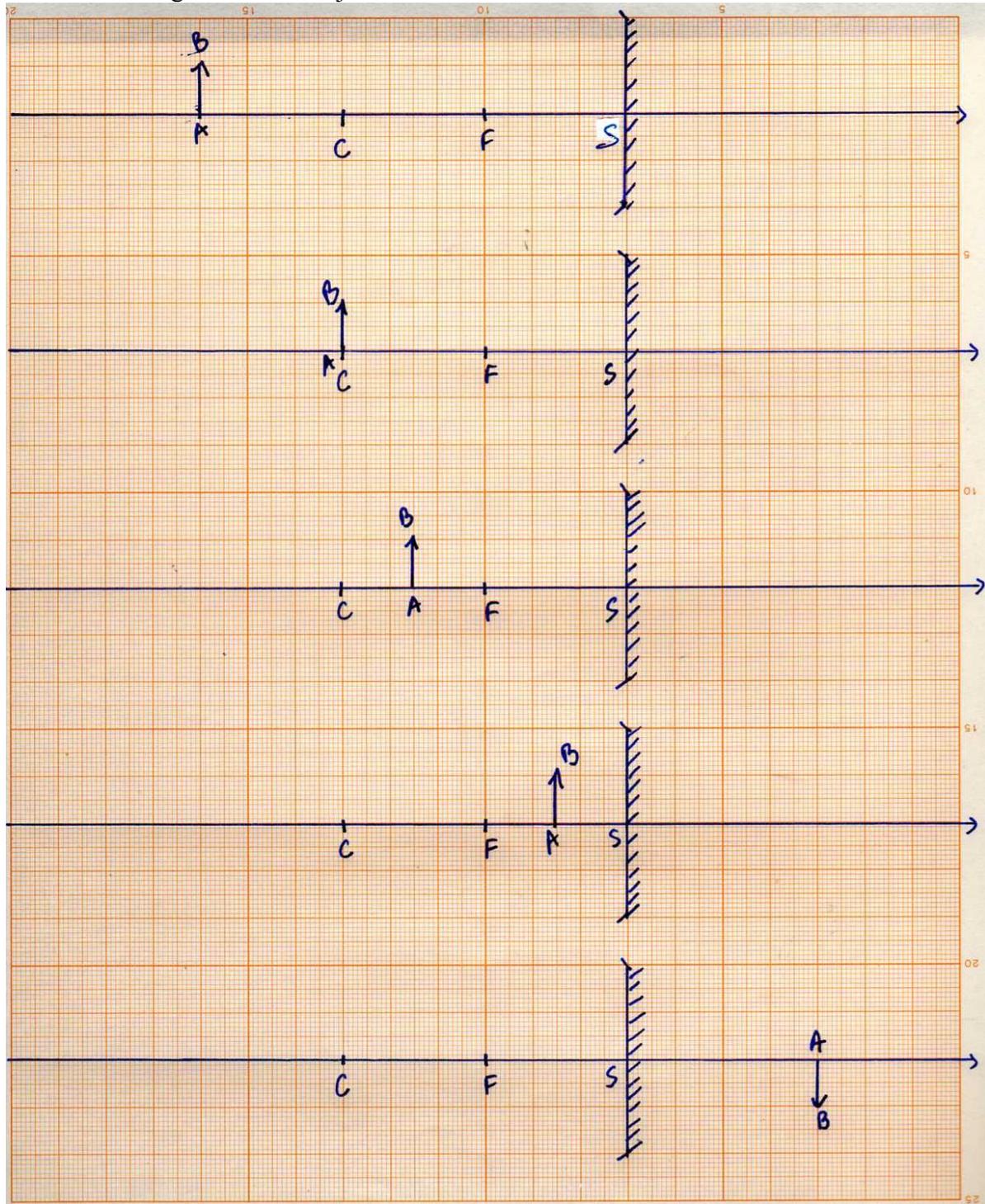
Application 2 : Construction de rayons émergents

Représenter les rayons émergents correspondants aux rayons incidents dans les six cas suivants.



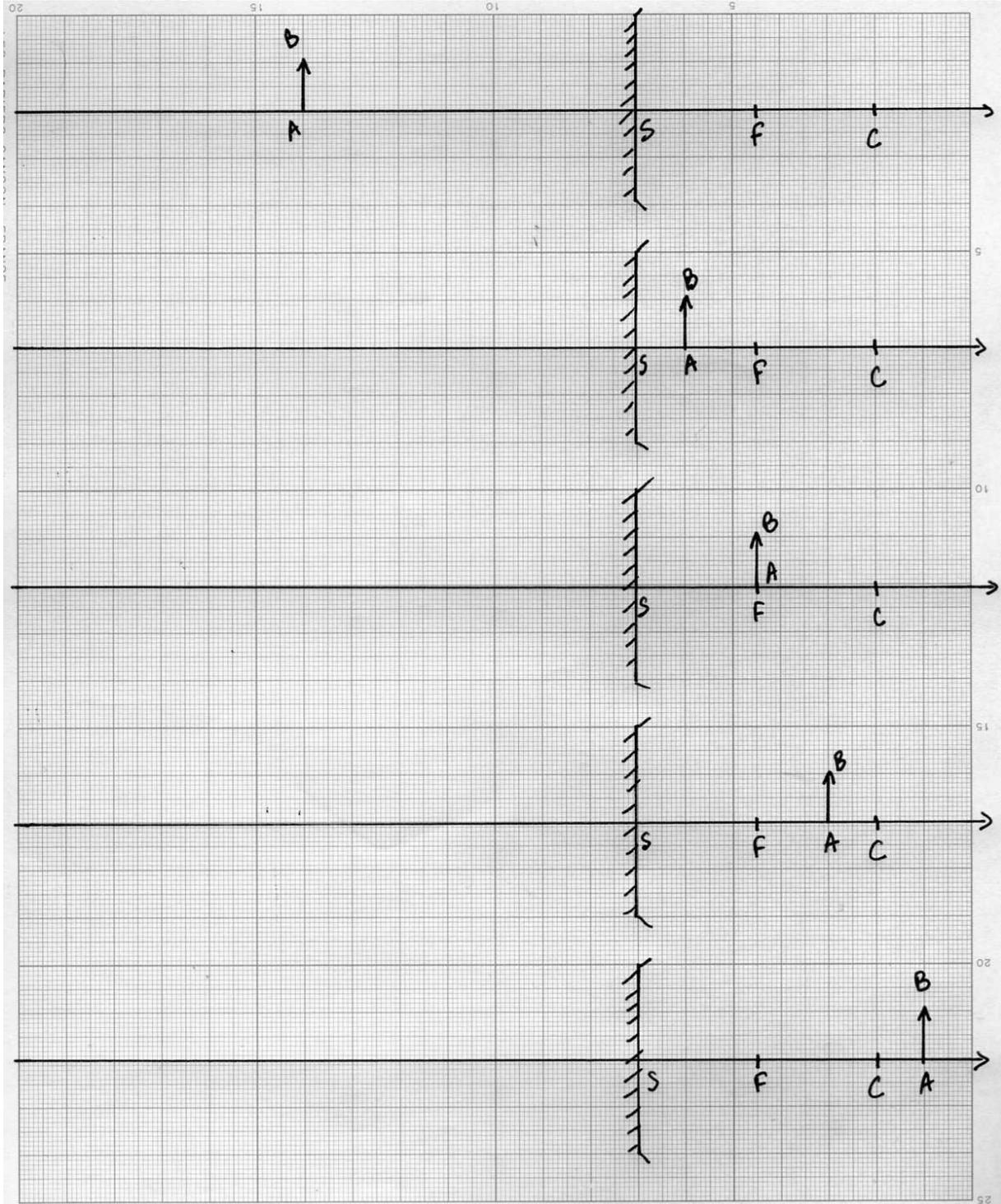
Application 3 : Construction de l'image d'un objet

Construire l'image $A'B'$ de l'objet AB .



Application 4 : Construction de l'image d'un objet

Construire l'image A'B' de l'objet AB.



Application 5 : Miroir sphérique convergent

1°) On considère un miroir convergent dont le rayon est $R = 80$ cm ; on place 50 cm devant ce miroir un objet AB de 4,0 cm perpendiculaire à l'axe optique. Déterminer la position, la taille et la nature de l'image en utilisant les formules de Descartes. Vérifier par une construction graphique.

2°) Retrouver les résultats par les formules de Newton.

Application 6 : Miroir sphérique divergent

Un rétroviseur est assimilable à un miroir sphérique de vergence $V = + 2,0 \delta$. Il est utilisé pour observer des objets réels.

Optique géométrique

- 1°) Déterminer la position et les caractéristiques de l'image d'un objet situé à 20 m du miroir.
- 2°) Est-il possible qu'un objet réel et son image soient symétriques par rapport au miroir ?
- 3°) Est-il possible que l'image soit réelle ?

Exercices

Exercice 1 : Projection utilisant un miroir sphérique

Un miroir concave, placé à la distance $D = 3,0$ m d'un écran E, possède un rayon de courbure $R = + 1,0$ m. À quelle distance du sommet doit-on placer un petit objet lumineux pour en avoir une image nette sur E ? Quel est alors le grandissement ?

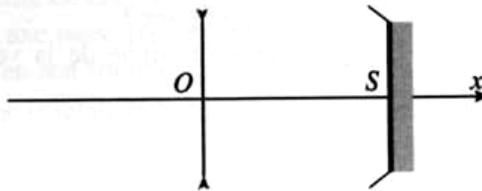
Exercice 2 : Miroir plongé dans un milieu autre que l'air

Un miroir sphérique de centre C et de sommet S est plongé dans un milieu d'indice n.

- 1°) Comment se placent ses foyers ?
- 2°) Déterminez sa vergence en fonction de n et de son rayon de courbure.
- 3°) Quelle est la vergence de ce miroir s'il donne d'un objet réel placé à 10 m du sommet une image droite et réduite d'un rapport 5,0 ? Déduisez-en alors la nature du miroir.
- 4°) Quelle est l'image d'un objet placé en C ? Quel est son grandissement par le miroir ?

Exercice 3 : Association lentille-miroir

On considère un système catadioptrique constitué par une lentille divergente de focale image f' et centre O, placée devant un miroir concave de rayon R et sommet S, à distance $OS = -f'$. Pour les constructions et calculs, on prendra $f' = -2R$.

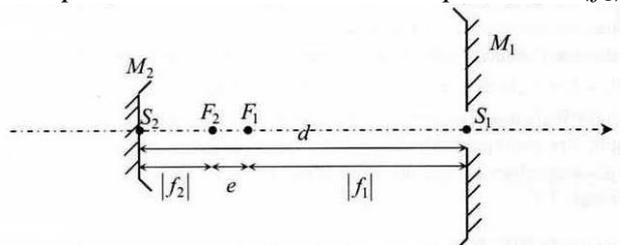


On repère un point A de l'axe optique, et son image A' par ce système catadioptrique, par les abscisses $x = \overline{OA}$ et $x' = \overline{OA'}$. Établir la relation de conjugaison :

$$6xx' - 5xR - 5x'R + 4.R^2 = 0$$

Problème : Télescope de Grégory

Ce type de télescope possède un miroir primaire M_1 parabolique, percé en son sommet, et un miroir secondaire M_2 elliptique. Dans cet exercice, les miroirs seront assimilables à des miroirs sphériques utilisés dans l'approximation de Gauss, de distances focales f_1 négative et f_2 positive. La distance d séparant les deux miroirs est supérieure à $|f_1| + |f_2|$.



L'orifice du miroir primaire et la dimension du miroir secondaire ne doivent pas être pris en compte pour les constructions.

- 1°) Déterminer graphiquement le foyer principal image de ce système.
- 2°) Exprimer $\overline{S_1F'}$ en fonction de e , $|f_1|$ et $|f_2|$.
- 3°) Quelle valeur faut-il donner à e pour que F' soit confondu avec S_1 ?