



N° Exam :

NOM Prénom :

CNE :

Filière :

27 juin 2016

EPREUVE D'OPTIQUE GEOMETRIQUE
SMP2/SMC2 – SR – 1h30

Exercice

Soit un miroir sphérique dont le rayon de courbure est $R = \overline{SC} = 60 \text{ cm}$. Un objet (AB) vertical et réel, de hauteur $h = \overline{AB} = 10 \text{ cm}$, est placé sur l'axe optique à 30 cm du sommet du miroir. On supposera que les conditions de l'approximation de Gauss sont réalisées.

- 1- Sans faire de calculs, quelle est la nature de ce miroir sphérique ? Justifier votre réponse.

Le miroir sphérique est divergent car il est convexe (ou bien $\overline{SC} > 0$)

- 2- Ecrire la relation de conjugaison, avec origine au sommet S, du miroir sphérique pour le couple de points conjugués (A, A').

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} = \frac{2}{R}$$

- 3- a) Déterminer la position de l'image (A'B') par rapport à S.

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{R} \Rightarrow \frac{1}{\overline{SA'}} = \frac{2\overline{SA} - R}{\overline{SA} \times R} \Rightarrow \overline{SA'} = \frac{\overline{SA} \times R}{2\overline{SA} - R} \quad \text{AN. } \overline{SA'} = \frac{-30 \times 60}{2(-30) - 60} = 15 \text{ cm}$$

- b) Quelle est la nature de l'image (A'B') ? Justifier

L'image (A'B') est virtuelle car $\overline{SA'} > 0$ (située derrière le miroir)

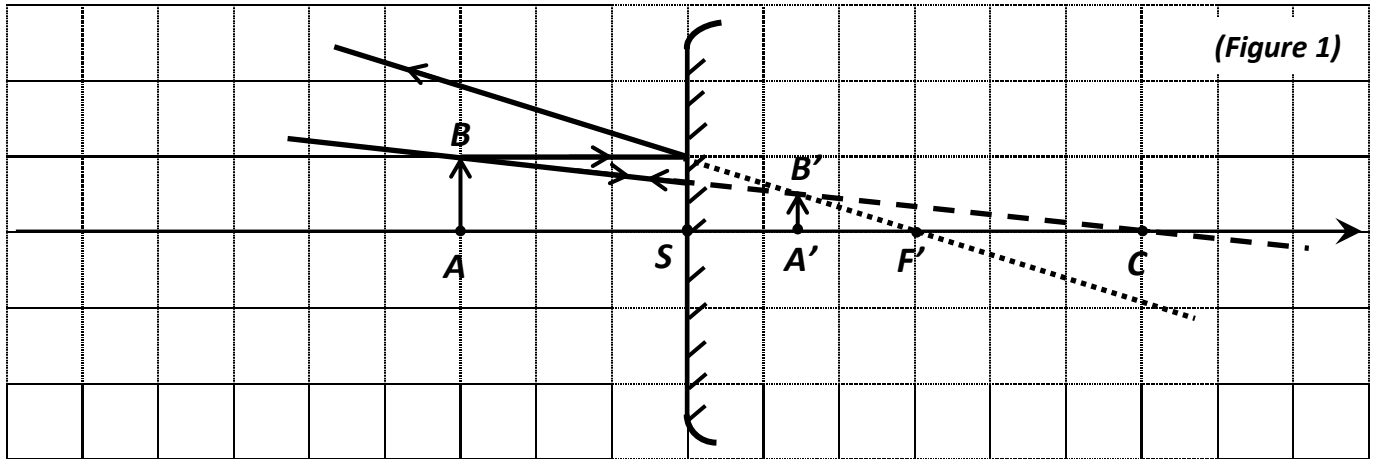
- c) Quels sont le sens et la hauteur $h' = \overline{A'B'}$ de l'image (A'B') ?

*Le grandissement linéaire $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = -\frac{15}{-30} = \frac{1}{2} > 0 \Rightarrow \text{image droite.}$
La hauteur de l'image est : $h' = \gamma h = 5 \text{ cm}$*

- 4- Montrer qu'un miroir sphérique convexe ne peut jamais donner une image réelle d'un objet réel.

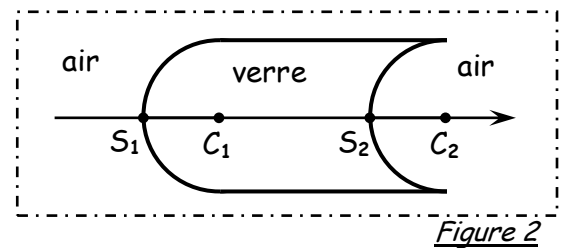
*On a : $\overline{SA'} = \frac{\overline{SA} \times \overline{SC}}{2\overline{SA} - \overline{SC}}$; Objet réel $\Leftrightarrow \overline{SA} < 0$ et miroir convexe $\Leftrightarrow \overline{SC} > 0$
Donc : $\overline{SA} \times \overline{SC} < 0$ et $2\overline{SA} - \overline{SC} < 0$ alors $\overline{SA'} > 0$; l'image (A'B') est donc virtuelle*

5- Sur la figure 1, retrouver géométriquement l'image (A'B'). (Echelle 1/10)



Problème

Le système optique à étudier est un cylindre plein en verre transparent, homogène et d'indice n . Les extrémités du cylindre sont limitées par deux surfaces sphériques formant deux dioptries sphériques $DS_1(S_1, C_1)$ et $DS_2(S_2, C_2)$. Le système optique centré ainsi formé est placé dans l'air d'indice 1 (Figure 2).



Les conditions de l'approximation de Gauss sont satisfaites.

On donne : $n = 3/2 = 1,5$, $\overline{S_1 C_1} = \overline{S_2 C_2} = R$ et $\overline{S_1 S_2} = e = 3R$

Les résultats doivent être exprimés en fonction de R.

1- Quelle est la concavité de chaque dioptre ? Justifier la réponse.

Le dioptre sphérique DS_1 est convexe car son rayon de courbure $\overline{S_1 C_1} > 0$.

De même le dioptre sphérique DS_2 est convexe car $\overline{S_2 C_2} > 0$.

2- Quelle est la nature de chaque dioptre ? Justification.

DS_1 est convergent car son centre C_1 est situé du côté du milieu le plus réfringent.

DS_2 est divergent car son centre C_2 est situé du côté du milieu le moins réfringent.

(On peut justifier par la différence des indices et le signe du rayon de courbure)

3- a) Donner la relation de conjugaison du dioptre DS_1 avec origine au sommet pour le couple de points conjugués (A, A₁).

$$\frac{n}{\overline{S_1 A_1}} - \frac{1}{\overline{S_1 A}} = \frac{n-1}{\overline{S_1 C_1}} = \frac{n-1}{R} \quad \text{ou} \quad \frac{3}{2\overline{S_1 A_1}} - \frac{1}{\overline{S_1 A}} = \frac{1}{2R}$$

b) Quelles sont ses distances focales objet f_1 et image f'_1 ?

$$f_1 = -\frac{R}{n-1} = -2R \quad ; \quad f'_1 = \frac{nR}{n-1} = 3R$$

c) Quelle est sa vergence V_1 ?

$$V_1 = \frac{n}{f'_1} = -\frac{1}{f_1} = \frac{1}{2R}$$

4- a) Donner la relation de conjugaison du dioptré DS₂ avec origine au sommet pour le couple de points conjugués (A_1, A').

$$\frac{1}{S_2 A'} - \frac{n}{S_2 A_1} = \frac{1-n}{S_2 C_2} = \frac{1-n}{R} \quad \text{ou} \quad \frac{3}{2S_2 A_1} - \frac{1}{S_2 A'} = \frac{1}{2R}$$

b) Quelles sont ses distances focales objet f_2 et image f'_2 ?

$$f_2 = \frac{nR}{n-1} = 3R \quad ; \quad f'_2 = \frac{R}{1-n} = -2R$$

c) Quelle est sa vergence V_2 ?

$$V_2 = \frac{1}{f'_2} = -\frac{n}{f_2} = -\frac{1}{2R}$$

5- a) Déterminer la vergence V du système optique centré.

$$V = V_1 + V_2 - e \frac{V_1 V_2}{n} \quad \text{ou bien} \quad V = -\frac{f_2 + e - f'_1}{f'_1 f'_2} \quad ; \quad \text{Soit : } V = \frac{1}{2R}$$

b) Quelle est sa nature ? Justifier.

Le système est convergent car sa vergence V est positive

c) Quelles sont ses distances focales image f' et objet f ?

$$f' = \frac{1}{V} = 2R \quad ; \quad f = -f' = -2R \quad (\text{les milieux extrêmes sont identiques})$$

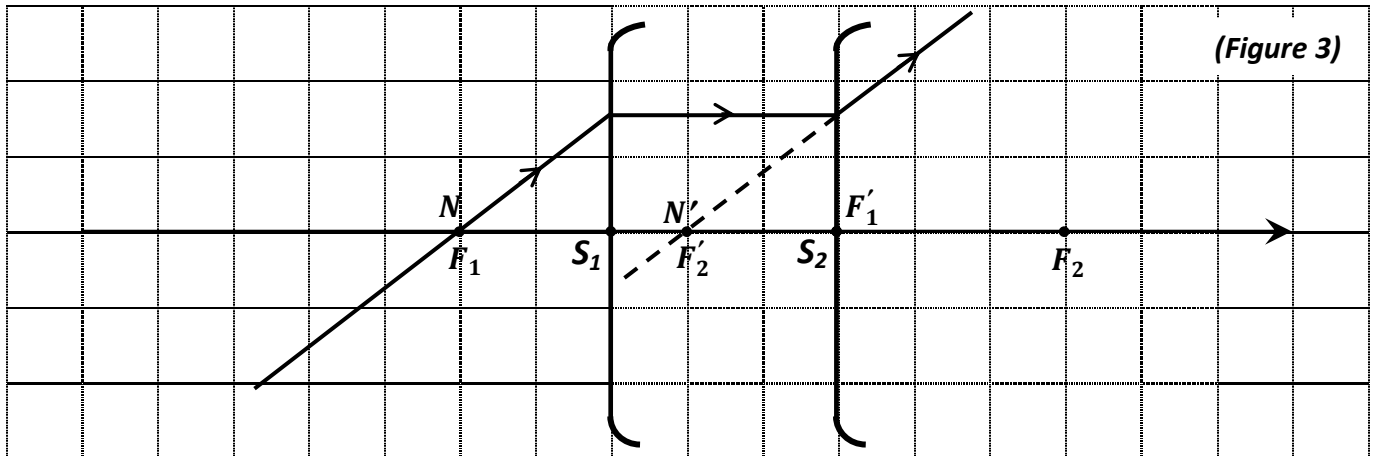
6- Déterminer la position du foyer principal objet F du système par rapport à F_1 .

$$F \xrightarrow{DS_1} F_2 \xrightarrow{DS_2} \infty \quad \text{Soit : } \overline{F_1 F} \times \overline{F'_1 F_2} = f_1 f'_1 \Rightarrow \overline{F_1 F} = \frac{f_1 f'_1}{f_2 + e - f'_1} = -2R$$

7- Trouver la position du foyer image F' du système par rapport à F'_2 .

$$\infty \xrightarrow{DS_1} F'_1 \xrightarrow{DS_2} F' \quad \text{Soit : } \overline{F_2 F'_1} \times \overline{F'_2 F'} = f_2 f'_2 \Rightarrow \overline{F'_2 F'} = -\frac{f_2 f'_2}{f_2 + e - f'_1} = 2R$$

8- a) Sur la figure 3 à l'échelle unité, placer les points F_1, F'_1, F_2 et F'_2 pour $R = 1\text{cm}$. Ensuite tracer la marche, à travers le système, d'un rayon lumineux incident passant par F_1 .



b) En déduire les positions, en centimètres, des points nodaux N et N' ($\overline{S_1 N}$ et $\overline{S_2 N'}$) du système optique. Que peut-on dire du centre optique O de ce système ?

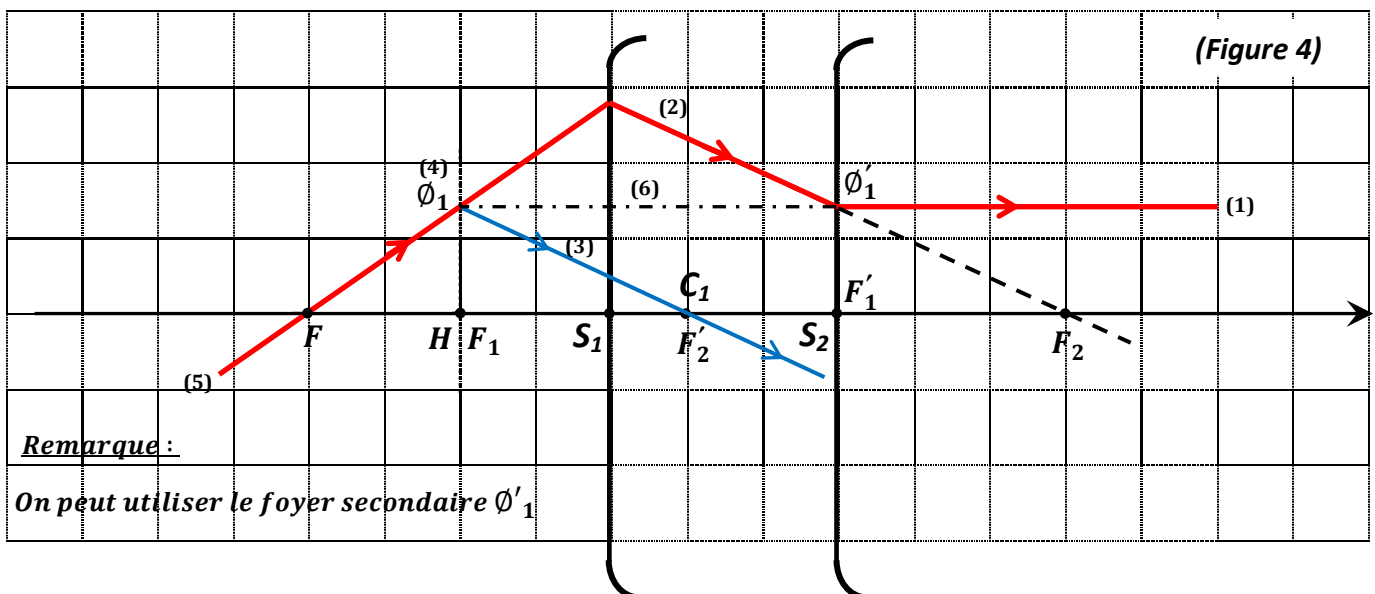
On remarque que les rayons incident et émergent sont parallèles, donc ils passent par les points nodaux N et N' du système. Alors : $N \equiv F_1$ et $N' \equiv F'_2 \Rightarrow \overline{S_1 N} = \overline{S_2 N'} = -2\text{ cm}$.

Le centre optique O est l'image intermédiaire entre N et N' . Le rayon intérieur au système est parallèle à l'axe donc le centre optique O est projeté à l'infini.

c) Quelles sont alors les positions des points principaux H et H' ?

Les points principaux H et H' sont confondus avec les points nodaux N et N' car les milieux extrêmes sont identiques.

9- Sur la figure 4, retrouver géométriquement la position du foyer F et celle du point principal H .



Remarque :

On peut utiliser le foyer secondaire ϕ'_1