UNIVERSITE IBN ZOHR
FACULTE DES SCIENCES
AGADIR

جامعة ابن زهر
كليـــة العلـــوم
أكاديـر

08 juillet 13

EPREUVE D'OPTIQUE (SM2, SMC2)
Durée : 1h30

Ce sujet comporte 3 parties qui peuvent être traitées indépendamment.
Les conditions de Gauss sont supposées vérifiées.

Exercice 1

Un dioptre sphérique **DS** sépare l'air d'indice 1 et le verre d'indice n = 1,5. Ce dioptre de sommet **S**, de centre **C** et de rayon de courbure **R** = $\overline{SC}$ donne d'un objet réel **AB**, situé à **10 cm** de **S**, une image **A′B′** renversée et **3** fois plus petite que l'objet.

1- a) (Q1) Exprimer la position de l'image **A′B′**.
b) (Q2) Préciser sa nature en faisant l'application numérique.

2- a) (Q3) Exprimer le rayon de courbure **R** de ce dioptre.
b) (Q4) Faire l'application numérique et préciser s'il est concave ou convexe.

3- a) (Q5) Exprimer sa vergence **V**.
b) (Q6) Faire l'application numérique et préciser s'il est convergent ou divergent.

4- a) (Q7) Déduire la position de ses foyers.
b) (Q8) Faire l'application numérique

Exercice 2

Soit un miroir sphérique convexe, de sommet ***S***, de centre ***C*** et de rayon $\overline{SC}$ = **60 cm**. On place un objet réel à 30 cm de son sommet S

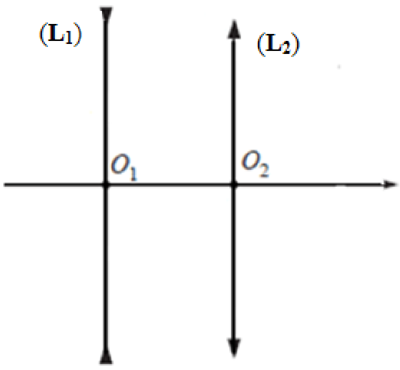
1- a) (Q9) Quelle est la position de l'image **A′B′** .
b) (Q10) Faire l'application numérique et préciser sa nature (réelle ou virtuelle).

2- a) (Q11) Exprimer le grandissement linéaire.
b) (Q12) Faire l'application numérique. S'agit-il d'une image droite ou renversée ?

3- a) (Q13) Exprimer la position de l'objet **AB** qui conduit à un grandissement γ = **-1/2**.
b) (Q14) Faire l'application numérique et préciser la nature de l'objet.

Problème

On associe une lentille divergente (**L**$_1$) de centre optique **O**$_1$ et de foyers principaux (**F**$_1$, F'_1) et de distance focale f'_1 avec une lentille convergente (**L**$_2$), de centre optique **O**$_2$, de foyers principaux (**F**$_2$, F'_2) et de distance focale image f'_2 = **50 cm** pour former un doublet de symbole (-1,3,2) (voir figure).



1- a) (Q15) Exprimer la distance algébrique entre les deux centre optique $\mathbf{e = O_1O_2}$.
b) (Q16) Faire l'application numérique.

2- a) (Q17) Exprimer la distance focale image f'_1 de la lentille ($\mathbf{L_1}$).
b) (Q18) Faire l'application numérique.

3- a) (Q19) Exprimer la distance focale image du doublet.
b) (Q20) Faire l'application numérique et préciser la nature du doublet.

4- a) (Q21) Exprimer les distances algébriques $\mathbf{O_1F}$ et $\mathbf{O_2F'}$ respectivement des foyers objet **F** et image **F′** du doublet par rapport à $\mathbf{O_1}$ et $\mathbf{O_2}$.
b) (Q22) Faire l'application numérique.

5- a) (Q23) Exprimer les distances algébriques $\mathbf{O_1H}$ et $\mathbf{O_1H'}$ respectivement des points principaux **H** et **H′** du doublet par rapport à $\mathbf{O_1}$ et $\mathbf{O_2}$.
b) (Q24) Faire l'application numérique.

6- On désire utiliser le système optique constitué par l'association des deux lentilles pour transformer un faisceau cylindrique de rayons parallèles à l'axe optique et de diamètre **d** à l'entrée du système, en un faisceau cylindrique de rayons parallèles à l'axe optique et de diamètre **D** à la sortie du système.
a) (Q25) Exprimer la distance $\mathbf{O_1O_2}$ qui permet de réaliser un tel système.
b) (Q26) Faire l'application numérique.
c) (Q27) Exprimer alors le rapport D/d des diamètres.
d) (Q28) Faire l'application numérique.

Exercice 1

1- **Position de l'image :**

On a : n = 1,5 et $\overline{SA}$ **= - 10 cm**

Or $\gamma = -\dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{1}{n}\dfrac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = -\dfrac{1}{3} \Rightarrow$ $\boxed{\overline{SA'} = n\,\gamma\,\overline{SA}}$

AN : $\overline{SA'}$ **= 5 cm > 0, donc l'image est réelle.**

2- **Rayon de courbure :**

On : $\dfrac{1}{\overline{SA}} - \dfrac{n}{\overline{SA'}} = \dfrac{1-n}{\overline{SC}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\overline{SC} = \dfrac{(n-1)\overline{SA}\ \overline{SA'}}{n\,\overline{SA} - \overline{SA'}}}$

AN : $\overline{SC} = \dfrac{5}{4}$ = 1,25 cm > 0 ⇒ le dioptre est convexe.

3- **La vergence V de D:**

$V = \dfrac{n-1}{\overline{SC}}$ = 40 δ. Puisque V > 0 ⇒ le dioptre est convergent.

4- **Positions es foyers :**

$V = \dfrac{n}{\overline{SF'}} = -\dfrac{1}{\overline{SF}} \Rightarrow \overline{SF'} = \dfrac{n}{V}$ **et** $\overline{SF} = -\dfrac{1}{V}$

AN : $\overline{SF'}$ = 3,75 cm et $\overline{SF}$ = - 2,5 cm.

Exercice 2 :

La relation de conjugaison du miroir est : $\dfrac{1}{\overline{SA'}} + \dfrac{1}{\overline{SA}} = \dfrac{2}{\overline{SC}}$ (1)

L'expression de son grandissement est $\gamma = -\dfrac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$ (2)

1-a- $\overline{SA}$ = 20 cm

D'après (1) $\overline{SA'} = \dfrac{\overline{SA} * \overline{SC}}{2\,\overline{SA} - \overline{SC}}$; $\overline{SA'}$ = - 60 cm

Donc cette image est réelle car $\overline{SA'} < 0$

D'après (2) $\gamma = -\dfrac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = -\dfrac{-60}{20} = 3$

2- Grandissement $\gamma = -\frac{1}{2}$

D'après (2), $\overline{SA'} = -\gamma\, \overline{SA} = \frac{\overline{SA}}{2}$

$\Rightarrow$ (1) $\Leftrightarrow$ $\frac{2}{\overline{SA}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}}$ $\Rightarrow$ $\overline{SA} = \frac{3}{2}\,\overline{SC} = 90$ cm

Puisque $\overline{SA} > 0$, l'objet est virtuel.

Problème :

1- **La distance $\overline{O_1O_2}$**

Le doublet de symbole (-1,3,2) $\Rightarrow$ $\frac{f'_1}{-1} = \frac{e}{3} = \frac{f'_2}{2}$ $\Rightarrow$ e = $\frac{3}{2}f'_2$

A-N : e = $\overline{O_1O_2}$ = 75 cm

2- **La distance focale image de L₁**

On a $\frac{f'_1}{-1} = \frac{f'_2}{2}$ $\Rightarrow f'_1 = -\frac{f'_2}{2}$

A-N : $f'_1 = -25$ cm

3- **La distance focale image du système :**

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{f'_2} - \frac{e}{f'_1 f'_2} \Rightarrow \frac{1}{f'} = \frac{f'_2 + f'_1 - e}{f'_1 f'_2} \quad \Rightarrow \quad \boxed{f' = \frac{f'_1 f'_2}{f'_1 + f'_2 - e}}$$

A-N : $f' = \frac{-25*50}{-25+50-75}$ = 25 cm > 0 $\Rightarrow$ **le doublet est convergent** .

4- **Positions des foyers :**

- Foyer image F′

$$\infty \xrightarrow{\text{Doublet}} F'$$

$$\infty \xrightarrow{L_1} F'_1 \xrightarrow{L_2} F'$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\overline{O_2F'}} - \frac{1}{\overline{O_2F'_1}} = \frac{1}{f'_2} \Rightarrow \boxed{\overline{O_2F'} = \frac{f'_2\,\overline{O_2F'_1}}{f'_2 + \overline{O_2F'_1}}}$$

A-N : $\overline{O_2F'}$ **= 100 cm** ($\overline{O_2F'_1} = -100\ cm$)

- Foyer objet F

$$F \xrightarrow{\textbf{Doublet}} \infty$$

$$F \xrightarrow{L_1} F_2 \xrightarrow{L_2} \infty$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\overline{O_1F_2}} - \frac{1}{\overline{O_1F}} = \frac{1}{f'_1} \Rightarrow \boxed{\overline{O_1F} = \frac{f'_1\,\overline{O_1F_2}}{f'_1 - \overline{O_1F_2}}}$$

A-N : $\overline{O_1F} = 12{,}5$ **cm** $(\overline{O_2F_2} = 25\ cm)$

5- **<u>Position des points principaux H et H′ :</u>**

$f' = \overline{H'F'}$, $f = \overline{HF}$ d'après **2- b)** $f' = 25$ cm $\Rightarrow$ $f = -25$ cm (Milieux extrêmes identiques)

- $\overline{H'F'} = \overline{H'O_2} + \overline{O_2F'} \Rightarrow \boxed{\overline{O_2H'} = \overline{O_2F'} - f'}$

A-N : $\overline{O_2H'} = 100 - 25 = 75$ cm

- $\overline{HF} = \overline{HO_1} + \overline{O_1F} \Rightarrow \boxed{\overline{O_1H} = \overline{O_1F} - f}$

A-N : $\overline{O_1H} = 12{,}5 + 25 = 37{,}5$ cm

6-

a- Le système est afocal $\Rightarrow \Delta = 0 = \overline{F'_1F_2} = \overline{F'_1O_1} + \overline{O_1O_2} + \overline{O_2F_2}$

$\Rightarrow \overline{O_1O_2} = f'_1 + f'_2$;

A-N : $\overline{O_1O_2} = 25$ cm

b-

L'application du Théorème de Thalès :

$$\frac{\overline{F_2O_2}}{\overline{F'_1O_1}} = \frac{D/2}{d/2} = \frac{D}{d}$$

$$\Rightarrow \frac{D}{d} = \frac{f'_2}{-f'_1} = 2$$