

2 juillet 10

**EPREUVE D'OPTIQUE (SMP2, SMC2)**  
**Session de rattrapage**  
**Durée : 1h30**

**Questions de cours**

- 1- Qu'appelle-t-on système optique centré ?
- 2- Qu'est-ce qu'un système optique catoptrique ?
- 3- Qu'appelle-t-on stigmatisme rigoureux pour un point A à travers un système optique ?
- 4- Citez un système optique rigoureusement stigmatique pour tous les points de l'espace.
- 5- Un miroir convexe est-il un système optique convergent ou divergent ?

**Exercice**

Soit un miroir concave de centre C et de rayon  $R=6$  cm.

- 1- On place un objet réel à 9 cm de son sommet S. Calculer la position de l'image dans l'approximation de Gauss, en déduire sa nature (réelle ou virtuelle). Calculer le grandissement linéaire. S'agit-il d'une image droite ou renversée ?
- 2- On désire obtenir à l'aide du même miroir une image droite, deux fois plus grande que l'objet. Où faut-il placer l'objet ? En déduire la position et la nature de l'image.

**Problème**

Soient deux lentilles,  $L_1$  convergente de centre optique  $O_1$  et de distance focale image  $f'_1 = 50$  mm et de foyers principaux  $(F_1, F'_1)$  et  $L_2$  divergente de centre optique  $O_2$  et de distance focale image  $f'_2 = -25$  mm et de foyers principaux  $(F_2, F'_2)$ .

- 1- Calculer la convergence (vergence) de  $L_1$ .
- 2- Calculer la convergence (vergence) de  $L_2$ .
- 3- On associe les lentilles  $L_1$  et  $L_2$  de telle manière à former un doublet de distance focale image  $f' = 125$  mm.
  - a- Calculer la convergence (vergence) de l'ensemble  $L_1 + L_2$ , déduire sa nature.
  - b- Calculer la distance  $e = \overline{O_1 O_2}$ .
- 4- Déterminer la position des foyers objet F et image F' du doublet par rapport à  $O_1$  et  $O_2$  respectivement.
- 5- Déterminer la position des points principaux H et H' du doublet par rapport à  $O_1$  et  $O_2$  respectivement.
- 6- En utilisant la formule de Lagrange-Helmholtz, déterminer la position des points nodaux N et N' du doublet.
- 7- Calculer la position du centre optique O du doublet.
- 8- Retrouver par construction la position de F' et H'. On fera un schéma à l'échelle 1.

## Corrigé de l'examen (Juillet 2010) Session de rattrapage

### Optique géométrique (SMP2 , SMC2)

#### Questions de cours

- 6- **Système optique centré** : Ensemble de milieux transparents (homogène et isotropes) séparés par des surfaces réfractantes (dioptries) ou réfléchissantes (miroirs). L'axe principal est l'axe de toutes les surfaces.
- 7- **Système optique catoptrique** : Système ne contient que des miroirs.
- 8- **Le miroir plan** est un système optique rigoureusement stigmatique .
- 9- Un miroir **convexe** est un système optique **divergent** .

#### Exercice

a-  $A \xrightarrow{MS} A' \Rightarrow \frac{1}{\overline{SA}} + \frac{1}{\overline{SA'}} = \frac{2}{\overline{SC}} \quad \text{et} \quad \gamma = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$

b- Position des foyers F et F' :  $\overline{SF} = \frac{\overline{SC}}{2} \quad \text{et} \quad \overline{SF'} = \frac{\overline{SC}}{2}$

$\Rightarrow F \cong F'$  (les deux foyers principaux sont confondus et sont au milieu de  $\overline{SC}$  )

Les deux foyers sont réels.

**A.N :**  $\overline{SC} = -8 \text{ cm} \Rightarrow \overline{SF} = \overline{SF'} = -4 \text{ cm}$

c-  $V = -\frac{1}{\overline{SF}} = -\frac{1}{\overline{SF'}}$  **A.N :**  $V$

#### Problème

1-  $C_1(\text{ou } V_1) = \frac{1}{f'_1}$  **A.N :**  $C_1(\text{ou } V_1) = \frac{1}{50 \cdot 10^{-3}} = \frac{100}{5} = 20 \delta (\text{ou m}^{-1}).$

2-  $C_2 (\text{ou } V_2) = \frac{1}{f'_2}$  **A.N :**  $C_2(\text{ou } V_2) = \frac{1}{-25 \cdot 10^{-3}} = -\frac{1000}{25} = -40 \delta (\text{ou m}^{-1}).$

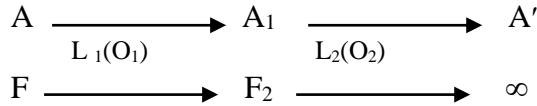
3- a-  $C = \frac{1}{f'}$  **A.N :**  $C = \frac{1}{125 \cdot 10^{-3}} = \frac{1000}{125} = 8 \delta (\text{ou m}^{-1}).$

b- **La formule de Gullstrand :**  $\frac{1}{f'} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{f'_2} - \frac{e}{f'_1 f'_2} \Rightarrow e = f'_1 + f'_2 - \frac{f'_1 f'_2}{f'}$

**A.N** :  $e = 35 \text{ mm}$ .

#### **4- Les foyers principaux F et F'**

##### **a- Foyer objet F :**



$F_2$  est l'image de F à travers  $L_1$  :

$$\Rightarrow \frac{1}{\overline{O_1 F_2}} - \frac{1}{\overline{O_1 F}} = \frac{1}{f'_1} \text{ (Formule avec origine au centre optique)}$$

Ou  $\overline{F_1 F} \overline{F'_1 F_2} = f_1 f'_1 = -f_1'^2$  (Formule de Newton)

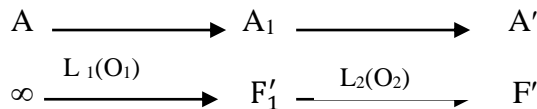
$$\Rightarrow \overline{F_1 F} = \frac{-f_1'^2}{\Delta} \text{ avec } \Delta = \overline{F'_1 F_2} : \text{intervalle optique}$$

\*  $\overline{O_1 F} = \overline{O_1 F_1} + \overline{F_1 F}$  avec  $f_1 = \overline{O_1 F_1} = -f'_1$

**A.N** :  $f'_1 = 50 \text{ mm}$  ;  $\Delta = -f'_1 - f'_2 + e = 10 \text{ mm}$

$$\Rightarrow \overline{F_1 F} = -250 \text{ mm} \text{ et } \overline{O_1 F} = -300 \text{ mm}$$

##### **b- Foyer image F'**



$F'$  est l'image de  $F'_1$  à travers  $L_2$

$$\Rightarrow \frac{1}{\overline{O_2 F'}} - \frac{1}{\overline{O_2 F'_1}} = \frac{1}{f'_2} \text{ (Formule avec origine au centre optique)}$$

Ou  $\overline{F_2 F'_1} \overline{F'_2 F'} = f_2 f'_2 = -f_2'^2$  (Formule de Newton)

$$\Rightarrow \overline{F'_2 F'} = -\frac{f_2 f'_2}{\Delta} = \frac{f_2'^2}{\Delta}$$

\*  $\overline{O_2 F'} = \overline{O_2 F'_2} + \overline{F'_2 F'}$  avec  $f'_2 = \overline{O_2 F'_2}$

**A.N** :  $f'_2 = -25 \text{ mm}$  ;  $\Delta = 10 \text{ mm}$

$$\Rightarrow \overline{F'_2 F'} = 62,5 \text{ mm} ; \overline{O_2 F'} = 37,5 \text{ mm}$$

**10- Les points principaux H et H':**

$$\overline{O_1H} = \overline{O_1F} + \overline{FH} \Rightarrow \overline{O_1H} = \overline{O_1F} - f \quad (f = \overline{HF})$$

$$\overline{O_2H'} = \overline{O_2F'} + \overline{F'H'} \Rightarrow \overline{O_2H'} = \overline{O_2F'} - f' \quad (f' = \overline{H'F'})$$

**11- Les points nodaux N et N':** sont deux points conjugués tel que le grandissement angulaire  $G = +1$

Formule de Lagrange-Helmholtz :  $\gamma G = \frac{n}{n'}$ , les milieux extrêmes sont identiques ( $n = n' = 1$ )

$\Rightarrow \gamma = +1 \Rightarrow$  Les **points nodaux** sont confondus avec les **points principaux H et H'** ( $N \equiv H$  et  $N' \equiv H'$ ).

**12- Le centre optique O**

$$N \xrightarrow{L_1(O_1)} O \xleftarrow{L_2(O_2)} N'$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\overline{O_1O}} - \frac{1}{\overline{O_1N}} = \frac{1}{f'_1} \quad (\text{Formule avec origine au centre optique})$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\overline{O_1O}} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{\overline{O_1N}} \Rightarrow \overline{O_1O} = \frac{f'_1 \overline{O_1N}}{f'_1 + \overline{O_1N}}$$

**A.N :**  $\overline{O_1N} = \overline{O_1H} = -175 \text{ mm} ; f'_1 = 50 \text{ mm}$

$$\Rightarrow \overline{O_1O} = 70 \text{ mm}$$

