[redacted]

Université Abdelmalek Essaadi
École Nationale des Sciences
Appliquées d'Al Hoceima

Physique 2 : Optique
(M AP23) : AP1-S2
Le 25/04/2019

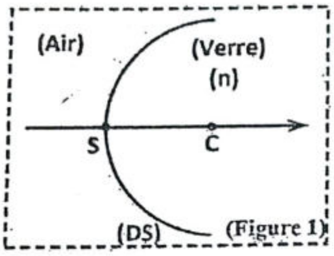
Contrôle Continue (**Durée : 2h**)

Questions de cours (5pts)

1. Pour un miroir sphérique concave de sommet S et de centre C :
   (a) Démontrer la relation de conjugaison origine au sommet pour le couple de points conjugués (A, A').
   (b) Déterminer la position des foyers objet et image.
   (c) Si AB un objet a pour image $A'B'$, le grandissement transversal est défini par le rapport algébrique $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$. Établir son expression en fonction de $\overline{SA}$ et $\overline{SA'}$.
2. Montrer qu'un miroir sphérique convexe ne peut jamais donner une image réelle d'un objet réel.

Exercice 1(8pts)

On considère un dioptre sphérique (DS) de centre C, de sommet S et de rayon de courbure $\overline{SC} = R$ (voir figure 1). L'indice de l'air est égale à 1.



(Figure 1)

1. Donner la définition d'un dioptre.
2. Quelle est la concavité de ce dioptre sphérique (DS).
3. Sans faire de calcul, quelle est la nature de ce dioptre sphérique. Justifier votre réponse.
4. Calculer la valeur d'angle de réfraction limite i'_{lim} pour $n = 1.5$.

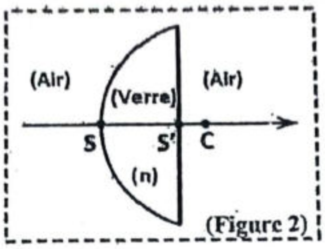
Dans toute la suite, le système sera étudié dans les conditions de Gauss.

5. Donner la relation de conjugaison du (DS) pour le couple conjugué (A, A') avec origine au sommet S en fonction de n et R.
6. Déduire la position des foyers principaux F et F' du (DS) par rapport à S en fonction de n et R.
7. Calculer les valeurs en cm des distances focales f et f' pour $n = 1.5$ et $R = 10$ cm.
8. Quelle doit être la position, par rapport à S sur l'axe optique, d'un objet (AB) pour que son image $(A'B')$ à travers le (DS) soit renversée et deux fois plus grande que l'objet. Faire l'application numérique pour $n = 1.5$ et $R = 10$ cm.

9. Par construction géométrique, déterminer la position et la taille de l'image $A'B'$ d'un objet AB droit et de taille 10 cm situé au centre du dioptre C pour $n = 1.5$ et $R = 10\ cm$.

10. Que devient ce dioptre sphérique si le rayon de courbure R tend vers l'infini.

Le milieu de réfraction d'indice n est maintenant limité par une surface plane (Figure 2).

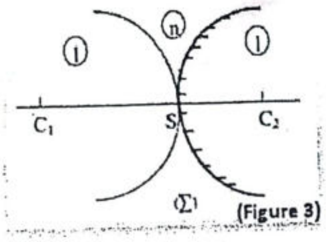


(Figure 2)

11. Dans le cas où $SS' << R$, déterminer la relation de conjugaison de ce système pour un objet A et son image finale A' en fonction de n et R. (On prendra $S \equiv S' \equiv O$, où O est le centre optique du système).

Exercice 2(7pts)

On considère un système catadioptrique (Σ) d'indice n, plongé dans l'air constitué d'un dioptre sphérique (DS), de sommet S et de centre C_1, et d'un miroir sphérique (MS), de même sommet S et de centre C_2 (voir figure 3).



(Figure 3)

1. En supposant qu'à travers (Σ), un objet A peut avoir trois images A_0, A_1 et A' selon le trajet suivant :

$$A \xrightarrow{DS} A_0 \xrightarrow{MS} A_1 \xrightarrow{DS} A'$$

   (a) Écrire la formule de conjugaison relative à chaque passage en considérant l'origine au sommet S.

2. En déduire la formule de conjugaison du système (Σ), reliant les points conjugués A et A'.

3. Montrer que le système (Σ) est équivalent à un miroir sphérique de sommet S et de centre C dont on déterminera le rayon de courbure $R = \overline{SC}$ en fonction de $R_1 = \overline{SC_1}$, $R_2 = \overline{SC_2}$ et n.

4. Quelle est la nature de ce miroir équivalent.

Examen d'optique

المصف الجامعي
التشغيل الذاتي
INDH

Exercice I (5 pts).

Un objet est observé à travers une lentille (*L*) de vergence $C = -4\ \delta$.

1. Montrer que cette lentille donne toujours d'un objet réel une image virtuelle.
2. Construire l'image ***A'B'*** d'un objet ***AB*** droit et réel, de taille de ***10 cm*** situé à ***30 cm*** du centre de la lentille. Conclure.
3. Où situer l'objet par rapport à la lentille pour que l'image qu'elle en donne ait le grandissement $\frac{1}{2}$?

Exercice II (7 pts).

On rappelle la forme des équations de Maxwell en présence de charges (ρ) et de courants (j):

1) Maxwell - Gauss: $div\vec{E} = \dfrac{\rho}{\varepsilon_0}$ 3) Maxwell - Faraday: $rot\vec{E} = -\dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

2) Maxwell - Thomson: $div\vec{B} = 0$ 4) Maxwell - Ampère: $rot\vec{B} = \mu_0(\vec{j} + \varepsilon_0 \dfrac{\partial \vec{E}}{\partial t})$

ainsi que la formule du « double rotationnel »: $\overrightarrow{rot}(\overrightarrow{rot}\vec{C}) = \overrightarrow{grad}(div\vec{C}) - \Delta\vec{C}$ où $\vec{C}$ est un vecteur, et $\Delta\vec{C}$ son Laplacien.

1. A partir des équations de Maxwell, établir l'équation de propagation du champ électrique dans le vide
2. On considère un champ $\vec{E}$ au point $M(x,y,z)$, a l'instant t, dans un repère cartésien orthonormé direct $(O,\vec{u}_x,\vec{u}_y,\vec{u}_z)$:

$$\vec{E}(M,t) = (E_0\vec{u}_x + E_0^{'}\vec{u}_y)\cos(wt - ay)$$

Où a est une constante positive.

Montrer que $a = \dfrac{w}{c}$ et $E_0^{'} = 0$ pour que $\vec{E}(M,t)$ puisse représenter une onde électromagnétique dans le vide

On suppose désormais que le champ ainsi obtenu et le champ électrique d'une onde (Ω)

3. Donner l'état de polarisation de cette onde (Ω)
4. A partir des équations de Maxwell, déduire l'expression du champ magnétique $\vec{B}$ associé. Pour ce faire, on ne s'intéressera qu'à la partie variable dans le temps des champs, c'est-à-dire que les constantes d'intégration seront prises nulles.
5. Cette onde est-elle plane ? justifier

Exercice III (8 pts).

On considère deux sources ponctuelles S_1 et S_2 distantes de a (voir *figure 1*) et placées à la distance D d'un écran. L'indice de réfraction de l'air où se déroule l'expérience est $n=1$.

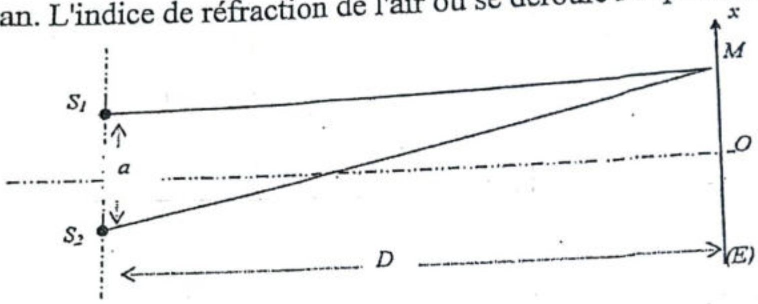


Figure 1

1. A quelles conditions sur S_1 et S_2 peut-on observer des interférences ?
2. Comment peut-on remplir ces conditions

On suppose pour la suite que ces conditions sont réalisées.

3. Qu'observe-t-on sur l'écran
4. Qu'appelle-t-on différence de marche $\delta(M)$, ordre d'interférence $P(M)$ et déphasage $\phi(M)$ au point M ? les exprimer en fonction de la position x du point M sur l'écran
5. Donner, en le justifiant, l'expression de l'intensité obtenue sur l'écran au point M.
6. Déterminer la position sur l'écran des maxima et des minima de lumière. Qu'appelle-t-on interfrange i ? Donner son expression.

__Application numérique__ : La troisième frange brillante à partir de la frange centrale est à **3 mm** du point O. On donne $D=2m$; $\lambda= 0,5\mu m$. Déterminer la distance a entre les deux fentes F_1 et F_2.

7. On place, uniquement sur le chemin suivi par la lumière de S_1 à M, une lame de verre d'indice $n=1,5$. Le rayon lumineux traverse alors une épaisseur e de verre.

   Calculer la nouvelle différence de marche. Comment est modifié le système de franges ?

Où est située la frange d'ordre d'interférence 0.

__Application numérique :__ Déterminer l'épaisseur de la lame si la frange centrale s'est déplacée de *10 cm*

8. On retire la lame de verre précédente. Les sources identiques sont des sources de lumière blanche ($0,4\ \mu m < \lambda < 0,75\ \mu m$). Qu'observe-t-on alors sur l' écran ?