

N° Exam :

NOM Prénom :

CNE :

Epreuve d'optique géométrique

SMP2 – SN – 1h30

16 juin 2015

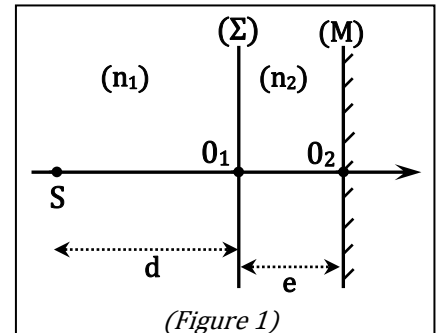
Exercice

Soit un système optique comportant un dioptre plan (Σ) séparant deux milieux (1) et (2), d'indice de réfraction $n_1=3/2$ et $n_2=4/3$ respectivement, et un miroir plan (M).

Une source lumineuse (S), située dans le milieu (1), émet dans toutes les directions un rayonnement monochromatique de longueur d'onde $\lambda_1 = 0,50 \mu\text{m}$. (**Figure 1**)

La vitesse de la lumière dans le vide est $c=3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

1°/ Quelles sont les propriétés d'un milieu où un rayonnement lumineux visible se propage en ligne droite dans toutes les directions ?



2°/ Calculer la vitesse v_1 (m/s) du rayonnement de (S) dans le milieu (1).

3°/ Calculer la fréquence f_2 (Hz) du rayonnement de (S) dans le milieu (2).

4°/ Rappeler brièvement (sans détails) les lois de Snell-Descartes en optique géométrique.

5°/ a) Peut - on avoir une réflexion totale de la lumière sur le dioptre (Σ). Justifier votre réponse.

b) Déterminer le rayon a de la surface de (Σ) qui transmet la lumière au milieu (2) en fonction de la distance d . (Voir figure 1)

6°/ Le système est maintenant utilisé dans les conditions de Gauss.

Déterminer, par rapport à O_1 , la position de l'image définitive S' de S à travers le système en fonction des distances d et e . En déduire la nature de l'image S' .

Problème

L'étude porte sur un système optique centré (S) formé d'une boule en verre d'indice n , de centre C et de rayon R , qui sépare un liquide d'indice n_1 ($n_1 > n$) et l'air d'indice 1. (**Figure 2**)

Soit (AB) un petit objet sur l'axe optique dans le liquide et (A'B') son image à travers le système (S). On notera (A₁B₁) l'image intermédiaire.

On suppose dans tout le problème que les conditions de Gauss sont satisfaites.

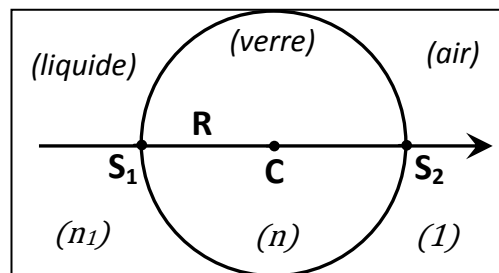


Figure 2

1°) Quels sont les sous systèmes optiques constituant le système (S) ? Indiquer la nature de chacun ?

2°) Déterminer, pour le 1^{er} dioptré, en fonction des indices de réfraction et de R :

a) les formules de conjugaison de position et de grandissement γ_1 avec origine au centre C .

b) les positions de ses foyers objet F_1 et image F'_1 par rapport à C .

c) sa distance focale image f'_1 et sa vergence V_1 .

3°) Déterminer, pour le 2^{ème} dioptré, en fonction des indices de réfraction et de R :

a) les formules de conjugaison de position et de grandissement γ_2 avec origine au centre C.

b) les positions de ses foyers objet F_2 et image F'_2 par rapport à C.

c) sa distance focale image f'_2 et sa vergence V_2 .

4°) L'indice du verre constituant la boule est $n = 7/5$ et l'indice du liquide est $n_1 = 5/3$.

a) Déterminer les vergences V_1 et V_2 en fonction de R. En déduire la vergence V du système (S). Calculer la valeur de V en dioptrie pour $R=1\text{cm}$. En déduire la nature de (S).

b) Quelles sont les valeurs en cm des distances focales image f' et objet f de (S) ?

5°) Montrer que les formules de conjugaison de position et de grandissement γ du système (S) s'écrivent :

$$\frac{5}{\overline{CA'}} - \frac{3}{\overline{CA}} = \frac{6}{7R} \quad \text{et} \quad \gamma = \frac{\overline{CA'}}{\overline{CA}}$$

(Il est conseillé de remplacer les indices par leurs valeurs dans les équations de départ)

6°) a) Calculer, par rapport à C , la position des foyers F et F' du système (S) en fonction de R .

.....

b) Calculer, par rapport à C , la position des points principaux H et H' du système (S) en fonction de R .

.....

c) Retrouver la valeur en cm de la distance focale image f' .

.....

7°) a) Tracer la marche d'un rayon lumineux passant par C . En déduire la position du centre optique O et des points nodaux (N, N') du système optique (S).

.....

.....

.....

b) Quel sera la valeur du grandissement linéaire γ pour le couple (N, N') ?

.....

8°) Compléter le dessin suivant et retrouver la position des points F' et H' du système (S) par construction géométrique dans l'approximation de Gauss. (Echelle unité : 1/1 et $R=1\text{cm}$).

