

OPTIQUE
Contrôle intermédiaire
Durée 2h

I. Fibre optique à coeur homogène

Une fibre optique cylindrique, d'axe Oz , est constituée d'un coeur transparent, homogène et isotrope, de rayon R_1 et de longueur d , d'indice de réfraction n_1 . Ce coeur est entouré d'une gaine également transparente, homogène et isotrope dont l'indice de réfraction n_2 est inférieur à n_1 (cf. figure 1).

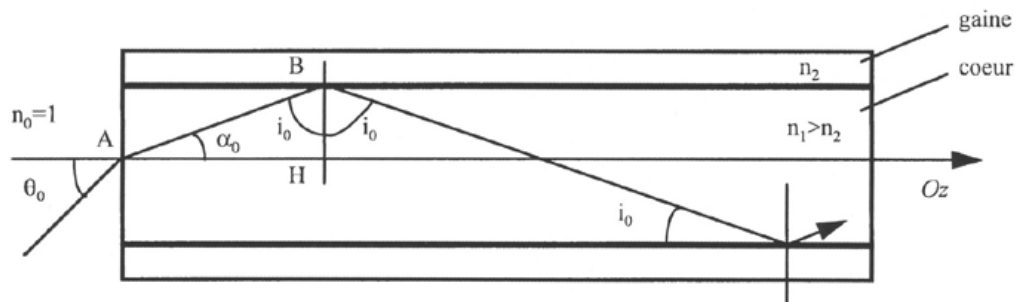


Figure 1

- 1) A quelle condition la lumière peut-elle se propager à l'intérieur de la fibre ? Calculer en degré l'angle i_0 . On donne $n_1 = 1,45$ et $n_2/n_1 = 0,99$.
- 2) Calculer l'ouverture numérique O.N. = $n_0 \sin \theta_a$ en fonction de n_1 et n_2 , puis le cône d'acceptance $2\theta_0$ en degrés.
- 3) Dans une fibre optique, la lumière peut se propager suivant plusieurs modes qui diffèrent par leur nombre de réflexions totales sur la gaine. On associe un mode de propagation à chaque valeur de i telle que $i_0 \leq i \leq \pi/2$.
Etablir en fonction de n_1 et n_2 l'expression du rapport d_1/d_2 entre les distances correspondant aux trajectoires extrêmes (pour ce calcul, on peut se limiter au triangle AHB de la figure 1). En déduire la plus grande longueur de trajectoire d_{\max} en fonction de la longueur d de la fibre optique.

.../...

II. Dioptré et miroir mobile

Une lentille hémisphérique de rayon $R=1\text{cm}$ est constituée d'un verre d'indice de réfraction n (cf. figure 2). Un rayon lumineux (1) est incident parallèlement à l'axe optique Cz et situé à une distance de celui-ci petite devant R . Un miroir plan (M) perpendiculaire à Cz est placé à une distance variable $z = SM$ du sommet S du dioptré. Lorsque z prend la valeur $z_1 = SM_1 = 1,8\text{ cm}$, on observe un rayon (2) renvoyé en sens inverse de (1) comme indiqué sur la figure 2.

- 1) Décrire le cheminement du rayon lumineux lorsque $z \neq z_1$ et lorsque $z = z_1$.
- 2) En utilisant la relation de conjugaison du dioptré, calculer numériquement l'indice de réfraction du verre qui constitue la lentille.

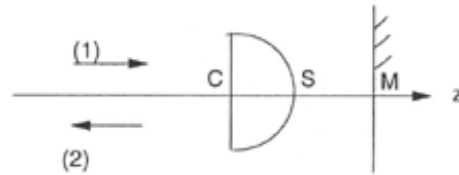


figure 2

III. Double dioptré dans l'approximation de Gauss

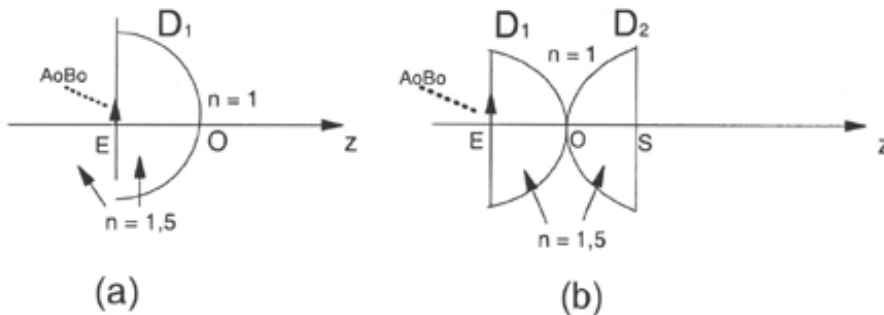


figure 3

- 1) Un dioptré sphérique D_1 de centre E et de rayon $R = EO = 1\text{ cm}$ sépare un milieu d'indice de réfraction $n = 1,5$ d'un milieu d'indice $n = 1$ (voir figure 3(a)). Un objet $AoBo$ est situé dans le plan de front passant par E .
 - a) Calculer la position des foyers objet et image F_{o1} et F_{i1} du dioptré D_1 .
 - b) Calculer la position de l'image A_1B_1 de $AoBo$ donnée par le dioptré D_1 ainsi que le grandissement associé.
 - c) Faire la construction géométrique correspondante en utilisant les foyers et vérifier la compatibilité avec les résultats de b).
- 2) Le dioptré sphérique D_2 de centre S et de rayon $R = OS = 1\text{ cm}$ sépare le milieu d'indice $n = 1$ d'un milieu d'indice $n = 1,5$ (voir figure 3(b)).
 - a) Calculer la position des foyers objet et image F_{o2} et F_{i2} du dioptré D_2 .
 - b) Calculer la position de l'image A_2B_2 de A_1B_1 donnée par le dioptré D_2 ainsi que le grandissement associé.
 - c) Faire la construction géométrique correspondante en utilisant les foyers et vérifier la compatibilité avec les résultats de b).
- 3) Etablir la matrice de transfert $T(\overline{ES})$ en expliquant la procédure employée et calculer numériquement ses éléments. En déduire la position des plans principaux et des foyers.