

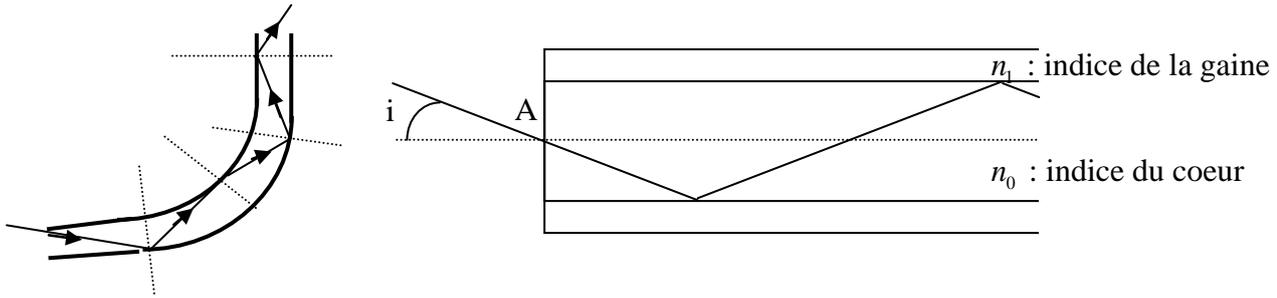


COMMENT UNE FIBRE OPTIQUE GUIDE-T-ELLE LA LUMIÈRE ?



Exercice 1

La propagation de la lumière dans une fibre optique se fait par des réflexions totales successives le long de celle-ci comme l'indique la figure ci-dessous.



1) Le rayon lumineux incident ne peut pénétrer dans une fibre à saut d'indice que si l'angle i satisfait à la relation : $\sin i \leq \sqrt{n_0^2 - n_1^2}$

a) **Calculer** la valeur maximale de l'angle i pour une fibre sachant que : $n_1 = 1,45$ et que $n_0 - n_1 = 0,014$

b) Pour que le rayon lumineux puisse pénétrer dans la fibre, l'angle i figurant sur le dessin serait-il : a) trop grand ? b) trop petit ? c) convenable ?

2) Le « zig-zag » des rayons lumineux à l'intérieur d'une fibre constitue ce que l'on appelle le mode de propagation.

Pour une fibre à saut d'indice multimode, le nombre N de modes possibles est donné par :

$$N = \frac{2\pi^2 a^2 (n_0^2 - n_1^2)}{\lambda^2}$$

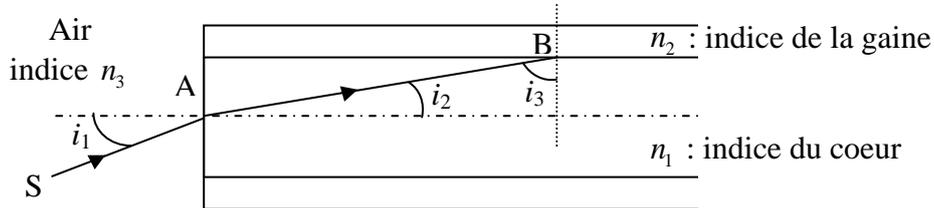
Calculer le nombre de modes pour une fibre de diamètre $a = 25$ (en micromètres), avec les mêmes valeurs des indices n_0 et n_1 , et un rayonnement de longueur d'onde $\lambda = 0,75 \mu\text{m}$.

(D'après sujet de Bac Pro MRBT Session 1996)



Exercice 2

Une fibre optique « à saut d'indice » est constituée d'un cœur cylindrique homogène d'indice n_1 , entouré d'une gaine cylindrique homogène, de même axe que le cœur d'indice n_2 avec : $n_2 < n_1$



1ère question

Un rayon lumineux AB qui se propage à l'intérieur du cœur de la fibre est susceptible de se réfléchir ou de se réfracter en B suivant la valeur de l'angle d'incidence i_3 .

- 1) **Déterminer** en fonction de n_1 et n_2 la valeur limite λ de l'angle i_3 qui permet la réflexion totale du rayon AB .
- 2) **Calculer** numériquement λ sachant que $n_1 = 1,50$ et $n_2 = 1,48$.
- 3) **Schématiser** la propagation d'un rayon lumineux se dirigeant vers B dans les deux cas suivants : a) $i_3 = 30^\circ$ b) $i_3 = 85^\circ$

Dans quel cas y-a-t-il une réflexion totale ?

2° question

Le rayon lumineux SA se propage dans l'air d'indice $n_3 = 1$.

- 1) **Montrer** que la valeur limite θ de l'angle d'incidence i_1 qui permet d'obtenir la réflexion totale en B est déterminée par la relation : $\sin \theta = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$
- 2) **Calculer** numériquement θ .

3° question

Représenter la propagation d'un rayon lumineux dans cette fibre pour un angle d'incidence i_1 inférieur à θ .

Quel est l'intérêt d'une telle fibre ?

4° question

Deux signaux S_1 et S_2 pénètrent en A dans la fibre au même instant ; S_1 suit l'axe de cette fibre tandis que S_2 y pénètre sous l'incidence θ calculée précédemment (on admet que le rayon AB se réfléchit totalement en B). La longueur totale AM de cette fibre rectiligne est de plusieurs kilomètres. On observe que les deux signaux S_1 et S_2 ne parviennent pas simultanément à l'extrémité M de la fibre.

Expliquer pourquoi, avec précision et concision, et **indiquer** dans quel ordre les deux signaux arrivent au point M .

(D'après Bac Pro Bois Construction et Aménagement du Bâtiment Session 1991)