ANNÉE 2013

CONCOURS SUR ÉPREUVES

D'ADMISSION AU COURS DE L'ÉCOLE DE L'AIR

OPTION « SCIENCES »

ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

Sujet 2

Durée : 4 heures

Coefficient : 8

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Chaque candidat doit traiter les trois parties du sujet. Les trois parties de ce sujet sont totalement indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque.

L'attention des candidats est portée sur le fait que l'on tiendra compte du soin et de la rigueur apportée dans le travail.

Si, en cours d'épreuve, le candidat rencontre ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il la signale et continue sa composition.

T.S.V.P.
Ce sujet comporte 6 pages

Les trois parties de ce sujet sont totalement indépendantes.

Partie I : Fibre optique à saut d'indice

Les rayons lumineux sont supposés issus d'une radiation monochromatique de fréquence f de pulsation ω et de longueur d'onde λ dans le milieu constituant le cœur.

1. Les différents angles utiles sont représentés sur la figure 1. A quelle condition sur i, angle d'incidence à l'interface cœur/gaine, le rayon reste-t-il confiné à l'intérieur du cœur ? On note i_ℓ l'angle d'incidence limite.

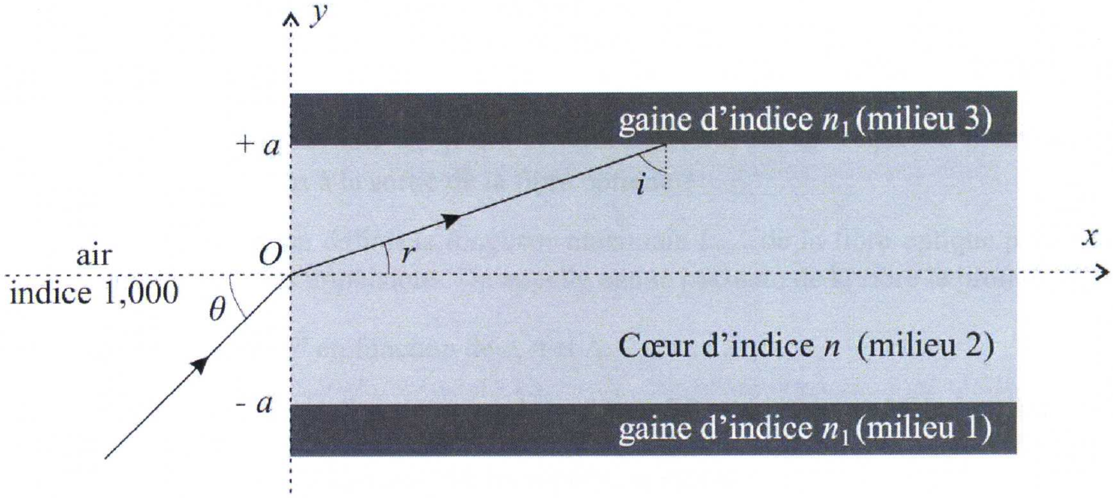

Figure 1 : Fibre optique en coupe

2. Montrer que la condition précédente est vérifiée si l'angle d'incidence θ est inférieur à un angle limite θ_ℓ dont on exprimera le sinus en fonction de n et i_ℓ.
En déduire l'expression de l'ouverture numérique $ON = \sin\theta_\ell$ de la fibre en fonction de n et n_1 uniquement.

3. Donner la valeur numérique de ON pour $n = 1{,}50$ et $n_1 = 1{,}47$.

On considère une fibre optique de longueur L. Le rayon entre dans la fibre avec un angle d'incidence θ variable compris entre 0 et θ_ℓ. On note c la vitesse de la lumière dans le vide, $c = 3{,}00.10^8$ m.s^{-1}.

4. Pour quelle valeur de l'angle θ le temps de parcours de la lumière dans la fibre est-il minimal ? maximal ? Exprimer alors l'intervalle de temps dt entre le temps de parcours minimal et maximal en fonction de L, c, n et n_1.

5. On pose $2\Delta = 1 - \left(\frac{n_1}{n}\right)^2$. On suppose que pour les fibres optiques $\Delta << 1$ et on admettra le résultat suivant :

$$(1-x)^\alpha \approx 1 - \alpha x \text{ lorsque } x << 1$$

Donner dans ce cas l'expression approchée de dt en fonction de L, c, n et Δ.
On conservera cette expression de dt pour la suite du problème.