

Faire attention à la rédaction : finir le calcul littéral avant l'application numérique.

Exercice 1 : Fibre optique à saut d'indice

Une fibre optique à saut d'indice est constituée d'un cœur en silice d'indice n_1 entouré d'une gaine d'indice n_2 .

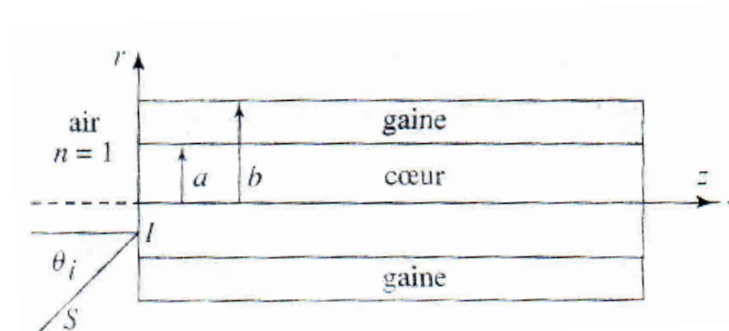
Elle permet de transporter des informations à l'intérieur de la fibre par réflexion totale.

1. Les pertes par transmission X sont exprimées en $\text{dB} \cdot \text{km}^{-1}$.

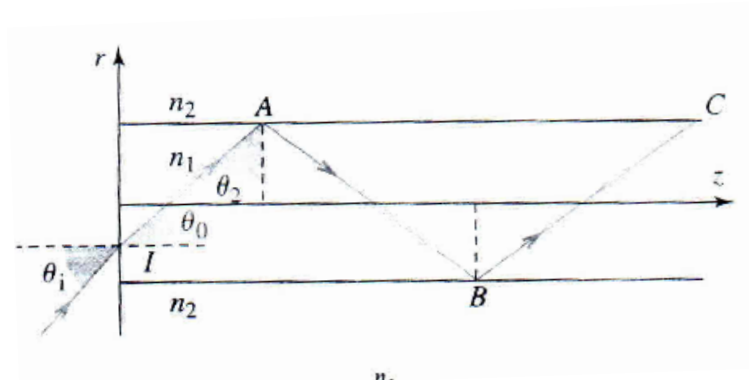
On rappelle que $X = 10 \log(P_2/P_1)$, avec P_1 puissance optique à l'entrée de la fibre et P_2 puissance optique au bout d'un kilomètre de parcours.

Vers 1970, l'atténuation était de $10 \text{ dB} \cdot \text{km}^{-1}$ ($X = -10 \text{ dB} \cdot \text{km}^{-1}$). Actuellement, une atténuation de $0,005 \text{ dB} \cdot \text{km}^{-1}$ ($X = -0,005 \text{ dB} \cdot \text{km}^{-1}$) est courante. Dans les deux cas, exprimer en % les pertes au bout d'un km.

2. Le plan d'incidence d'un rayon se propageant dans l'air et tombant sur la fibre est le plan du schéma ci-dessous :



2.a. Montrer que si θ_i reste inférieur à un angle θ_a , un rayon peut être guidé dans le cœur. Un rayon est guidé dans le cœur s'il subit des réflexions totales (voir la figure ci-dessous).



2.b. On appelle ouverture numérique (O.N.) la quantité $\sin \theta_a$. Exprimer O.N. en fonction de n_1 et $\Delta = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2}$.

2.c. Données : $\Delta = 10^{-2}$ et $n_1 = 1,5$. Calculer O.N et puis θ_a .

Exercice 2 : Distance hyperfocale

On modélise l'objectif d'un appareil photo sur une lentille convergente L , de centre O et de distance focale image f' .

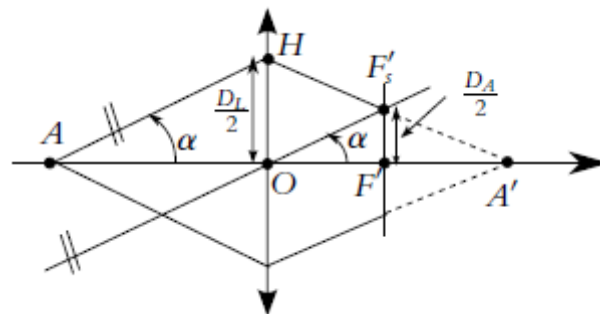
1. Lorsque l'appareil est mis au point à l'infini (objet à l'infini), où doit-on placer la pellicule ?
2. On considère un point objet A à distance d_A devant la lentille. La pellicule est dans la position de la question 1.

2.a. Exprimer la position $\overline{OA'}$ de l'image A' de A .

2.b. On note D_L le diamètre utile de la lentille (diamètre du faisceau au niveau de la lentille) et D_A le diamètre de la tache du faisceau sur la pellicule. Montrer que :

$$D_A = D_L \frac{f'}{d_A}$$

Pour montrer cette relation, on trace deux rayons incidents s'appuyant sur le bord de la lentille. On trace ensuite le rayon passant par le centre de la lentille et parallèle à l'un des rayons incidents. Ces deux rayons donnent des rayons émergents qui se croisent en F'_s dans le plan focal image de L . L'image A' se trouve donc au-delà de la pellicule qui est dans le plan focal de L (voir la figure).



2.c. La pellicule est formée de grains de diamètre ϵ . Dans le cas d'un appareil ou numérique avec un capteur C.C.D., ϵ est la taille d'un pixel (picture element). Une image sera nette tant que l'image du point A aura un diamètre inférieur ou égal à ϵ .

Calculer la distance d_A minimale (appelée distance hyperfocale) qui donnera une image nette sur la pellicule. Application numérique pour $f' = 3,0 \text{ cm}$; $D_L = 2 \text{ mm}$ et $\epsilon = 20 \text{ }\mu\text{m}$.