

1 Fibre à saut d'indice

Une fibre optique à saut d'indice possède un indice de coeur $n_1 = 1,46$, un indice de gaine $n_2 = 1,44$ et un rayon de coeur $a = 25 \mu m$.

- Calculer l'ouverture numérique ON.
- Quel est l'angle maximum θ_{max} du cône d'entrée pour un faisceau injecté dans la fibre optique?
- Calculer pour cette fibre optique la fréquence normalisée V pour une longueur d'onde $\lambda = 1300 nm$.
- La fibre est-elle monomode? Quelle dimension devrait avoir le rayon du coeur pour qu'elle le soit?

2 Guide diélectrique plan

Dans ce qui suit, les indices optiques n_1, n_2, n_3 ont pour valeur $n_1 = 1, n_2 = 1,5, n_3 = 1,45$. On considère la figure 1 où une onde plane éclaire depuis le milieu d'indice n_2 le plan d'équation $x = 0$ qui sépare les milieux d'indice n_2 et n_3 .

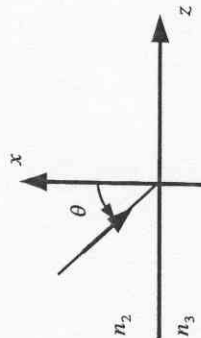


Figure 1: réflexion et transmission sur une surface de discontinuité

- Qu'appelle-t-on réflexion totale?
 - Quel est la valeur de l'angle limite θ_l ?
 - On éclaire le plan par une onde plane inclinée de $\theta = 78^\circ$ par rapport à l'axe Ox . À quelle distance de l'interface, exprimée en longueur d'onde, l'amplitude de l'onde transmise est-elle divisée par 2?
 - Quelle est la valeur du coefficient de réflexion r_{23} ?
- La couche d'indice n_2 est insérée entre les milieux d'indice n_1 et n_3 . (voir figure 2)
- On travaille à $\lambda = 1,55 \mu m$. On écrit la dépendance en z sous la forme $\exp(-i\gamma z)$. Expliquer pourquoi γ appartient à un intervalle $[\gamma_1, \gamma_2]$ et donner les valeurs de γ_1 et γ_2 .
 - Qu'appelle-t-on relation de dispersion?
 - Dans chacun des milieux, repérés par l'indice i , la composante E_y du champ électrique s'écrit en fonction de x :

$$E_{yi}(x) = f_i(x)$$

On suppose que $\gamma = 1,46 * k$ (avec $k = \frac{2\pi}{\lambda}$) est solution de la relation de dispersion. Donner, avec autant de précision que le permet l'énoncé, les fonctions $f_i(x)$ $i = 1, 2, 3$ dans chacun des milieux.

- Même question avec $\gamma = 1,42 * k$. Que se passe-t-il dans ce cas?

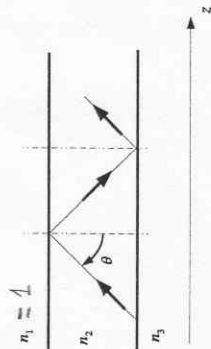


Figure 2: guide diélectrique

3 Liaison sur fibre optique monomode

Soit une liaison sur fibre optique monomode. Une diode laser monomode émet une puissance dans la fibre $P_e = 1 mW$ à $\lambda = 1,55 \mu m$ avec une largeur spectrale $\Delta\nu = 2 GHz$. La fibre optique présente un affaiblissement global $A = 0,5 dB/km$ et une dispersion $D = 20 ps \cdot nm^{-1} \cdot km^{-1}$ à cette longueur d'onde.

- On souhaite transmettre sur une distance $L_0 = 100 Km$. Calculer la puissance, en $Watt$ et en dBm , en bout de fibre.
- On place en bout de fibre un récepteur photodiode. On exige une puissance minimale sur la photodiode de $P_{min} = -27 dBm$. Quelle est la longueur maximale de la liaison permise sous ces conditions?
- La transmission doit pouvoir fonctionner avec un débit $B = 40 Gb/s$. La dispersion de la fibre optique constitue une autre limitation pour la longueur maximale de la liaison. Comparer la limitation due à la dispersion avec celle due à l'atténuation.