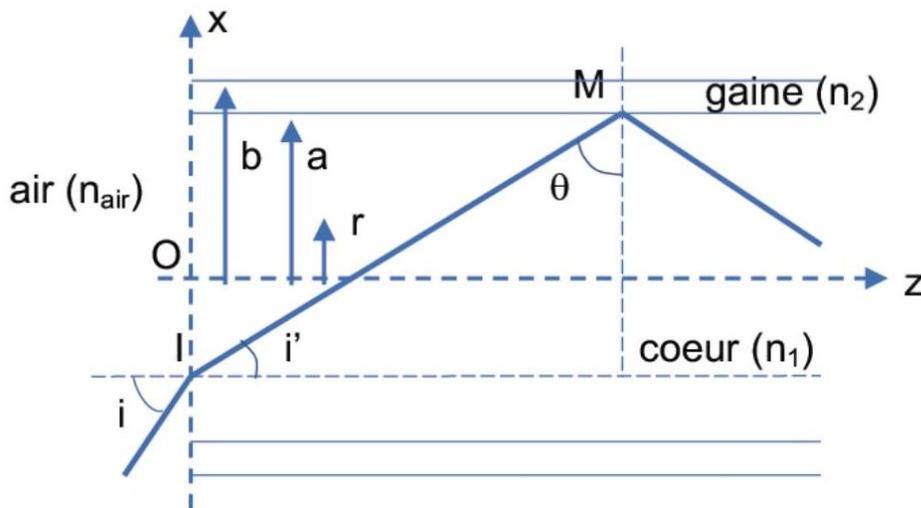


Étude d'une fibre optique

Grâce à sa simplicité d'installation, sa discrétion et sa fiabilité, la fibre optique apparaît de plus en plus dans les habitations pour la transmission de données numériques. On étudie ci-dessous une fibre optique à « saut d'indice » constituée d'un cœur cylindrique en silice de rayon a et d'indice n_1 , entouré d'une gaine en silicone d'indice n_2 et de rayon extérieur b . Les faces d'entrée et de sortie sont perpendiculaires au cylindre d'axe Oz formé par la fibre. L'ensemble, en particulier la face d'entrée, est en contact avec l'air d'indice $n_{\text{air}} = 1,0$.

On considère un rayon incident sur le cœur et contenu dans le plan Oxz (voir figure ci-dessous). On note i l'angle d'incidence.



1. Quel est le phénomène physique se produisant en I ? Quel est celui se produisant en M ? Poursuivre sur votre copie le tracé du rayon lumineux dans la fibre.
2. Énoncer les lois de la réfraction de Snell-Descartes. On s'appuiera de même sur un schéma définissant les différentes grandeurs.
3. À quelles conditions un rayon lumineux subit-il une réflexion totale sur un dioptré séparant un milieu incident d'indice n_1 et un milieu d'indice n_2 ? Il est attendu une condition concernant les indices optiques et une autre concernant l'angle d'incidence.
4. Déterminer en fonction de n_1 et n_2 la condition sur l'angle i pour que le rayon ait une propagation guidée dans le cœur ?
5. On appelle ouverture numérique du guide (O.N.) la quantité $O.N. = \sin i_{\text{max}}$ où i_{max} est la valeur maximale de l'angle i . Exprimer O.N. en fonction de n_1 et n_2 .
6. Calculer i_{max} et O.N. pour $n_1 = 1,456$ et $n_2 = 1,410$.
7. On considère dans cette question une fibre à gradient d'indice « parabolique » : dans le cœur, l'indice varie suivant la loi $n(r) = \left(n_1 - (n_1 - n_2) \frac{r^2}{a^2} \right)$, r étant la distance d'un point du cœur à l'axe Oz .
8. Tracer schématiquement et en justifiant, le rayon lumineux dans le cœur. On pourra considérer le cœur comme un empilement de couronnes concentriques d'indice lentement variable.