

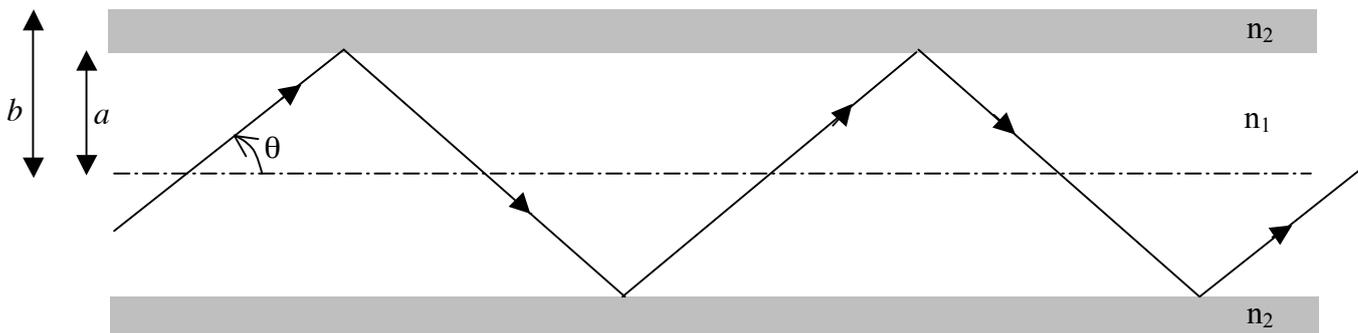
Devoir maison de Physique - Chimie n°1

- A rendre le vendredi 14 octobre 2016 -

*Rédigez et présentez correctement votre copie.
Rendre un seul devoir pour trois personnes : ne cherchez pas chacun un exercice mais essayer de les chercher tous ensemble !
Les trois écritures doivent apparaître sur la copie.*

Exercice 1 : Débit d'une fibre optique :

On considère une fibre optique constituée d'un cœur cylindrique en verre d'indice n_1 entouré d'une gaine d'indice plus faible $n_2 < n_1$. On note θ l'inclinaison par rapport à l'axe de la fibre d'un rayon se propageant dans la fibre en subissant des réflexions totales :



1) Montrer que la propagation n'est possible que si $\theta < \theta_0$, où on exprimera l'angle θ_0 en fonction de n_1 et n_2 (remarque : c'est plus simple que le calcul fait en cours puisqu'ici θ est l'angle que fait le rayon à l'intérieur de la fibre).

Application numérique : calculez θ_0 pour $n_1 = 1,456$ (silice) et $n_2 = 1,410$ (silicone).

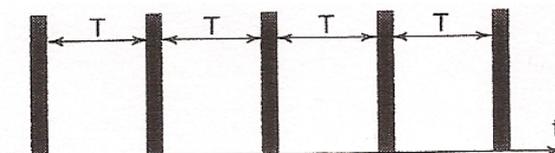
On note L la longueur totale de la fibre, a le rayon du cœur (indice n_1) et c la vitesse de la lumière dans le vide.

2) Quelle est l'expression de la durée Δt de propagation pour un rayon lumineux confondu avec l'axe de la fibre ?

3) Exprimer la durée de propagation $\Delta t'$ pour le rayon incliné de l'angle maximal θ_0 défini précédemment.

4) En déduire la différence δt des durées extrémales de propagation dans le cœur, en fonction de L , n_1 et n_2 . Calculer δt pour une fibre de longueur $L = 1$ km constituée d'un cœur en silice et d'une gaine en silicone. On prendra $c = 3,0 \cdot 10^8$ m.s⁻¹.

On envoie à l'entrée de la fibre des impulsions lumineuses très brèves avec une période T :

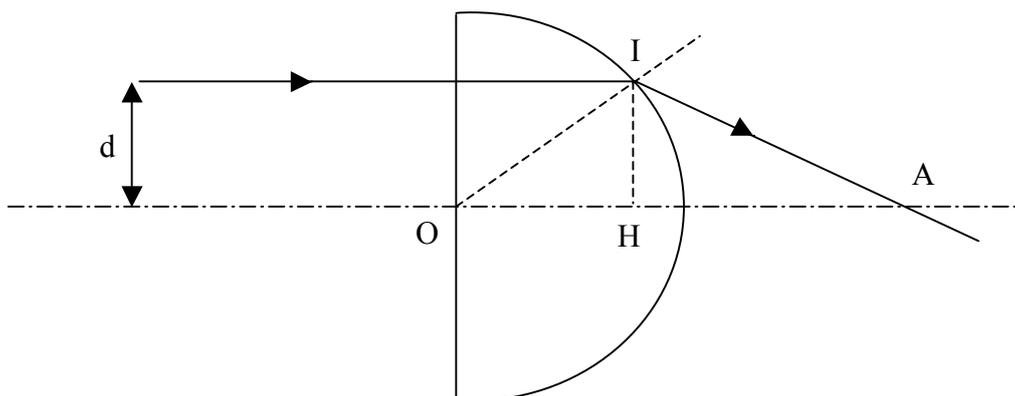


5) Quelle est la valeur minimale de T pour que les impulsions soient séparées à la sortie ?

En transmission numérique, on exprime le résultat en nombre maximum d'éléments binaires (présence ou absence d'impulsion : bit) que l'on peut transmettre par seconde. Que vaut le débit en b/s (bits par seconde) de cette fibre ? Le comparer au standard téléphone Numéris (64 kb/s) et au standard télévision (100 Mb/s).

Exercice 2 : Trajet d'un rayon lumineux dans une demi-boule :

On étudie le comportement d'un rayon lumineux dans une demi-boule de centre O et de rayon R , constituée d'un milieu transparent d'indice n . L'air environnant a un indice que l'on prendra égal à 1.



Le rayon arrive normalement sur la face plane de la demi-boule, il est écarté d'une distance d par rapport à l'axe optique. On note I le point d'incidence sur la partie sphérique, i l'angle d'incidence et r l'angle de réfraction en ce point. Le rayon émergent, lorsqu'il existe, coupe l'axe en A .

1) A partir de quelle valeur limite d_{lim} de la distance d y a-t-il réflexion totale en I ?

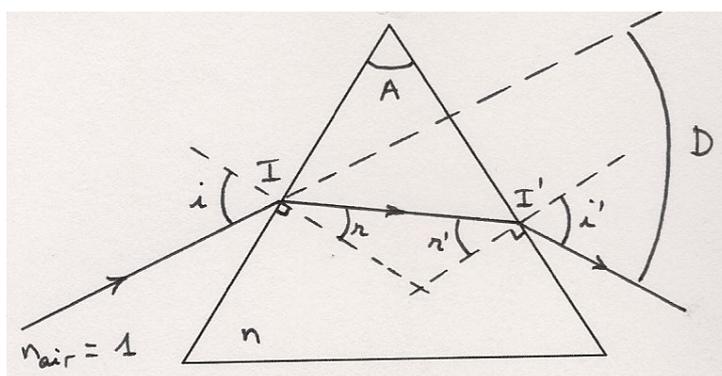
On considère maintenant que $d < d_{\text{lim}}$.

2) Exprimer la distance OA en fonction de R , i et r . On pourra s'aider du point auxiliaire H .

3) En déduire la position limite F' du point A lorsque d est « très » petit. On donnera l'expression de OF' en fonction de R et n (indication : on pourra utiliser l'approximation des petits angles).

4) Que représentent en pratique le point F' et la distance OF' ?

Exercice 3 : Prisme :



1) Etablir les 4 « relations fondamentales » du prisme. Il s'agit de :

- une relation liant i et r
- une relation liant i' et r'
- une relation liant r , r' et A
- une relation liant D à i , i' et A .

2) a) Peut-il y avoir réflexion totale en I ?

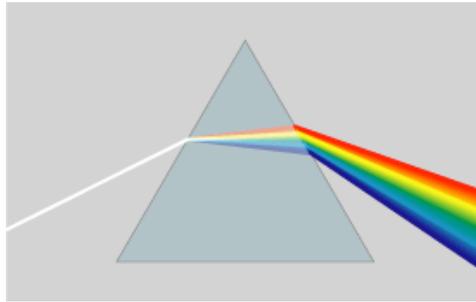
b) Peut-il y avoir réflexion totale en I' ? Si oui, calculez l'angle limite i_{lim} pour qu'un rayon réfracté puisse émerger du prisme en I' , dans le cas où $A = 60^\circ$ et $n = 1,5$.

3) Dispersion :

D'après la loi de Cauchy, l'indice de réfraction n du verre varie en fonction de λ selon :

$$n = a + \frac{b}{\lambda^2},$$

où a et b sont deux constantes positives qui dépendent du verre dont est fait le prisme.
En déduire quelle est la couleur la plus déviée et quelle est la couleur la moins déviée par le prisme.



Dispersion dans un prisme

Exercice 4 : Souvenir d'été :

Expliquez ce que l'on observe sur la photographie ci-dessous, en vous appuyant sur un ou plusieurs schémas (les plus précis possible).

