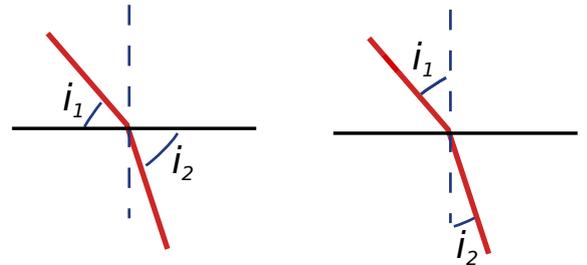


**Remarque** : exercice avec  $\star$  : exercice particulièrement important, à maîtriser en priorité (de même que les exemples de questions de cours des “ce qu’il faut savoir faire”) |  $[\bullet \circ \circ]$  : difficulté des exercices

I **Vrai-faux/questions courtes** \_\_\_\_\_  $\star$  |  $[\bullet \circ \circ]$

1 - Quel schéma ne faut-il absolument pas utiliser pour pouvoir écrire la relation  $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$  ?



- 2 - Rappeler la gamme de longueurs d’onde du spectre visible. Quelle est la couleur d’une radiation à 700 nm ? et 500 nm ?
- 3 - (V/F) Le phénomène de réflexion totale est possible si le rayon passe de l’air à l’eau.
- 4 - (V/F) Lors du passage de l’air dans du verre, le rayon se rapproche de la normale.
- 5 -  $\cos(\pi/2 - i) = ?$ ,  $\sin(\pi/2 - i) = ?$

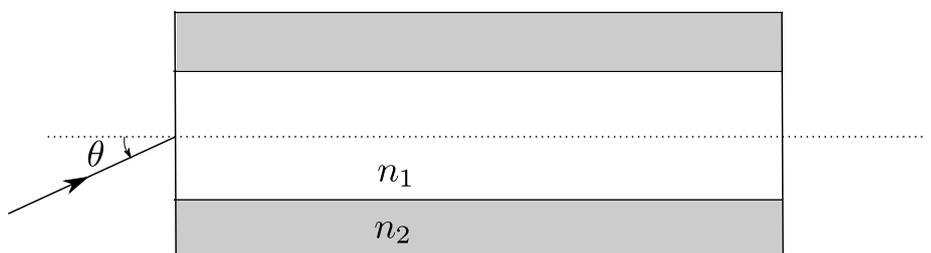
II **Poussé par le Soleil** \_\_\_\_\_  $[\bullet \circ \circ]$

- 1 - Le flux lumineux solaire reçu sur Terre vaut  $\Phi = 1 \times 10^3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ . En déduire le flux de photons  $\varphi_{\text{ph}}$  correspondant, c’est-à-dire le nombre de photons arrivant par mètre carré par seconde.
- 2 - Rappeler la quantité de mouvement portée par un photon de longueur d’onde  $\lambda$ .
- 3 - Ces photons sont absorbés par un homme dos au Soleil. Quelle quantité de mouvement reçoit-il en une seconde ?
- 4 - À quelle force cela équivaut-il ? Commenter la valeur numérique obtenue.

Donnée : On rappelle que la variation de quantité de mouvement  $\Delta p$  d’un système qui subit une force constante  $F$  pendant une durée  $\Delta t$  est donnée par le principe fondamental de la dynamique, aussi appelé seconde loi de Newton,  $\frac{\Delta p}{\Delta t} = F$ .

III **Fibre optique** \_\_\_\_\_  $\star$  |  $[\bullet \bullet \circ]$

On considère une fibre optique, constituée d’un cœur d’indice optique  $n_1$  et d’une gaine d’indice optique  $n_2$ . Le tout est à géométrie cylindrique. L’objectif d’une fibre optique est de guider la lumière sur de longues distances.



On envoie en entrée un rayon lumineux avec une incidence  $\theta$  comme sur le schéma ci-dessus.

- 1 - Quelle doit être la condition sur  $n_1$  et  $n_2$  pour que la fibre guide effectivement le rayon lumineux sur une longue distance ?

Faire un schéma représentant la suite du parcours du rayon.

- 2 - Déterminer l'angle  $\theta_m$  maximal tel que le rayon reste guidé dans la fibre. Application numérique pour  $n_2 = 1,48$  et  $n_1 = 1,5$  ?

- 3 - On considère une fibre optique de longueur  $L$ , et un rayon arrivant en entrée sous une incidence  $\theta$ . L'angle initial dans la fibre est noté  $\theta_0$ .

Donner l'expression de la distance  $d$  parcourue par ce rayon entre son entrée et sa sortie de la fibre, en fonction de  $L$  et de  $\theta_0$ .

En déduire le temps qu'il met à parcourir la fibre en fonction de  $L$ ,  $\theta_0$ ,  $c$  et des indices.

- 4 - On envoie une impulsion lumineuse sous la forme d'un faisceau conique convergent vers l'entrée de la fibre. L'angle d'ouverture du cône est  $\theta_m$ . On a donc des rayons qui arrivent inclinés avec des angles compris entre 0 et  $\theta_m$ .

Donner l'expression de la différence de temps de parcours entre le rayon le plus rapide et le rayon le plus lent.

En déduire le temps  $\Delta t$  minimal qui doit séparer deux impulsions en entrée de la fibre. On prendra  $L = 1.0$  km.

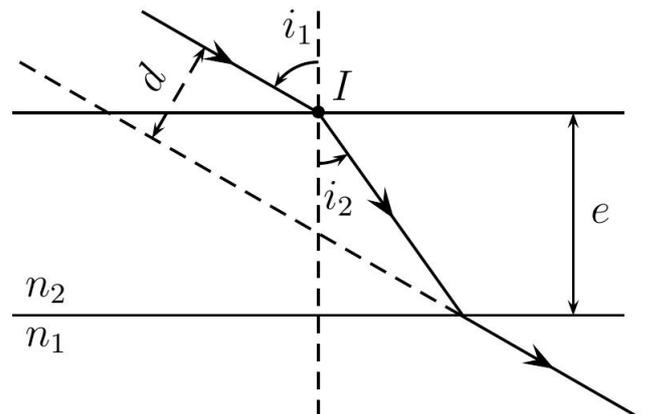
En déduire la fréquence maximale à laquelle est transmise l'information.

## IV Projecteur de piscine [●●○]

Un bassin de profondeur  $d = 1,5$  m est rempli d'eau. Un projecteur se trouve au fond du bassin. On considère que cette source de lumière est un point et émet de la lumière dans toutes les directions. Quel est le rayon de la tache lumineuse formée à la surface de l'eau ?

## V Déviation par une vitre [●●○]

On considère une vitre de verre, d'épaisseur  $e = 1,0$  cm, et un rayon arrivant dessus avec une incidence  $i_1$ . On note  $n_1 \simeq 1$  l'indice de l'air et  $n_2 = 1,5$  l'indice du verre.



- 1 - Montrer que le rayon sortant de la vitre le fait avec un angle d'incidence égal à  $i_1$ .

- 2 - Y a-t-il toujours un rayon sortant, ou peut-il y avoir réflexion totale quelque part ?

- 3 - Donner l'expression de la déviation  $d$  du rayon lumineux en fonction de  $e$ ,  $i_1$  et  $i_2$ .

- 4 - Déduire de la relation précédente que l'on a  $d = \left(1 - \frac{n_1 \cos i_1}{n_2 \cos i_2}\right) e \sin i_1$ .

- 5 - En déduire une expression de  $d$  dans laquelle ne figure plus que  $i_1$  et  $e$ .

- 6 - Calculer numériquement la déviation pour  $i_1 = 45^\circ$ .