

**Ondes, optique géométrique et équilibre chimique**

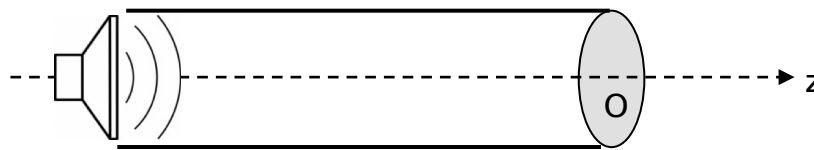
Extrait de l'entête des sujets de la banque PT :

« La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la **clarté et la précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans l'**appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leurs calculs. »

**Exercice 1 : Un haut-parleur**

Un haut parleur est placé à une extrémité d'un tube, de manière à ce que le son se propage dans le tube selon  $Oz$ . A l'autre extrémité du tube est placée une surface réfléchissante. Le haut-parleur est alimenté par une tension sinusoïdale de pulsation  $\omega$ . La célérité des ondes sonores dans l'air est notée  $v$ .

- 1) Donner la forme générale de l'onde  $P_a(z,t)$  engendrée par le haut parleur. Quel type d'onde est-ce ? Détailler votre réponse et indiquer le nom de chaque grandeur utilisé ainsi que son unité.
- 2) La surface réfléchissante en  $z = 0$ , engendre une onde réfléchi. Donner la forme de l'onde réfléchi  $P_r(z,t)$ , d'amplitude et de phase indéterminées pour l'instant.
- 3) On suppose que la surface réfléchissante est un ventre de vibration, on a donc un maximum de la grandeur vibrante en  $z = 0$ . Mathématiquement, on a  $\frac{\partial P(z,t)}{\partial z} = 0$  pour  $z = 0$ . En déduire plus précisément la forme de l'onde réfléchi.
- 4) En déduire la forme de l'onde totale  $P(z,t)$ . La représenter à différents instants.
- 5) Comment pourrait-on mesurer la longueur d'onde dans ce dispositif ?

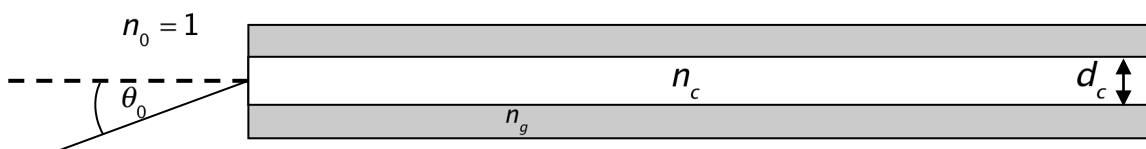


**Exercice 2 : Fibre Optique**

- 1) Rappeler **rigoureusement** les lois de Snell-Descartes pour la réflexion et la réfraction (faire un schéma).
- 2) Conditions pour observer le phénomène de réflexion totale :
  - a) Faut-il se déplacer d'un milieu d'indice fort à un milieu d'indice faible, ou l'inverse ? Justifier.
  - b) Quelle est la valeur de l'angle d'incidence limite correspondant à une réflexion totale ? pour quel(s) angle(s) d'incidence a-t-on réflexion totale ?

Une fibre optique est un objet qui permet de guider la lumière entre deux points avec très peu de perte, ce qui permet de transporter des informations sur des distances de plusieurs centaines de km. Elle est à l'origine par ces capacités de transports (plusieurs Gbit.s<sup>-1</sup>.km) de l'apparition des autoroutes de l'information et de l'avènement de l'Internet tel que nous le connaissons aujourd'hui. Nous allons nous intéresser à la propagation de la lumière dans une fibre optique ainsi qu'à la capacité de transmission de cette dernière.

Soit la fibre suivante, de diamètre de cœur  $d_c = 50 \mu\text{m}$  et d'indice de cœur :  $n_c = 1,45$



- 3) Dessiner qualitativement le trajet du rayon dans la fibre optique. En particulier, que se passe-t-il si il y a une première réflexion totale sur l'interface cœur-gaine ? En déduire le principe du guidage de la lumière dans la fibre.
- 4) Quelle condition impose le confinement optique sur l'indice de gaine  $n_g$  ? En déduire la valeur de  $n_g$ , sachant que la différence d'indice  $\Delta n \equiv n_c - n_g$  assurant ce confinement est de l'ordre de  $\Delta n/n_c = 2\%$ .
- 5) Donner l'angle  $\theta_{\text{olim}}$  maximum pour lequel la lumière est guidée dans la fibre optique. Est ce que la lumière est guidée dans les cas suivant :  $\theta_0 = 10^\circ$  et  $\theta_0 = 20^\circ$  ?
- 6) En considérant que le faisceau lumineux comporte des rayons dont l'inclinaison  $\theta$  varie de 0 à  $\theta_{\text{olim}}$ , montrer qu'il y a déformation d'une impulsion lumineuse lors de la propagation dans cette fibre. Expliquez votre réponse.
- 7) Déterminer la différence de chemin maximum que l'on peut avoir entre deux rayons lumineux d'inclinaison 0 et  $\theta_{\text{olim}}$ .
- 8) En déduire l'expression de la différence de temps de vol entre ces deux rayons lumineux, en fonction de l'indice de cœur, l'indice de gaine de la fibre et de la longueur de propagation. Quelle est cette différence pour une longueur de propagation de 1 km.
- 9) L'information transportée dans une fibre optique est une modulation de l'amplitude lumineuse, et plus précisément une succession périodique de 0 et de 1 (bit). Déduire de la question précédente, la période minimum entre deux bits sans perte de l'information. Que vaut le débit en  $\text{bit}\cdot\text{s}^{-1}$  de cette fibre ? Le comparer au standard téléphone Numéris ( $64 \text{ kbit}\cdot\text{s}^{-1}$ ) et au standard télévision ( $100 \text{ Mbit}\cdot\text{s}^{-1}$ ).

### Exercice 3 : Mesure de la distance focale d'une lentille divergente

---

On souhaite mesurer la distance focale  $f'_d$  d'une lentille divergente. Pour cela, on accole devant cette dernière une lentille convergente de distance focale  $f'_c = 16,0 \text{ cm}$ . Les rayons du soleil forment une image, à travers le système de deux lentilles, située à 28,5 cm en arrière des deux lentilles. On néglige l'épaisseur des deux lentilles et l'espace entre ces deux dernières (approximation des lentilles minces).

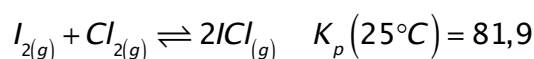
Déterminer la distance focale de la lentille  $f'_d$  divergente.

Données : Relation de conjugaison avec origine au sommet (notation usuelle) :  $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$

### Exercice 4 : Pression partielle à l'équilibre chimique

---

On considère la transformation chimique suivante :



On part d'un mélange initial à  $25^\circ\text{C}$  avec les valeurs suivantes des pressions partielles :  $P_{I_2} = 0,100 \text{ atm}$ ,  $P_{Cl_2} = 0,100 \text{ atm}$  et  $P_{ICl} = 0,100 \text{ atm}$  (1 atm vaut environ 1 bar).

- a) Dans quel sens la réaction va-t-elle se produire ?  
 b) Déterminer les pressions partielles des réactifs et des produits à l'équilibre chimique (penser d'une façon ou d'une autre à vérifier vos résultats).