Tableau périodique et optique géométrique

Exercice de Chimie: (Extrait de l'épreuve commune du concours 2009 des écoles des « Petites » Mines)

Constante des gaz parfaits $R = 8{,}314\ J.K^{-1}.mol^{-1}$. $T_0 = 273\ K$ correspond à 0°C
Le chlore a pour numéro atomique $Z = 17$
Masse atomique molaire de H : 1 $g.mol^{-1}$
Masse atomique molaire de Cl : 35,5 $g.mol^{-1}$
(g), (l), (s), (aq) après la formule d'une espèce chimique signifient respectivement gazeux, liquide, solide et aqueux.

Généralités

54) Que représente le numéro atomique d'un élément chimique ?

55) Quelle est la configuration électronique du chlore dans son état fondamental ?
Dans quelle colonne de la classification périodique se situe le chlore ?
Comment se nomment les éléments de cette colonne ?

57) Qu'est ce qu'un nucléon ?

58) Rappeler la définition de deux isotopes d'un même élément.

59) Le chlore a une masse atomique molaire moyenne d'environ 35,5 $g.mol^{-1}$. Il est essentiellement composé des isotopes 35 et 37. La masse molaire d'un nucléon est prise à 1 $g.mol^{-1}$.
Déterminer la proportion molaire de chaque isotope.

Problème 1 : Fibre optique (Extrait du concours E4A, concours ENSAM-ESTP-ENSAIS-ECRIN-ARCHIMEDE 2000)

FIBRES OPTIQUES ET OPTIQUE GEOMETRIQUE

I.A Lois DE SNELL-DESCARTES

On considère un dioptre de surface S, séparant deux milieux homogènes, d'indices de réfraction différents n_1 et n_2. Un rayon lumineux rectiligne, incident dans le milieu 1, tombant sur le dioptre en un point I, donne naissance à un rayon réfléchi dans le milieu 1 et à un rayon réfracté dans le milieu 2.

Soit $\vec{N}$ le vecteur normal à S en I, dont le sens est défini de 2 vers 1. Le plan d'incidence est le plan défini par le rayon lumineux et $\vec{N}$, et l'angle d'incidence est l'inclinaison du rayon incident sur la normale à la surface.

I.A.1 Enoncer les lois définissant le rayon réfléchi.

I.A.2. Enoncer les lois définissant le rayon réfracté.

I.B Fibre optique à saut d'indice

Soit une fibre optique F constituée d'un cœur cylindrique de rayon a et d'indice n_1, entouré d'une gaine d'indice n_2 inférieur à n_1 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 un milieu d'indice n_0 et pour les applications numériques on supposera que ce milieu est de l'air pour lequel $n_0 = 1$.

I.B.1 *« Zigzag » plan*

Un rayon lumineux SI arrive en un point I sur la face d'entrée de la fibre. A quelle(s) condition(s) d'incidence ce rayon a-t-il, dans la fibre, un trajet plan ?

On considère un rayon SI incident sur le cœur et contenu dans le plan Oxz (Figure 1). On appelle i l'angle d'incidence et θ l'angle de la réfraction sur la face d'entrée de la fibre.

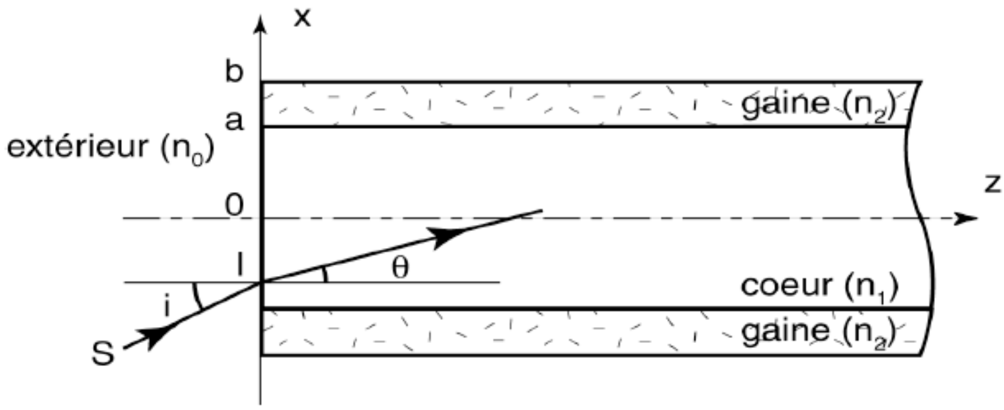

Figure 1

<u>I.B.2</u> Déterminer en fonction de n_0, n_1 et n_2 la condition que doit satisfaire i pour que le rayon réfracté ait une propagation guidée dans le cœur.
La valeur maximale de i est alors désignée par i_a (angle d'acceptance de la fibre).

<u>I.B.3</u> On appelle ouverture numérique (O.N.) du guide la quantité $\text{O.N.} = n_0 \sin i_a$. Exprimer O.N. en fonction de n_1 et n_2.

<u>I.B.4</u> Calculer i_a et O.N. pour une fibre d'indices $n_1 = 1{,}456$ (silice) et $n_2 = 1{,}410$ (silicone). Quelle serait la valeur de ces grandeurs pour un guide à base d'arséniure de gallium pour lequel $n_1 = 3{,}9$ et $n_2 = 3{,}0$? Commentaires.

L'atténuation de la lumière dans les fibres optiques est due à l'absorption et à la diffusion par le matériau constitutif du cœur et par ses impuretés (Fe^{2+}, Cu^{2+}, OH^-). Elle se mesure en décibels par km :

$$A_{\text{dB/km}} = \frac{10}{\ell_{(km)}} \log_{10} \left| \frac{\phi_1}{\phi_2} \right|$$

où ϕ_1 et ϕ_2 désignent les flux lumineux dans les plans de front successifs 1 et 2 distants de ℓ.

<u>I.B.5</u> On parvient couramment à réaliser des fibres dans lesquelles le flux, après un parcours de 50 km, représente 10 % du flux incident. Calculer l'atténuation de telles fibres.

Problème 2 : Prisme (Extrait banque PT 2003)

Pour mesurer l'indice de réfraction d'un solide transparent (verre, cristaux...) ou d'un liquide transparent (l'eau...), on peut exploiter les résultats de la mesure de la déviation par un prisme.

A. LOIS DE REFRACTION DU PRISME :

On considère un prisme isocèle, réalisé dans un milieu solide transparent d'indice de réfraction n à mesurer, d'arête P et d'angle au sommet A. Ce prisme est plongé dans l'air dont l'indice de réfraction est assimilé à l'unité. Un rayon du « faisceau parallèle » incident, contenu dans le plan de figure perpendiculaire à l'arête P et passant par un point B, arrive au point I sur la face d'entrée du prisme sous l'angle d'incidence i ; on s'intéresse, dans la suite, au cas où le rayon émergent en I' existe ; C est un point situé sur cet émergent.

Tous les angles sont définis sur la figure 1 ci-après. La convention de signe, commune à tous ces angles, est la convention trigonométrique. On notera que, *dans le cas particulier de figure proposé ci-dessous, les valeurs des six angles A, i, i ', r, r ' et D sont toutes comprises entre 0 et $\pi/2$ rad .*

1. Prouver que tous les rayons lumineux dessinés sur la figure 1 sont contenus dans un même plan.
2. Etablissement des formules du prisme:
   a) Ecrire la loi de réfraction aux points I et I' ;
   b) Etablir la relation entre les angles A, r et r ' ;
   c) Ecrire la relation entre D , i , i ', r et r ' ;
   d) En déduire l'expression de la déviation D en fonction de i , i' et de A ;
   e) Montrer que, dans le cas où tous les angles sont petits devant 1 rad, D s'exprime simplement en fonction de (n-1) et de A ; faire **deux** commentaires sur la **pertinence** de cette dernière relation.

Dans toute la suite, les angles ne sont pas nécessairement petits devant 1 rad.

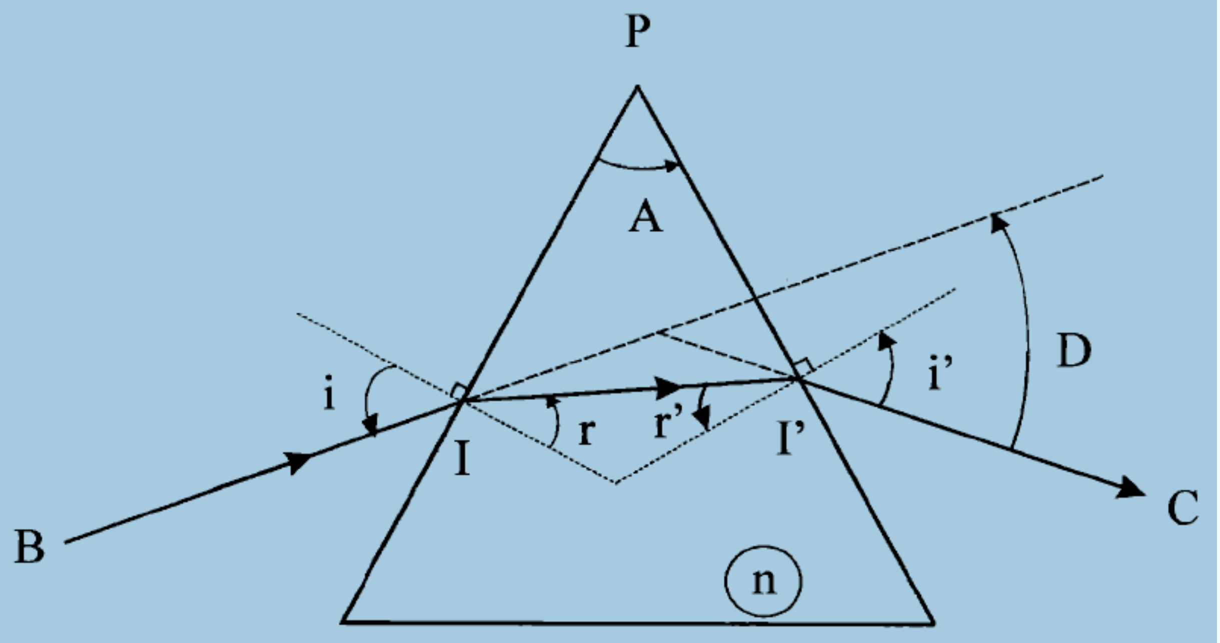

Figure 1

3. Montrer que, pour que le rayon émergent existe, il est nécessaire que les **deux** conditions suivantes soient satisfaites:

   a) $A < 2\text{Arcsin}(\frac{1}{n})$, **et :**

   b) $i_{lim} < i < \frac{\pi}{2}$ avec $\sin(i_{lim}) = n \sin\left(A\text{-Arcsin}(\frac{1}{n})\right)$; on pourra, pour prouver cette condition b), faire un tableau des variations de r, r ', et sin(r') lorsque $-\frac{\pi}{2} < i < +\frac{\pi}{2}$.

Dans toute la suite, nous considérons que ces deux conditions sont satisfaites et que par conséquent le rayon émergent existe toujours.

4. a) Montrer que D passe par un minimum D_m lorsque i = i' (valeur commune notée i_m). Donner le lien littéral entre D_m , A, et l'indice n (supérieur à 1).

   b) Tracer **l'allure** de la courbe représentant les variations de D en fonction de i, avec n = 1,5 et A = 60°. Préciser, aux deux extrémités de ce graphe (correspondant à $i = i_{lim}$ et $i = \frac{\pi}{2}$) les valeurs de D et des coefficients directeurs des tangentes.

   c) Comment peut-on observer expérimentalement ce minimum de la déviation?