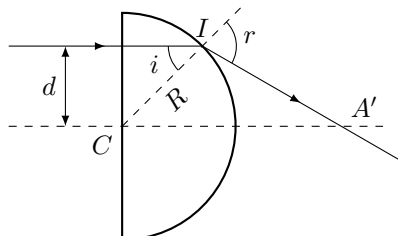


DS2 : Optique

Durée 2h, calculatrices autorisées. Le DS est probablement trop long pour que vous puissiez tout faire, c'est normal, faites-en le maximum.

Exercice 1 : DIOPTRE SEMI-CYLINDRIQUE



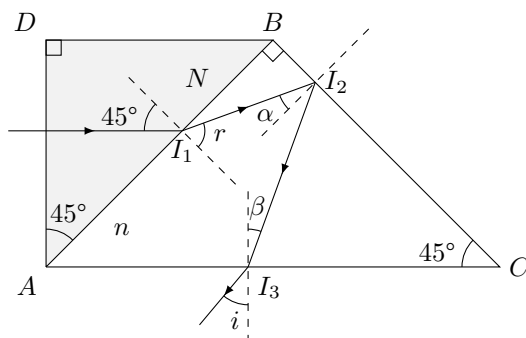
On considère un demi-cylindre de rayon R et d'indice n plongé dans l'air d'indice 1. Considérons un rayon lumineux écarté d'une distance d par rapport à l'axe optique et parallèle à celui-ci. Le rayon émergent intersecte l'axe optique en un point A' .

1. Exprimer en fonction de i , r et R , la distance CA' .
2. Comment doit-on choisir d pour être dans les conditions de Gauss ?
3. Dans ces conditions, exprimer la limite CF' de CA' , que représente le point F' ?
4. Exprimer la valeur maximale d_l au delà de laquelle le rayon qui émerge a subi une réflexion totale en I .
5. Calculer d_l pour $R = 5 \text{ cm}$ et $n = 1.5$.

Exercice 2 : DEUX PRISMES ACCOLÉS

Deux morceaux de verre taillés sous forme de triangles isocèles rectangles d'indices respectifs N et n ont leur face AB commune. Un rayon incident frappe AD sous une incidence normale, se réfracte en I_1 , subit une réflexion en I_2 puis ressort en I_3 sous une incidence i .

Les valeurs de N et n sont telles que la réflexion soit totale en I_2 .



1. Écrire la relation de Snell-Descartes aux points I_1 et I_3 .
2. Quelles relations vérifient les angles r et α ? α et β ?
3. Montrer que la valeur limite N_0 de N pour que la réflexion soit totale en I_2 vérifie :

$$N_0^2 = 2(n^2 - 1)$$

4. Pour que la réflexion soit totale en I_2 la valeur de N doit-elle être supérieure ou inférieure à N_0 ? Justifier la réponse.
5. Écrire la relation vérifiée par N et n pour que l'angle i soit nul.

Problème 1 : RÉFRACTOMÈTRES

Un réfractomètre est à appareil permettant de mesurer l'indice optique d'un liquide. Il est souvent utilisé en chimie pour déterminer la nature d'un produit obtenu après une réaction chimique. Les réfractomètres sont en général constitués d'une source lumineuse et d'un prisme, sur lequel on pose l'échantillon à analyser. Son principe de fonctionnement repose sur les lois de la réfraction.

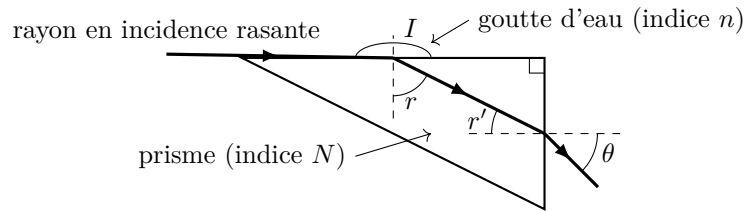
Dans la suite on notera n l'indice du milieu à analyser.

1 Questions préliminaires

1. Définir l'indice optique d'un milieu.
2. Rappeler les lois de Snell-Descartes de la réflexion et de la réfraction entre deux milieux.

2 Le réfractomètre de Pulfrich

On cherche à mesurer l'indice de réfraction d'un liquide par le principe du réfractomètre de Pulfrich. On dépose le liquide sur la face supérieure d'un prisme d'angle au sommet 90° . On éclaire cette goutte en lumière monochromatique en prenant bien soin qu'elle soit éclairée en incidence rasante (incidence de 90°). À l'aide d'un oculaire, on observe derrière l'autre face du prisme. Se reporter à la figure ci-dessous. L'indice de réfraction du verre constituant le prisme est $N = 1,600$.



3. Donner l'expression de r en fonction de n et N .
4. Donner la relation liant r et r' .
5. On mesure l'angle θ du rayon émergent correspondant au rayon d'incidence rasante. Montrer que :

$$\sin(\theta) = \sqrt{N^2 - n^2}$$

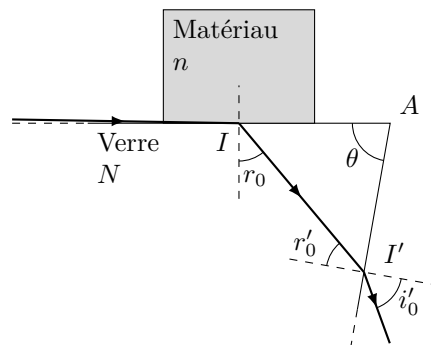
(On pourra utiliser judicieusement la relation $\cos(x) = \sqrt{1 - \sin^2(x)}$)

6. Calculer la valeur numérique de θ si le liquide est de l'eau d'indice $n = 1,33$.
7. Quelles sont les valeurs extrêmes de l'indice que l'on peut mesurer avec ce système ? Faire l'application numérique.

3 Le réfractomètre d'Abbe

Un rayon lumineux monochromatique provenant d'un milieu d'indice n inconnu tombe en I sur un prisme (d'indice N et d'angle au sommet θ connus) sous une incidence rasante (cf figure ci-dessous). Il émerge du prisme en faisant un angle i'_0 avec la normale à la face de sortie.

La mesure de l'angle i'_0 permet de remonter à la valeur de n .



8. Donner la relation reliant r_0 et r'_0 (On pourra se rappeler que la somme des angles d'un triangle vaut π)
9. Donner l'expression de $\sin(r_0)$ en fonction de n et de N
10. En déduire la relation liant n à i'_0 et aux données du problème (θ et N)
11. Calculer n correspondant à $i'_0 = 15^\circ$ sachant que $\theta = 60^\circ$ et $N = 1,600$.

Exercice 3 : TRACÉ DE RAYONS

Construire les rayons émergents correspondant aux rayons incidents suivants (en faisant apparaître les traits de construction). **N'oubliez pas de rendre cette feuille avec votre copie !**

