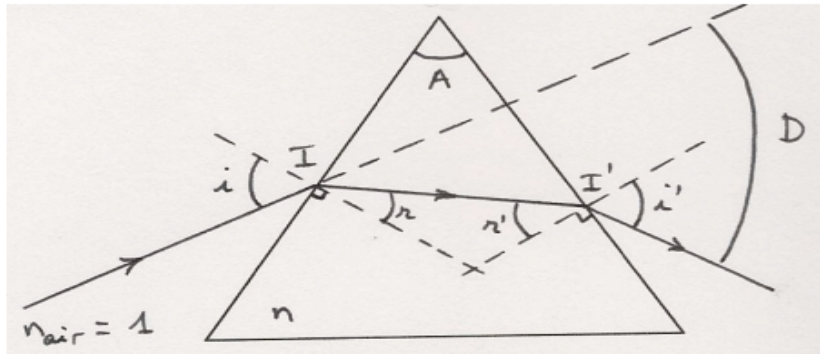




TD système optique à face plan

Exercice 1 : Prisme :



1) Établir 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 .

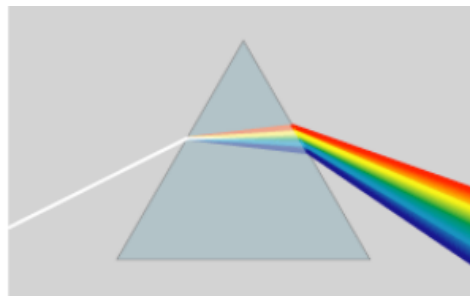
2) a) Peut-il y avoir réflexion totale en I ?

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

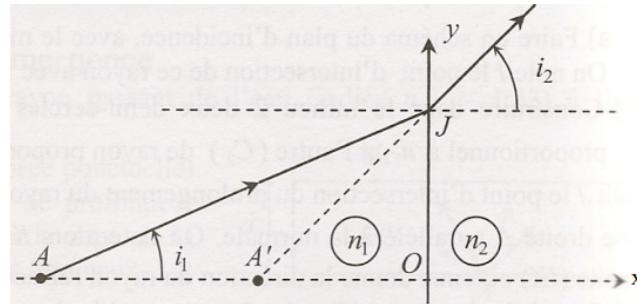


Dispersion dans un prisme



Exercice 2 :

Un dioptre plan sépare un milieu d'indice n_1 d'un milieu d'indice n_2 . On considère un rayon issu d'un point A , situé dans le milieu d'indice n_1 , et d'angle d'incidence orienté i_1 . On note A' l'intersection du rayon réfracté avec l'axe perpendiculaire au dioptre et passant par A

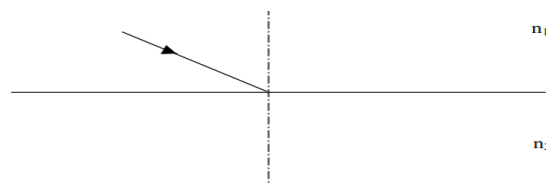


1) Exprimer $\overline{OA'}$ en fonction de \overline{OA} et des angles i_1 et i_2 (rem : les distances avec des barres au dessus sont des distances algébriques, c'est à dire qu'elles peuvent être positives ou négatives selon si elles sont dans le sens de l'axe optique ou dans le sens opposé). Le système optique constitué du dioptre plan est-il stigmatique ?

2) Simplifier le résultat de la question 1 dans le cas où l'angle i_1 est petit. Y a-t-il stigmatisme approché dans ce cas là ? Quel résultat général du cours vient-on de prouver dans le cas particulier du dioptre plan. Donner la « relation de conjugaison du dioptre plan », c'est à dire la relation qui relie $\overline{OA'}$, \overline{OA} , n_1 et n_2 .

3) Application : Un homme dans une barque regarde un poisson sous l'eau. Les yeux de l'homme sont à 1 m de la surface et le poisson est situé à 1 m sous l'eau. L'homme est penché au bord de la barque de façon à ce que ses yeux soient à la verticale du poisson. A quelle distance sous l'homme a-t-il l'impression que le poisson se trouve ? A quelle distance au-dessus de l'eau le poisson a-t-il l'impression que l'homme se trouve ? Faites deux schémas pour illustrer cela de manière simple.

Exercice 6 : Construction du rayon réfracté à la règle et au compas :

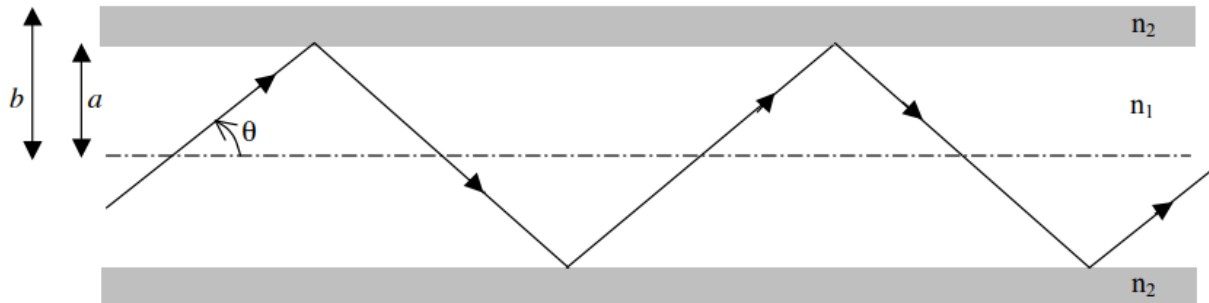


Connaissant les valeurs numériques de n_1 et n_2 , comment peut-on tracer le rayon réfracté à l'aide seulement d'une règle graduée et d'un compas (et donc sans utiliser de rapporteur, ni de calculatrice). Pour faire la construction, on prendra $n_1 = 1$ (air) et $n_2 = 1,33$ (eau).



Exercice 3:

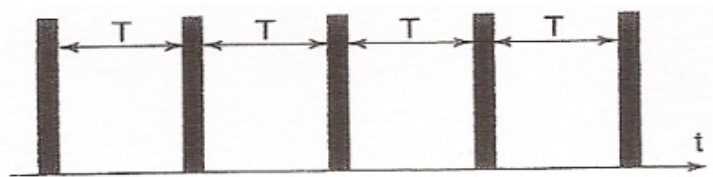
On considère une fibre optique constituée d'un cœur cylindrique en verre d'indice n_1 entouré d'une gaine d'indice plus faible $n_2 < n_1$. On note θ l'inclinaison par rapport à l'axe de la fibre d'un rayon se propageant dans la fibre en subissant des réflexions totales :



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 .

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 $c = 3,0.10^8$ 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)