

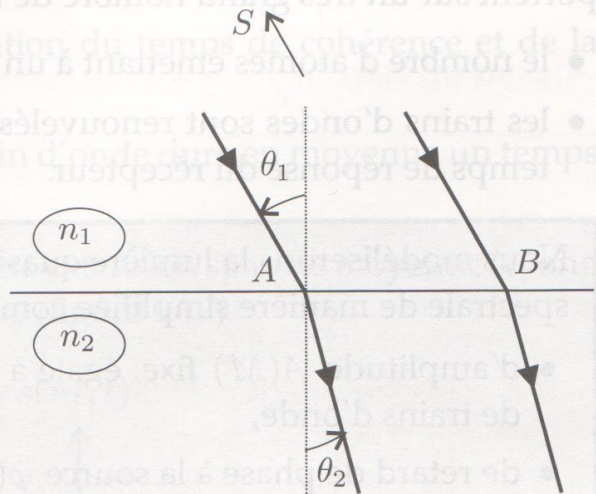
Introduction à l'optique ondulatoire:

Exercice 1. Lois de Descartes :

Une onde plane monochromatique émise par une source S tombe sur un dioptre plan séparant le milieu d'indice n_1 contenant la source d'un milieu d'indice n_2 . On note θ_1 l'angle d'incidence sur le dioptre et θ_2 l'angle de réfraction.

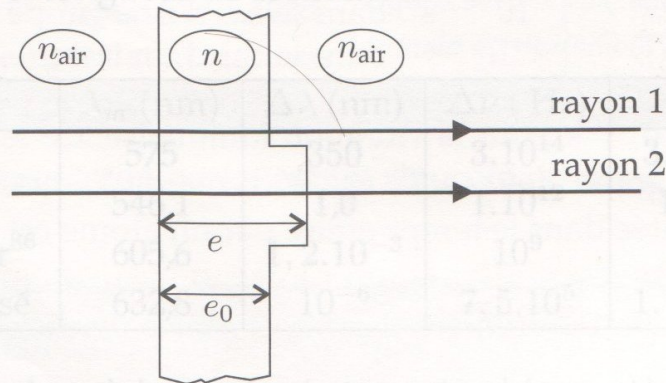
1. En faisant apparaître le point H situé sur le rayon passant par B tel que $(SA) = (SH)$, trouver une expression de $(SB) - (SA)$ en fonction de $l = AB$ et θ_1 . Trouver de même une expression de $(SB) - (SA)$ en fonction de l et θ_2 . Montrer qu'on retrouve la loi de la réfraction liant θ_1 et θ_2 .

2. On suppose que l'onde incidente et l'onde réfractée ont le même retard de phase au point A . Montrer qu'elles ont le même retard de phase en tout point M du dioptre.



Exercice 2. *Surface d'onde :*

Une lame de verre, parfaitement transparente, à faces parallèles, d'indice de réfraction n et de faible épaisseur e_0 , comporte un petit défaut localisé en M , où l'épaisseur devient e . Elle est éclairée par un faisceau de lumière parallèle issu d'une source monochromatique de longueur d'onde dans le vide λ_0 .



1. Déterminer le déphasage à l'infini entre les rayons 1 et 2.
2. Représenter sur la figure une surface d'onde avant la traversée de la lame et une surface d'onde après la traversée de la lame. En préciser les caractéristiques.

Exercice 3. Laser :

Un laser, de puissance lumineuse $\mathcal{P} = 5 \text{ mW}$, émet un fin pinceau lumineux sensiblement parallèle, de longueur d'onde $632,8 \text{ nm}$, non polarisé. La répartition radiale d'éclairement est supposée gaussienne, c'est-à-dire modélisable par

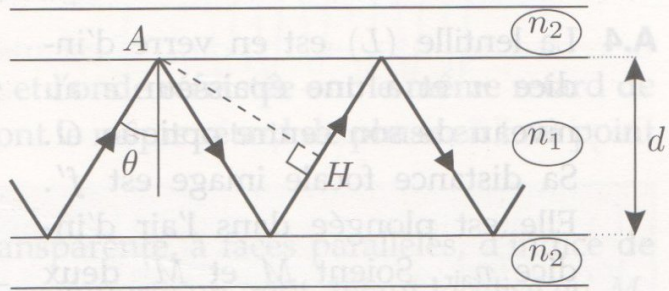
$$\mathcal{E}(w) = \mathcal{E}_0 \exp\left(-\left(\frac{w}{w_0}\right)^2\right)$$

où w est la distance à l'axe et $w_0 = 1 \text{ mm}$ s'appelle le diamètre (en anglais *waist*) du laser.

1. Représenter la fonction $\mathcal{E}(w)$. Déterminer l'éclairement \mathcal{E}_0 .
2. On élargit le faisceau laser à l'aide d'un dispositif afocal pour lui donner un diamètre de $w'_0 = 10 \text{ cm}$. Que devient l'éclairement ?
3. On limite alors le faisceau à l'aide d'un diaphragme de diamètre égal à 4 cm . Quelle erreur relative commet-on sur l'éclairement en considérant que le faisceau obtenu est une onde plane ?

Exercice 4. Fibre optique :

Une fibre optique est schématisée par une lame de verre d'épaisseur d et d'indice n_1 placée entre deux couches de verre d'indice $n_2 < n_1$. Les rayons lumineux suivent des trajets compris dans un plan perpendiculaire à la lame, du type de celui qui est représenté sur la figure ci-contre.



1. À quelle condition portant sur l'angle θ le rayon est-il confiné dans la lame d'indice n_1 ?
2. Pour qu'il y ait propagation de l'énergie, l'onde doit être en phase aux points A et H de la figure. En déduire une nouvelle condition sur l'angle θ .
3. Chaque valeur de θ correspond à un mode de propagation. Calculer le nombre de modes possibles si $d = 50 \mu\text{m}$, $\lambda_0 = 0,5 \mu\text{m}$, $n_1 = 1,5$ et $n_2 = 1,4$.