

TD Optique géométrique
– Série 1: SMP2, SMC2, SMI2 & SMA2–

Exercice 1: (ASPECT ONDULATOIRE DE LA LUMIÈRE)

On considère une radiation lumineuse émise par une source monochromatique de période $T = 1,67 \cdot 10^{-15}$ s. Il est à rappeler que la longueur d'onde dans le vide de la lumière visible à l'œil humain varie entre $\lambda_{\text{violet}} = 400$ nm et $\lambda_{\text{rouge}} = 780$ nm.

1. Calculer la fréquence ν et l'énergie E de cette radiation ?
2. Quelle est sa longueur d'onde λ_0 dans le vide ? est-elle visible à l'œil nu ?
3. Cette radiation se propage dans un verre d'indice de réfraction relatif à cette radiation $n = 1,68$.
 - (a) Déterminer sa vitesse de propagation v dans ce milieu ?
 - (b) Quelle est la longueur d'onde λ de cette radiation relative à ce milieu ? Comparer λ et λ_0 ?
 - (c) Sa couleur change-t-elle dans le verre ? Expliquer.

Données:

La célérité de la lumière dans le vide: $c = 2,998 \times 10^8$ m/s; la constante de Planck: $h = 6,62607004 \times 10^{-34}$ J.s.

Exercice 2: (MESURE D'INDICE D'UN MILIEU ET ANGLE LIMITE)

Un rayon lumineux tombe à la surface de séparation entre de deux milieux 1 et 2, d'indices de réfraction respectifs n_1 et n_2 . On a mesuré, pour les angles d'incidence et de réfraction: $i_1 = 20^\circ$ et $i_2 = 32^\circ$.

1. Quel est le milieu de plus grand indice ? Calculer le rapport $\frac{n_2}{n_1}$.
2. Si l'un des milieux est l'air d'indice 1. Quel est l'indice de réfraction de l'autre milieu ?
3. Quel est l'angle d'incidence maximum, pour que le rayon traverse la surface dans le sens:
 - (a) milieu 1 \rightarrow milieu 2
 - (b) milieu 2 \rightarrow milieu 1

Exercice 3: (BULLE D'AIR IMMERGÉE DANS UN LIQUIDE)

Une bulle d'air sphérique ($n' = 1$) de rayon R est immergée dans un liquide d'indice $n = 4/3$.

1. Quelle est la forme du dioptré dans ce système ? Représenter l'angle d'incidence i que forme un rayon incident parallèle à l'axe et qui arrive sur la face d'entrée de la bulle en un point I.
2. Calculer la valeur limite i_0 de l'angle d'incidence i pour laquelle il y a réflexion totale sur la bulle d'air pour un rayon incident parallèle à l'axe optique.
3. Quelle est alors la hauteur h_0 du rayon incident par rapport à l'axe de la bulle d'air en fonction de R ?
4. Dans le cas où $i > i_0$, donner l'expression de la déviation angulaire D subie par la rayon incident. Faire l'application numérique pour $i = 55^\circ$.
5. Pour $i < i_0$, déterminer l'expression de D en fonction de i et de r (r étant l'angle de réfraction); le rayon incident subit deux réfractions et ressort de la bulle d'air. Faire l'application numérique pour $i = 35^\circ$.

Exercice 4: (PRISME: RÉFRACTION & DISPERSION DE LA LUMIÈRE)

PARTIE A:

Soit un prisme ABC rectangle en B, d'indice $n = 1,5$. Les angles A et C sont respectivement 30° et 60° .

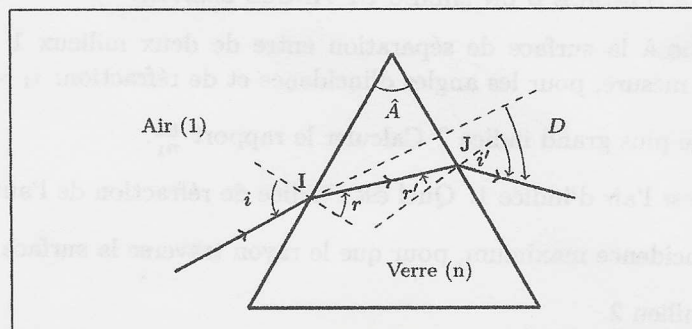
- Tracer la marche d'un rayon lumineux normal à :
 - La face AB
 - La face BC
- Donner les valeurs des angles qui interviennent dans le schéma.

PARTIE B:

On considère un prisme réalisé dans un milieu transparent d'indice n et d'angle au sommet \hat{A} . Ce prisme est plongé dans l'air dont l'indice de réfraction est assimilé à 1 (figure 1).

- Rappeler les lois de Snell-Descartes relatives à la réfraction en I et en J ?
- Établir la relation entre \hat{A} , r et r' puis montrer que la déviation D introduite par le prisme s'écrit $D = i + i' - \hat{A}$?
- On éclaire le prisme en faisceau lumineux constitué de la superposition de deux radiations, rouge et bleu. Quelle sera la valeur de l'angle entre les deux rayons à la sortie du prisme pour un même angle d'incidence $i = 30^\circ$?

On donne: $n_r = 1,6$, $n_b = 1,7$ et $\hat{A} = 45^\circ$.



Phénomène de dispersion.

Figure 1: La réfraction d'un rayon lumineux par un prisme

Exercice 5: (PRINCIPE DE GUIDAGE DE LA LUMIÈRE PAR UNE FIBRE OPTIQUE)

Une fibre optique à saut d'indice est constituée d'un cylindre (le cœur) d'indice n_c entouré par une enveloppe (la gaine) d'indice n_g (Figure 2). On appelle l'ouverture numérique (ON) de la fibre, le sinus de l'angle d'incidence maximal pour lequel l'énergie transportée par le rayon est confinée dans le cœur.

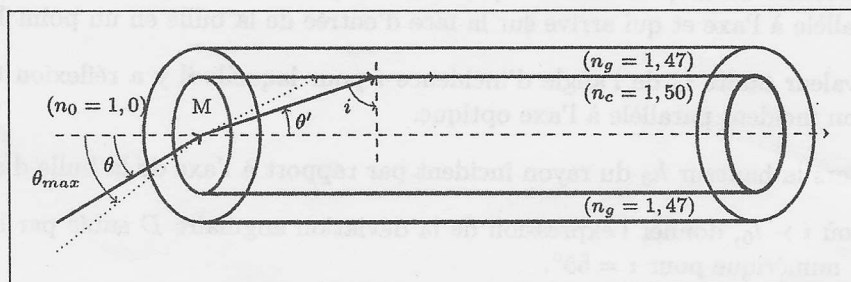


Figure 2: Fibre optique

Établir l'expression de l'ouverture numérique pour la fibre de la figure 2. Faire l'application numérique.