

# TD n° 1 de Physique

## Optique - Réflexion et réfraction

### Applications directes du cours

#### 1 Rotation d'un miroir plan

Un rayon lumineux se réfléchit sur un miroir plan suivant une incidence donnée. On fait tourner le miroir d'un angle  $\alpha$ . De quel angle tourne le rayon réfléchi ?

#### 2 Vue complète

Une personne de taille 1,80 m (dont 10 cm au-dessus des yeux) désire se voir en entier dans un miroir vertical. Quelle doit être la longueur  $L$  minimale du miroir et à quelle distance  $d$  du sol doit-il être placé ?

#### 3 Dioptré air-eau

On considère le dioptré air-eau (indices  $n_1 = 1$  et  $n_2 = 1,33$ ). La lumière vient d'une source placée dans l'air. Dans quel intervalle trouve-t-on l'angle  $i_2$  que fait le rayon réfracté dans l'eau avec la normale du dioptré, lorsque l'angle d'incidence  $i_1$  prend toutes les valeurs possibles ? A-t-on réflexion totale ?  
Même question si la source est cette fois placée dans l'eau.

#### 4 Bulle d'air

Un faisceau de lumière parallèle se propageant dans l'eau d'indice  $n = 1,33$  arrive sur une bulle d'air sphérique de rayon  $R$ . Représenter la déviation du rayon dirigé vers le centre de la bulle et d'un rayon rasant la bulle. Tous les rayons se réfractent-ils à travers l'interface eau-air ?

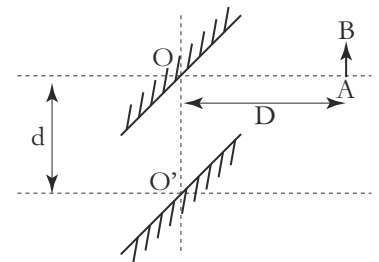
## Exercices

### 1 Périscope ★

Un périscope est un système optique formé de deux miroirs plans. On suppose que les plans des miroirs font un angle de  $45^\circ$  avec la verticale. On note  $d$  la distance  $OO'$  entre les deux miroirs.

L'objet  $AB$  observé est vertical et à la distance  $D$  du centre  $O$  du miroir supérieur.

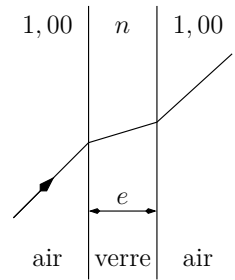
1. Déterminer à quelle distance de  $O'$  se trouve l'image de  $A$  par le système.
2. Déterminer l'orientation de l'image  $AB$  par le périscope.



## 2 lame à faces parallèles★

Un rayon lumineux arrive sur une lame à faces parallèles, d'épaisseur  $e$  et d'indice  $n$ , avec un angle d'incidence  $i$ .

- Déterminer l'angle de sortie du rayon.
- Quelle est la déviation latérale  $d$  subie par le rayon incident lors de la traversée de la lame ? L'exprimer en fonction  $n$ ,  $e$  et  $i$ , lorsque  $i$  est petit. A.N. :  $e = 2 \text{ mm}$ ,  $n = 1,5$ ,  $i = \pi/6$ ,

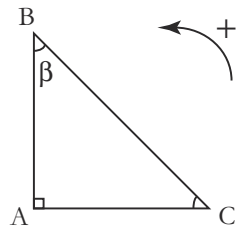


On rappelle que  $\sin x \approx x$  et  $1 - x^2 \approx 1$  si  $x \ll 1$ .

## 3 Prisme ★★

On considère un prisme de verre d'indice  $n = 1,5$  dont la base est un triangle rectangle isocèle  $ABC$  d'angle droit au point  $A$ . L'air a pour indice de réfraction 1. On prend comme sens d'orientation positif des angles le sens trigonométrique.

- Un rayon lumineux arrive normalement à la face  $AB$ . Quelle est la direction du rayon sortant ?
- Si le rayon incident n'arrive plus normalement à la face  $AB$  mais avec un angle d'incidence  $i_1$  non nul, donner la condition sur  $i_1$  pour que le rayon soit réfracté sur la face  $BC$ .



## 4 Interprétation de la deuxième loi de Descartes ★★★

À un instant  $t = 0$ , un promeneur sur une plage, situé en  $A(x_A = 0, y_A = 0)$ , aperçoit un baigneur qui se trouve en difficulté en un point  $B(x_B, y_B)$ .

Le promeneur se met à courir suivant le segment  $AI$  à la vitesse  $v_1$  puis à nager suivant le segment  $IB$  à la vitesse  $v_2$ . Le point  $I(x_I = x, y_I = d)$  est un point de la limite de la plage, supposée rectiligne et parallèle à l'axe des  $x$  ( $d$  fixée).

Les trajets  $AI$  et  $IB$  sont inclinés respectivement des angles  $i_1$  et  $i_2$  par rapport à l'axe des  $y$ , axe normal à la limite de la plage.

- Déterminer le temps mis par le promeneur pour arriver au baigneur, en fonction des vitesses  $v_1$  et  $v_2$ , et des distances  $x$ ,  $d$ ,  $x_B$  et  $y_B$ .
- Établir la relation entre  $v_1$ ,  $v_2$ ,  $i_1$  et  $i_2$  qui permet au baigneur d'arriver le plus vite possible.
- Rappeler le lien entre la vitesse d'une onde électromagnétique dans un milieu et l'indice de ce milieu.
- Interpréter la loi de Descartes de la réfraction.

## 5 Mesure de l'indice d'un liquide ★★★

On taille un parallélépipède rectangle dans un verre d'indice  $N$  élevé. On place sur la face  $AB$  une goutte de liquide d'indice  $n$  à mesurer. L'indice du milieu extérieur est  $n_1$ . On éclaire par un rayon lumineux d'angles d'incidence  $i_1$  sur  $AD$  et  $i$  sur  $AB$ ; ce rayon subit une réflexion totale en  $I$ .

- Trouver la relation reliant  $i_1$  et  $i$ .
- À partir de quelle valeur  $\alpha$  de  $i_1$  a-t-on réflexion totale en  $I$  ?
- Dans ce cas, donner l'expression de  $n$  en fonction de  $\alpha$ ,  $N$  et  $n_1$ .
- Quelles conditions doit vérifier  $n$  pour que cette mesure soit possible ?
- Application numérique :  $N = 1,6260$ ,  $n_1 = 1,00029$  et  $\alpha = 40,10^\circ$ .

