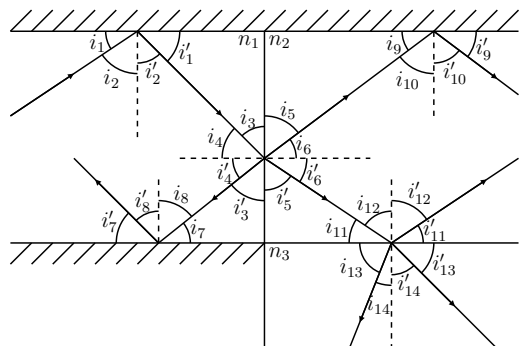


## Manipuler la lumière

### QUESTION DE COURS



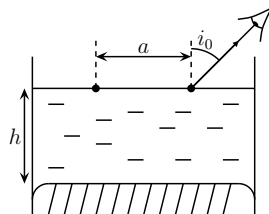
1. Refaire le schéma ci-dessus en ne laissant que les rayons lumineux existant réellement.
2. Donner toutes les relations angulaires qu'il est possible en précisant pour chacune si elle est d'origine géométrique ou optique.

### Exercice 1 INCIDENCE DE BREWSTER

Une surface plane sépare l'air d'un milieu d'indice  $n$ . Pour quelle valeur de l'angle d'incidence le rayon réfléchi est-il perpendiculaire au rayon réfracté ?

### Exercice 2 MESURE D'INDICE

Deux fils parallèles, distants de  $a$  sont maintenus à la surface d'un liquide d'indice  $n$  grâce à des flotteurs (non représentés sur la figure). Le liquide est placé dans un récipient dont le fond est garni de mercure, formant un miroir plan. Soit  $h$  la hauteur du liquide au-dessus du mercure ; cette hauteur est réglable grâce à un dispositif à vases communicants.



On observe l'un des fils sous une incidence  $i_0$  donnée et on règle  $h$  de façon que l'image de l'autre fil coïncide avec le fil observé.

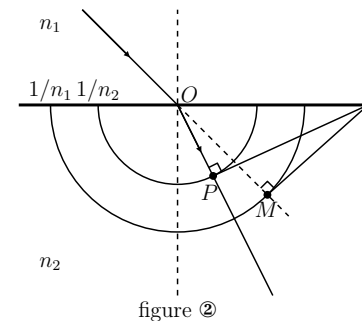
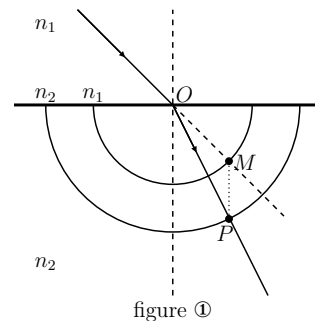
Donner l'expression de  $n$  en fonction de  $i_0$ ,  $a$  et  $h$ .

### Exercice 3 RAYONS RÉFRACTÉS

Montrer que les deux constructions suivantes permettent de tracer le rayon réfracté.

► **Première méthode** Voir figure ①

- tracer les cercles de rayons  $n_1$  et  $n_2$  ;
- soit  $M$  l'intersection du rayon incident avec le cercle de rayon  $n_1$  ;
- soit  $P$  l'intersection du cercle de rayon  $n_2$  et de la droite orthogonale à la surface de séparation passant par  $M$  ;
- le rayon réfracté n'est autre que  $OP$ .



► **Deuxième méthode** Voir figure ②

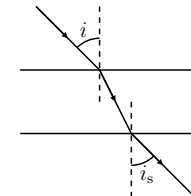
- tracer les cercles de rayons  $1/n_1$  et  $1/n_2$  ;
- soit  $M$  l'intersection du rayon incident avec le cercle de rayon  $1/n_1$  ;
- tracer la tangente en  $M$  au cercle de rayon  $1/n_1$  ;
- soit  $I$  le point d'intersection de la tangente avec la surface de séparation ;
- tracer la tangente au cercle de rayon  $1/n_2$  et passant par  $I$  ;
- soit  $P$  l'intersection du cercle de rayon  $1/n_2$  et de la seconde tangente tracée ;
- le rayon réfracté n'est autre que  $OP$ .

### Exercice 4 LOIS DE SNELL-DESCARTES

En se rappelant que la lumière suit le chemin le plus rapide, démontrer les deux lois de SNELL-DESCARTES concernant l'angle du rayon réfléchi et l'angle du rayon réfracté.

### Exercice 5 LAME À FACES PARALLÈLES

Un rayon lumineux arrive sur une lame à faces parallèles.



Déterminer l'angle de sortie du rayon. Application pratique ?

### Exercice 6 NARCISSE

Un homme de  $L = 1,80$  m se regarde dans un miroir de hauteur  $H$  dont la base se situe à la hauteur  $h$  du sol.

1. Sachant que ses yeux sont à  $\ell = 1,70$  m du sol, quelles sont les conditions sur  $H$  et  $h$  pour que l'homme puisse admirer son image en entier sachant qu'il se tient à  $d = 50$  cm de la glace?
2. Ces conditions ne sont pas respectées. Que doit faire l'homme pour se voir en entier?

### Exercice 7 AVEC UN MICROSCOPE

Sur la platine d'un microscope  $M$ , on dispose une lame de verre  $L_1$  horizontalement. La hauteur de  $M$ , d'axe vertical ( $Oz$ ) peut être réglée grâce à une vis micrométrique graduée. Ayant mis au point sur les poussières recouvrant  $L_1$ , l'indication de la vis est  $z_0 = 0,000$  mm. On recouvre alors  $L_1$  d'une autre lame de verre  $L_2$  d'indice  $n$ . Pour mettre au point sur les mêmes poussières que précédemment, il faut remonter  $M$ , la vis indique alors  $z_1 = 0,364$  mm. On fait ensuite le point sur les poussières recouvrant la face supérieure de  $L_2$ . La vis indique  $z_2 = 0,982$  mm.

Donner l'expression littérale de  $n$  en fonction de  $z_0$ ,  $z_1$  et  $z_2$ . Faire l'application numérique.

Rappel : un microscope est un appareil optique fonctionnant de telle sorte que, pour un utilisateur donné, il ne donne une image nette uniquement de ce qui se trouve à une distance  $d$ , inconnue mais constante, de l'objectif.

### Exercice 8 OEIL DE CHAT

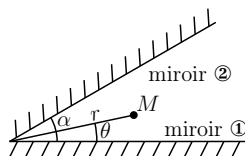
1. Deux miroirs forment un angle droit. On leur associe les axes ( $Ox$ ) et ( $Oy$ ). Un rayon lumineux contenu dans le plan ( $Oxy$ ) arrive sur ces miroir. Il est décrit par le vecteur directeur  $\vec{u}(x_i, y_i)$ . Que devient ce vecteur directeur après réflexion sur les deux miroirs?
2. Trois miroirs forment un trièdre droit, *ie.* ils forment trois faces d'un cube ayant un sommet en commun. Un rayon lumineux arrive sur ce dispositif. Comment est réfléchi ce rayon après une réflexion sur chacun des trois miroirs? Application pratique?

### Exercice 9 MIROIR TOURNANT

Soit un rayon lumineux arrivant sur un miroir plan et le rayon réfléchi correspondant. De quel angle le rayon réfléchi tourne-t-il quand le miroir tourne d'un angle  $\alpha$ ?

### Exercice 10 DEUX MIROIRS

Deux miroirs plans forment un angle  $\alpha$ . Une source ponctuelle est en  $M$  repérée par ses coordonnées polaires  $r$  et  $\theta$ .



1. Soit un point  $(r_0, \theta_0)$ . Quelles sont les coordonnées  $(r_1, \theta_1)$  et  $(r_2, \theta_2)$  de son image respectivement par le miroir 1 et le miroir 2?
2. En déduire les coordonnées des images d'un point de coordonnées  $(r_0, \theta_0)$  donnée par une réflexion sur chaque miroir. On distinguera les cas suivant l'ordre des miroirs donnant les images.

3. Déterminer les coordonnées des images de  $M$  après un nombre quelconque de réflexions. On distinguera à la fois suivant que le premier miroir est le 1 ou le 2 et suivant la parité totale du nombre de réflexions.
4. À partir des expressions obtenues, déterminer un ensemble de paramètres permettant d'obtenir une image située entre les deux miroirs.
5. Pourquoi le résultat mathématiquement possible à la question précédente est-il physiquement impossible? Que doit-on en conclure?

### Exercice 11 AMATEUR DE POISSON

1. Un observateur se situant à 20 cm de la paroi d'un aquarium de salon observe un poisson réellement situé à 1,00 m droit devant lui. À quelle distance l'animal semble-t-il être pour l'observateur?
2. Ce même amateur de poisson visite un parc aquatique où les aquariums ont une épaisseur de verre de 60 cm. Toujours situé à 20 cm devant la vitre, il observe un squalo réellement à 1,00 m devant lui. À quelle distance le poisson semble-t-il être pour l'observateur?

Données : les indices de l'air, de l'eau et du verre sont respectivement de  $n_{\text{air}} = 1,00$ ;  $n_{\text{eau}} = 1,33$  et  $n_{\text{verre}} = 1,50$ .