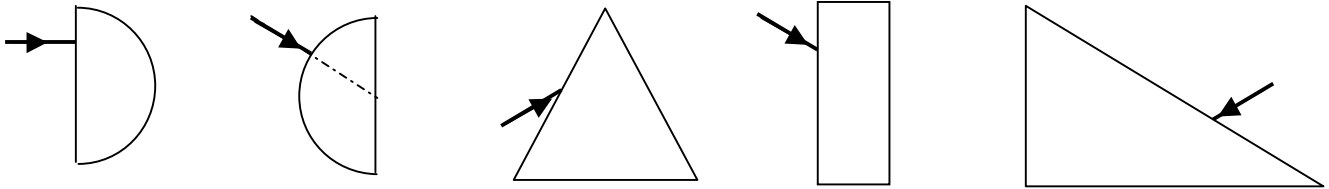


## Travaux dirigés d'Optique n°1

### Exercice 1 : Tracé de rayons lumineux

Chaque forme géométrique ci-dessous délimite un milieu d'indice  $n > 1$ . On considère que l'extérieur est de l'air d'indice 1. Tracez qualitativement la trajectoire des rayons lumineux réfractés lors de la traversée des dioptries.



### Exercice 2 : Equerre optique

Soient deux miroirs plans faisant un angle de  $90^\circ$ . On considère un rayon incident subissant une réflexion sur chacun des miroirs.

Déterminer la déviation, c'est à dire l'angle entre le rayon incident et le rayon émergent.

### Exercice 3 : Détermination graphique du rayon réfracté

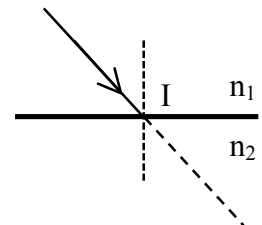
On considère un dioptre plan délimitant un milieu d'indice  $n_1$  (au dessus) d'un milieu d'indice  $n_2$  (en dessous). Un rayon lumineux arrive sur ce dioptre au point I avec un angle d'incidence  $i_1$ .

Pour chacune des méthodes présentées ci-dessous, répondre aux questions suivantes :

- Tracer le rayon réfracté pour les cas  $n_2 > n_1$  et  $n_2 < n_1$ ,
- Vérifier (par calcul géométrique) que cette construction est conforme aux lois de Snell-Descartes.
- Montrer que l'on peut retrouver les cas de la réfraction limite et de la réflexion totale

#### Première méthode

- Soit I le point d'incidence
- tracer les cercles de rayons  $n_1$  et  $n_2$  et de centre I;
- soit  $P_1$  l'intersection du rayon incident avec le cercle de rayon  $n_1$ ,
- soit H le projeté orthogonal de  $P_1$  sur le dioptre,
- soit  $P_2$  l'intersection du cercle de rayon  $n_2$  avec la droite  $P_1H$ ,
- le rayon réfracté n'est autre que  $IP_2$



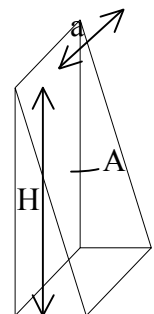
#### Deuxième méthode

- tracer les cercles de rayons  $1/n_1$  et  $1/n_2$  et de centre I
- soit  $P_1$  l'intersection du rayon incident avec le cercle de rayon  $1/n_1$ ,
- tracer la tangente en  $P_1$  au cercle de rayon  $1/n_1$ ,
- soit H 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 H
- soit  $P_2$  l'intersection du cercle de rayon  $1/n_2$  avec la seconde tangente tracée,
- le rayon réfracté n'est autre que  $IP_2$

### Exercice 4 : Déviation d'un faisceau de lumière parallèle

Un faisceau parallèle tombe sous incidence normale sur toute la face d'entrée (à gauche) d'un prisme de petit angle au sommet A, de hauteur H, de longueur a et d'indice N. Données numériques :  $A = 2,90 \cdot 10^{-3}$  rad ;  $N = 1,500$ .

- a. Représenter sur un schéma le faisceau émergent du prisme, dans un plan de section triangulaire du prisme.
- b. Exprimer l'angle de déviation D en fonction des paramètres A et N du prisme en tenant compte de la faible valeur de l'angle A.
- c. Calculer l'angle de déviation D.



### Exercice 5 : La grenouille

Une grenouille est cachée dans l'eau ( $n_{\text{eau}}=1,3$ ) sous le centre d'un nénuphar de rayon  $r = 5$  cm.

- Faire un schéma de la situation en plaçant la grenouille et le nénuphar.
- Représenter le parcours d'un rayon quelconque issu de la grenouille.
- Tous les rayons peuvent-ils être transmis dans l'air ?
- En déduire à quelle profondeur  $h$  doit se trouver la grenouille pour qu'on ne puisse jamais la voir depuis l'air ( $n_{\text{air}}=1$ ) ?

On exprimera le résultat analytiquement puis numériquement.

### Exercice 6 : Mise en évidence de faibles rotations

Un pinceau lumineux arrive perpendiculairement en I à la surface d'un miroir plan M. Ce miroir peut tourner autour d'un axe  $\Delta$  passant par I et perpendiculaire au plan d'incidence.

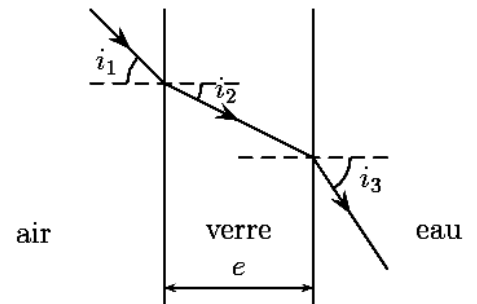
- Le miroir tourne d'un angle  $\alpha$  autour de  $\Delta$ . De quel angle  $\beta$  tourne le rayon réfléchi dans le même temps ? (Faire un schéma)
- A la distance  $D = 1$  m, on place une règle  $R$  graduée parallèle au miroir et perpendiculaire au pinceau. Le plus petit déplacement visible de la tache lumineuse réfléchie arrivant sur la règle est  $d = 1$  mm. Quel est le plus petit angle de rotation mesurable avec ce dispositif ?

### Exercice 7 : Aquarium

La paroi d'un aquarium est constituée d'une lame de verre à faces parallèles, d'épaisseur  $e=5$ mm.

L'indice optique de l'air est  $n_1=1,00$  ; celui du verre est  $n_2=1,50$  et celui de l'eau  $n_3=1,33$ .

- Sachant que  $i_1=46^\circ$ , calculer  $i_2$  et  $i_3$ .
- Voit-on toujours tout le contenu de l'aquarium ?



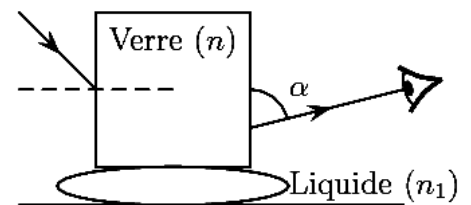
### Exercice 8 : Méthode de mesure de l'indice d'un liquide

On éclaire la face gauche du cube de verre sous différentes incidences. La goutte de liquide apparaît brillante à partir de  $\alpha=75^\circ 56'$ .

Expliquer ce qu'il se passe en vous appuyant sur un tracé de rayons lumineux.

L'indice du verre est  $n=1,5200$ .

En déduire la valeur de l'indice du liquide  $n_1 < n$ .



### Exercice 9 : lame à faces parallèles

Sur la face supérieure d'une lame de verre formée de deux dioptries

plans parallèles, d'épaisseur  $e=8,0$ cm, d'indice  $n_2=1,5$ , plongée dans l'air dont on supposera l'indice  $n_1$  égal à 1, arrive un pinceau lumineux sous une incidence  $i_1=60^\circ$ .

- Quel est l'angle de transmission  $i_2$  dans la lame ? l'angle d'émergence  $i_3$  de la lame ?
- Aurait-on pu retrouver le résultat précédent plus rapidement ?
- Exprimer la déviation latérale  $d$  du faisceau en fonction de  $e$ ,  $i_1$  et  $i_2$
- Montrer que  $d$  peut se mettre sous la forme  $d = e \cdot \sin i_1 \cdot \left( 1 - \frac{n_1 \cos i_1}{n_2 \cos i_2} \right)$ .
- A quelle condition la déviation  $d$  sera-t-elle proportionnelle à  $e$  et  $i_1$  ?