

1 Observation à travers une vitre

Un rayon lumineux arrive sur une vitre en verre d'indice $n = 1,5$ et d'épaisseur $e = 4,0$ mm, avec un angle d'incidence $i = 45^\circ$.

1. Montrer que le rayon transmis est parallèle au rayon incident.
2. Calculer le déplacement latéral entre le rayon incident et le rayon transmis.

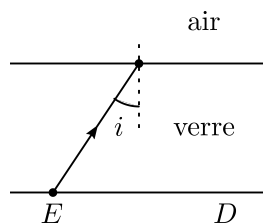
2 Fenêtre de Snell

Lorsqu'un spectateur situé à plusieurs mètres sous l'eau regarde vers la surface, il voit ce qui est au-dessus de la surface à travers un cercle appelé fenêtre de Snell. Déterminer le diamètre apparent du cercle de Snell, c'est-à-dire l'angle sous lequel est vu le cercle.



3 Détecteur de pluie

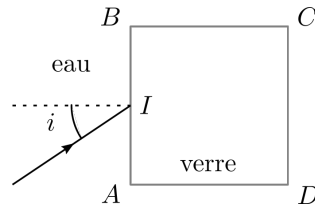
On modélise un pare-brise par une lame de verre à faces parallèles, d'épaisseur $e = 5,0$ mm et d'indice $n_v = 1,5$. Un fin pinceau de lumière issu d'un émetteur situé en E arrive de l'intérieur du verre sur le dioptre verre/air avec un angle d'incidence $i = 60^\circ$.



1. Le rayon incident est-il réfracté dans l'air ?
2. Déterminer la distance ED entre l'émetteur et le détecteur.
3. Lorsqu'il pleut, une lame d'eau d'indice $n_e = 1,33$ et d'épaisseur $e' = 1,0$ mm se dépose sur le pare-brise. Représenter le rayon lumineux dans ce cas. A quelle distance du détecteur arrive-t-il ?

4 Réfraction/réflexion dans un cube

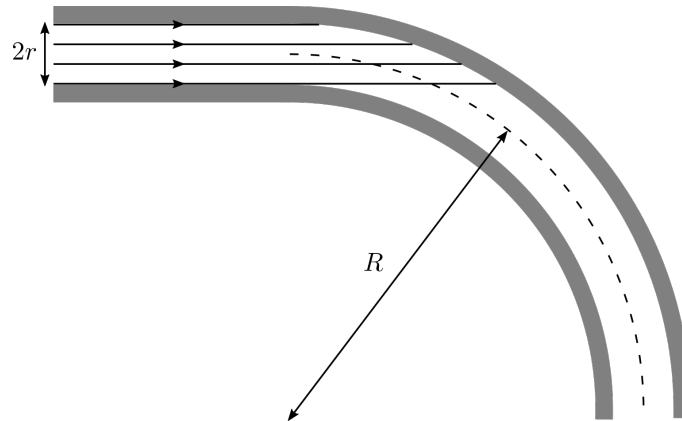
Un cube en verre d'indice $n_v = 1,5$ est immergé dans l'eau d'indice $n_e = 1,33$. Un rayon lumineux, se propageant dans l'eau, arrive sur le milieu I d'une face, avec une incidence i .



1. Pour quelles valeurs de i y a-t-il réflexion totale sur la face BC du cube?
2. Représenter la marche du rayon après réflexion totale sur la face BC .
3. Exprimer l'angle de déviation entre le rayon émergent du cube et le rayon incident.

5 Courbure maximale d'une fibre optique

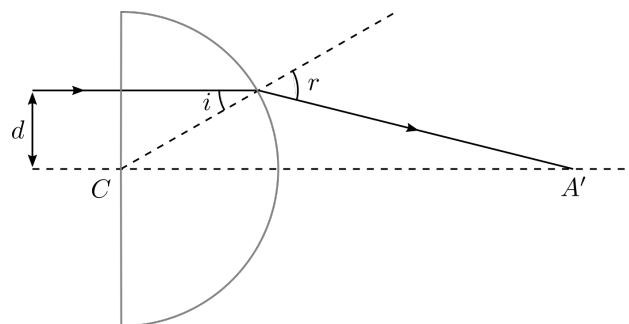
On considère une fibre optique à saut d'indice, dont le cœur a un indice $n_c = 1,5$ et la gaine un indice $n_g = 1,485$. Le diamètre du cœur est de 1 mm. On suppose pour simplifier que les rayons dans la section rectiligne sont parallèles à la fibre. La fibre est ensuite courbée avec un rayon de courbure R .



1. Quel est le rayon qui arrive sur la gaine avec le plus petit angle d'incidence?
2. Déterminer le rayon de courbure R minimal, pour qu'il n'y ait pas de perte d'énergie guidée par la fibre.

6 Lentille demi-boule

On considère une lentille demi-boule de rayon R et d'indice n , dans l'air d'indice 1,0. On considère un rayon incident parallèle à l'axe de symétrie de la lentille (axe optique).

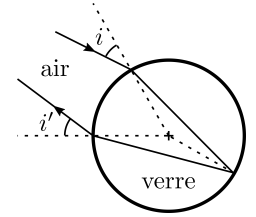


1. Pour quelles valeurs de d , la distance à l'axe optique, le rayon émerge-t-il de la lentille?
2. Établir l'expression de la distance CA' , en fonction de R , i et r .
3. Simplifier cette expression dans l'approximation de Gauss, en fonction de n et R . Commenter.

7 Rétro-réflexion sur une microbille

Pour rendre les marquages routiers plus visibles la nuit, on saupoudre sur la peinture blanche des microbilles de verre, dont le diamètre est de l'ordre de $500 \mu\text{m}$. On cherche à établir comment ces microbilles permettent de retro-réfléchir la lumière des véhicules, c'est-à-dire de renvoyer la lumière dans la direction des rayons incidents.

On considère un rayon lumineux, se propageant dans l'air d'indice 1, qui arrive sur une microbille d'indice $n > 1$ avec un angle d'incidence i .



1. Justifier que la rétro-réflexion sur une microbille peut être décrite dans le cadre de l'optique géométrique.
2. Montrer que $i' = i$.
3. Établir la condition sur n et i pour que le rayon soit rétro-réfléchi, c'est-à-dire réfléchi parallèlement au rayon incident.
4. On rappelle que pour un petit angle θ (exprimé en radians), on peut faire les approximations suivantes :

$$\cos \theta \simeq 1 \quad \text{et} \quad \sin \theta \simeq \theta$$

Déterminer la valeur de l'indice n des microbilles.

5. Pour que les marquages au sol soient également visibles par temps de pluie, une partie des microbilles ont un indice $n' \neq n$. Déterminer la valeur de n' .

Donnée - indice de l'eau : $n_e = 1,3$

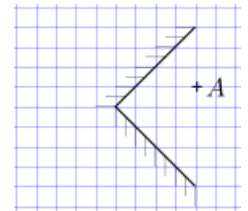
8 Miroir, mon beau miroir

Une personne de taille h souhaite pouvoir se voir entièrement dans un miroir. Quelle taille minimale doit-elle prévoir pour le miroir ?

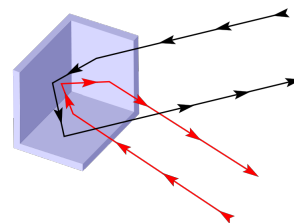
9 Catadioptr

On considère un dièdre constitué de deux miroirs plan perpendiculaires.

1. Construire l'image du point A par le dièdre. Comment cette image se déduit-elle directement du point A ?
2. Montrer que, dans le plan, tout rayon incident est réfléchi parallèlement à lui-même.
3. Comment généraliser ce dispositif à trois dimensions ?



Un catadioptr est un dispositif réfléchissant la lumière et rendant visible de nuit le véhicule ou l'obstacle qui en est muni. Un catadioptr est une surface constituée d'une multitude de coins de cube, recouverte d'une couche de plastique transparent.



10 Principe de Fermat

Un maître-nageur se trouve sur la plage au point A . Il aperçoit un baigneur en difficulté au point B . Le maître-nageur peut courir sur le sable à la vitesse v_1 et nager à la vitesse v_2 . On cherche à déterminer à quelle position x le maître-nageur doit atteindre l'eau pour arriver le plus rapidement possible au point B .

1. Déterminer le temps τ que met le maître-nageur pour arriver au point B en fonction de v_1, v_2, d_1, d_2, x et L .
2. En déduire l'équation vérifiée par x pour que $\tau(x)$ soit minimal.
3. En déduire la relation entre i_1, i_2, v_1 et v_2 pour que τ soit minimal.

