

Fiche d'exercices corrigés : Réfraction et lois de Descartes

Rappel de cours

	<p><u>Réfraction</u> : On appelle réfraction de la lumière le changement de direction de la lumière à la traversée de la séparation entre deux milieux transparents.</p> <p>i_1: angle d'incidence i_2: angle de réfraction.</p> <p>Le plan contenant le rayon incident et la normale à la surface est le plan d'incidence.</p>
--	--

- **Première loi de Descartes**: Le rayon réfracté est dans le plan d'incidence.
- **Deuxième loi de Descartes**: $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$

Avec n_1 : indice de réfraction du milieu 1 et n_2 : indice de réfraction du milieu 2

- **Indice de réfraction** :

Pour une radiation donnée, un milieu transparent homogène est caractérisé par un indice de réfraction n .

<p>$n = c / v$</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'indice de réfraction de l'air est très peu différent de 1. • L'indice de réfraction de l'eau est égal à 1,33 	<ul style="list-style-type: none"> • n indice de réfraction • c vitesse de la lumière dans le vide (m / s) • v vitesse de la lumière dans le milieu considéré (m / s)
--	---

Petit rappel mathématique

Si j'ai une expression du type $A \cdot B = C \cdot D$

<p>Tout comme la loi de Descartes $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$</p>	<p>avec $A = n_1$ $B = \sin i_1$</p> <p>$C = n_2$ $D = \sin i_2$</p>
--	--

Pour exprimer A en fonction des autres éléments de l'équation, il faut éliminer le terme B.

$$A \cdot B = C \cdot D \quad \rightarrow \quad \frac{A \cdot B}{B} = \frac{C \cdot D}{B} \quad \rightarrow \quad A = \frac{C \cdot D}{B}$$

Pour exprimer B en fonction des autres éléments de l'équation, il faut éliminer le terme A.

$$A \cdot B = C \cdot D \rightarrow \frac{A \cdot B}{A} = \frac{C \cdot D}{A} \rightarrow B = \frac{C \cdot D}{A}$$

Pour exprimer C en fonction des autres éléments de l'équation, il faut éliminer le terme D

$$A \cdot B = C \cdot D \rightarrow \frac{A \cdot B}{D} = \frac{C \cdot D}{D} \rightarrow C = \frac{A \cdot B}{D}$$

Pour exprimer D en fonction des autres éléments de l'équation, il faut éliminer le terme C

$$A \cdot B = C \cdot D \rightarrow \frac{A \cdot B}{C} = \frac{C \cdot D}{C} \rightarrow D = \frac{A \cdot B}{C}$$

Une fois que l'on maîtrise ces notions, il faut ensuite savoir extraire une valeur d'angle d'un sinus. Je m'explique.... Soit $\sin E = 0,866$ Comment trouver l'angle E?

Sur la calculatrice, trouvez la fonction *sinus inverse*. Sur la plupart des calculatrices, il faut appuyer sur la touche (inv) *inverse* (notée 2nd parfois) puis la touche (sin) *sinus*.

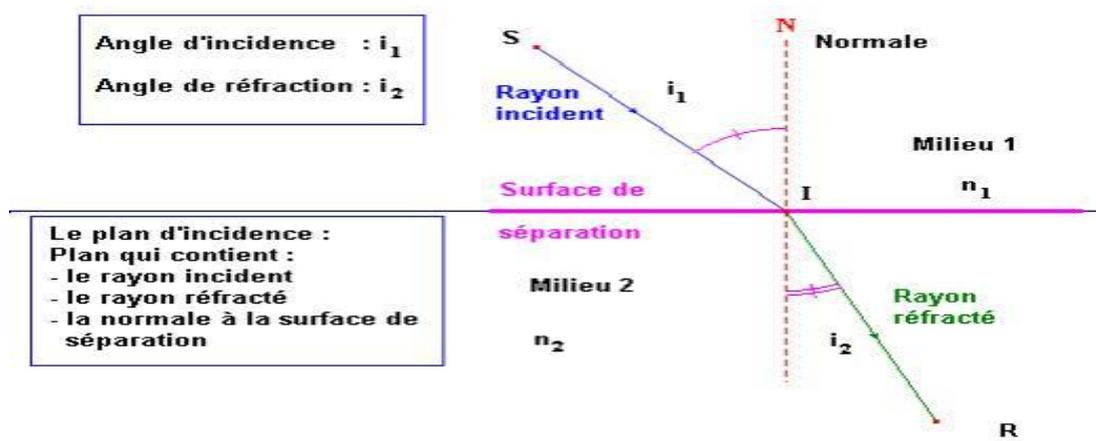
Attention, vérifier que votre calculatrice est en **mode degré** et non pas radian.

On trouve $E = 60^\circ$.

Exercice 1 : Question de cours

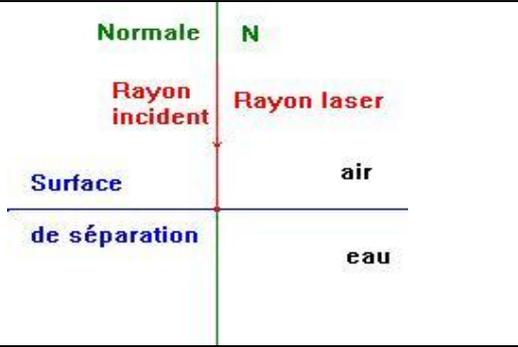
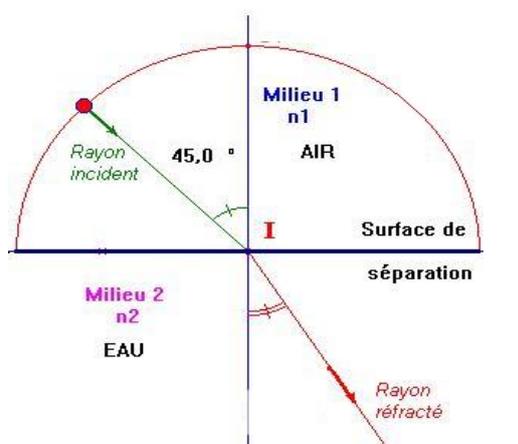
Qu'appelle-t-on rayon incident et rayon réfracté ? Répondre à l'aide d'un schéma.

Solution :



Exercice 2 : Application simple de la loi de Descartes

On remplit un aquarium d'eau. On éclaire la surface de l'eau avec un laser rouge.

	<p>a)- On oriente le laser perpendiculairement à la surface de l'eau. Quelle est la valeur de l'angle d'incidence ?</p> <p>b)- À l'aide de la deuxième loi de Descartes, en déduire la valeur de l'angle de réfraction.</p>
	<p>c)- On éclaire maintenant la surface de l'eau avec une incidence de 45°. Quel sera la valeur de l'angle de réfraction ?</p> <p><i>Données : indice de réfraction de l'eau</i></p> <p>$n_{eau} = 1,33$</p>

Solution :

a) L'angle d'incidence se mesure par rapport à la normale à la surface de séparation.
Donc: $i_1 = 0^\circ$.

b) Valeur de l'angle de réfraction.

- Notations : angle d'incidence i_1 , indice de réfraction de l'air : n_1 ; angle de réfraction i_2 , indice de réfraction de l'eau : n_2 .

- La deuxième loi de Descartes appliquée à la situation permet d'écrire la relation suivante :

$$n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$$

$$\sin i_2 = \frac{n_1}{n_2} \cdot \sin i_1 \quad \text{avec } n_2 \geq 1$$

$$\sin i_2 = \frac{n_1}{n_2} \cdot \sin 0^\circ$$

$$\sin i_2 = 0$$

$$i_2 = 0$$

- L'angle de réfraction est nul lui-aussi.

c) Loi de Descartes, $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$ et

$$\begin{cases} \sin i_2 = \frac{n_1 \cdot \sin i_1}{n_2} = \frac{1 \cdot \sin(45)}{1,33} = 0,53 \\ i_2 = \sin^{-1}(0,53) = 32^\circ \end{cases}$$

Exercice 3 : Réaliser un schéma d'après une description

L'un des rayons d'un faisceau de lumière, se propageant dans l'air, et arrivant sur une surface plane de verre. *Données* : indice de réfraction du verre $n_{\text{verre}} = 1,52$.

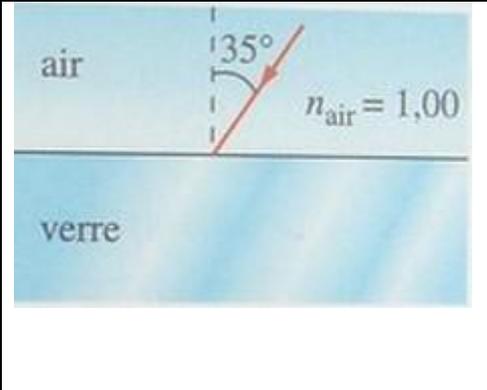
1. Schématiser la situation illustrant le phénomène de réfraction.
2. Écrire la deuxième loi de DESCARTES.
3. En déduire la valeur de l'angle d'incidence permettant d'obtenir un angle de réfraction de 20° .

Solution :

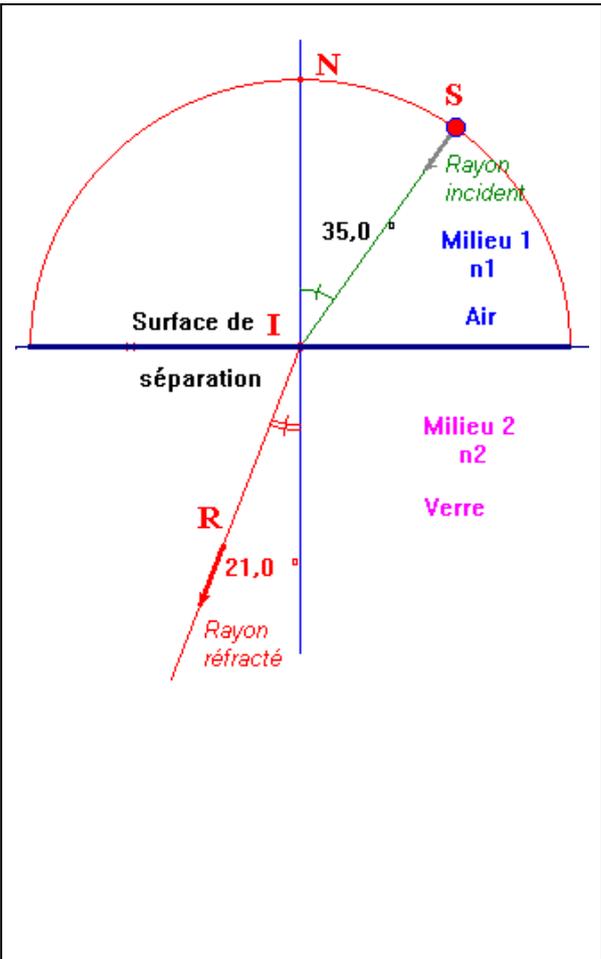
	<ol style="list-style-type: none"> 1. voir schéma à gauche 2. Loi de Descartes : - $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$ 3. Valeur de l'angle d'incidence i_1. $\sin i_1 = \frac{n_2 \cdot \sin i_2}{n_1} \Rightarrow i_1 = \sin^{-1} \left(\frac{n_2 \cdot \sin i_2}{n_1} \right)$ $i_1 = \sin^{-1} \left(\frac{1,52 \times \sin 20}{1,00} \right)$ $i_1 \approx 31,3^\circ$
--	---

Exercice 4 : Déterminer l'indice de réfraction d'un verre.

Un rayon lumineux issu d'une source laser se propage dans l'air et vient frapper la surface de polycarbonate. *Le polycarbonate est un verre organique permettant d'obtenir des verres de lunette d'une extrême légèreté.*

	<ol style="list-style-type: none">1. Reproduire et compléter le schéma ci-dessus en indiquant l'angle d'incidence et la normale à la surface de séparation des deux milieux.2. L'angle de réfraction observé dans le matériau a pour valeur 21°. Représenter sur le schéma le trajet de la lumière dans ce matériau.3. Donner l'expression de la deuxième loi de DESCARTES.4. Exprimer l'indice n_2 du matériau et en déduire sa valeur.
---	--

Solution :

	<ol style="list-style-type: none">1. Schéma à gauche.2. Trajet de la lumière : au passage de la surface de séparation, le rayon lumineux est dévié (voir schéma au-dessus).3. Expression de la deuxième loi de Descartes : - $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$4. Expression de l'indice du verre $n_2 = \frac{n_1 \cdot \sin i_1}{\sin i_2}$ - Application numérique : Valeur de l'indice du verre $n_2 = \frac{n_1 \cdot \sin i_1}{\sin i_2}$$n_2 = \frac{1,00 \times \sin(35)}{\sin(21)}$$n_2 \approx 1,6$
---	--