

La réfraction de la lumière : principes et lois de Snell-Descartes

Prérequis

Avant d'aborder ce cours, il est essentiel de maîtriser les notions suivantes issues du cycle 4 et du début de la classe de seconde :

- La propagation rectiligne de la lumière dans un milieu homogène et transparent.
- La notion de rayon lumineux et de faisceau.
- La connaissance de la vitesse de la lumière dans le vide (ou l'air).
- L'utilisation des fonctions trigonométriques simples (sinus) sur une calculatrice.
- La mesure d'un angle à l'aide d'un rapporteur.

Ce chapitre s'inscrit dans la thématique "Ondes et signaux" du programme de Physique-Chimie. Il fait suite à l'étude des spectres d'émission et précède généralement l'étude des lentilles minces convergentes.

I. Le phénomène de réfraction et l'indice optique

1. Définition du phénomène

Avez-vous déjà remarqué qu'une paille semble "cassée" lorsqu'on l'immerge partiellement dans un verre d'eau ? Ce n'est pas une illusion d'optique due à votre cerveau, mais un phénomène physique bien réel appelé réfraction.

La **réfraction** est le changement de direction que subit un rayon lumineux lorsqu'il traverse la surface de séparation entre deux milieux transparents et homogènes de natures différentes. Cette surface de séparation est appelée le **dioptre**.

Ce changement de direction est dû à une modification de la vitesse de propagation de la lumière entre les deux milieux. En effet, si la lumière voyage à une vitesse maximale dans le vide, elle est ralentie lorsqu'elle traverse de la matière (eau, verre, plastique).

2. L'indice de réfraction d'un milieu

Pour caractériser la capacité d'un milieu à ralentir la lumière, on définit une grandeur sans unité appelée **indice de réfraction**, notée n .

L'indice de réfraction d'un milieu est défini par la relation suivante :
$$n = \frac{c}{v}$$

Dans cette formule :

- n est l'indice de réfraction du milieu (sans unité, $n \geq 1$).
- $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ est la vitesse de la lumière dans le vide.
- v est la vitesse de la lumière dans le milieu considéré, exprimée en m.s^{-1} .

Plus l'indice de réfraction est élevé, plus le milieu est dit **réfringent**, et plus la lumière y circule lentement.

Milieu	Indice de réfraction n (environ)
--------	------------------------------------

Vide / Air 1,00

Eau 1,33

Verre 1,50 à 1,60

Diamant 2,42

Question de réflexion : Pourquoi l'indice de réfraction d'un milieu matériel ne peut-il jamais être inférieur à 1,00 ?

II. Les lois de Snell-Descartes pour la réfraction

1. Vocabulaire et géométrie de l'expérience

Pour décrire précisément la réfraction, nous devons définir plusieurs éléments géométriques :

- Le **point d'incidence** (noté I) : point d'intersection entre le rayon lumineux et le dioptre.
- La **normale** : droite perpendiculaire au dioptre passant par le point d'incidence I .
- Le **rayon incident** : rayon qui arrive sur le dioptre.
- Le **rayon réfracté** : rayon qui a traversé le dioptre et a changé de direction.
- L'**angle d'incidence** (noté i_1) : angle entre le rayon incident et la normale.
- L'**angle de réfraction** (noté i_2) : angle entre le rayon réfracté et la normale.

Remarque importante : Les angles sont toujours mesurés par rapport à la normale, et non par rapport à la surface du dioptre. C'est l'erreur la plus fréquente des élèves !

2. Énoncé des lois

Le physicien hollandais Willebrord Snell et le français René Descartes ont établi indépendamment les lois régissant ce phénomène au XVII^e siècle.

Première loi de Snell-Descartes : Le rayon réfracté et le rayon incident appartiennent au même plan, appelé plan d'incidence (le plan contenant le rayon incident et la normale).

Deuxième loi de Snell-Descartes : Pour une lumière monochromatique donnée, les indices de réfraction n_1 du premier milieu et n_2 du second milieu sont liés aux angles i_1 et i_2 par la relation :

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

3. Application pratique (Exercice guidé 1)

Énoncé : Un rayon lumineux passe de l'air ($n_1=1,00$) dans l'eau ($n_2=1,33$). L'angle d'incidence est $i_1=30^\circ$. Calculez l'angle de réfraction i_2 .

Méthode de résolution :

1. On écrit la loi de Snell-Descartes : $n_1 \cdot \sin(i_1) = n_2 \cdot \sin(i_2)$.
2. On isole l'inconnue $\sin(i_2)$: $\sin(i_2) = \frac{(n_1 \cdot \sin(i_1))}{(n_2)}$.
3. On remplace par les valeurs numériques : $\sin(i_2) = \frac{(1,00 \cdot \sin(30^\circ))}{(1,33)}$.
4. On calcule la valeur : $\sin(i_2) \approx 0,376$.
5. On utilise la fonction $\arcsin$ (ou $\sin^{-1}$) de la calculatrice : $i_2 = \arcsin(0,376) \approx 22^\circ$.

Le rayon se rapproche de la normale car il passe dans un milieu plus réfringent.

III. Comportement du rayon et dispersion

1. Vers la normale ou s'en écartant ?

Le comportement du rayon lumineux dépend de la comparaison entre n_1 et n_2 :

- Si $n_2 > n_1$ (passage vers un milieu plus réfringent, ex: air vers verre) : le rayon se rapproche de la normale, donc $i_2 < i_1$.
- Si $n_2 < n_1$ (passage vers un milieu moins réfringent, ex: eau vers air) : le rayon s'écarte de la normale, donc $i_2 > i_1$.

Dans le second cas ($n_2 < n_1$), il existe un **angle limite de réfraction**. Si l'angle d'incidence dépasse cet angle critique, le rayon ne peut plus sortir du milieu : c'est le phénomène de **réflexion totale**. C'est ce principe qui est utilisé dans les fibres optiques pour transporter l'information à très grande vitesse.

2. Le phénomène de dispersion

L'indice de réfraction d'un milieu dépend en réalité de la couleur (la longueur d'onde) de la lumière qui le traverse. Par exemple, dans le verre, la lumière bleue est plus déviée que la lumière rouge.

Ainsi, lorsqu'une lumière blanche (mélange de toutes les couleurs) traverse un prisme, chaque

couleur est réfractée avec un angle différent. On obtient alors un spectre : c'est la **dispersion**. C'est ce phénomène qui crée les arcs-en-ciel lorsque la lumière du Soleil traverse des gouttes de pluie.

3. Application pratique (Exercice guidé 2)

Énoncé : On mesure un angle d'incidence $i_1 = 45^\circ$ dans l'air et un angle de réfraction $i_2 = 28^\circ$ dans un liquide inconnu. Identifiez ce liquide à l'aide du tableau du chapitre I.

$$n_2 = \frac{(n_1 \cdot \sin(i_1))}{(\sin(i_2))} \quad n_2 = \frac{(1,00 \cdot \sin(45^\circ))}{(\sin(28^\circ))}$$

Résolution : On cherche n_2 . D'après la loi de Snell-Descartes :

$$n_2 = \frac{(0,707)}{(0,469)} \approx 1,51$$

En consultant le tableau, on peut conclure que le liquide a un indice proche de celui du verre, il pourrait s'agir d'une huile spécifique ou d'un mélange glycérolé.

Résumé

- La **réfraction** est la déviation de la lumière au passage d'un **dioptré** (surface séparant deux milieux transparents).
- L'**indice de réfraction** n d'un milieu est défini par la relation $n = \frac{c}{v}$. Il est sans unité et supérieur ou égal à 1,00.
- La **normale** est la droite perpendiculaire au dioptré au point d'incidence. Les angles i_1 et i_2 sont toujours mesurés par rapport à cette normale.
- La **deuxième loi de Snell-Descartes** s'écrit : $n_1 \cdot \sin(i_1) = n_2 \cdot \sin(i_2)$.
- Lorsque la lumière passe dans un milieu plus réfringent ($n_2 > n_1$), le rayon se rapproche de la normale ($i_2 < i_1$).
- La **réflexion totale** peut se produire uniquement lors d'un passage vers un milieu moins réfringent ($n_2 < n_1$), si l'angle d'incidence est suffisamment grand.
- La **dispersion** est la décomposition d'une lumière polychromatique (comme la lumière blanche) car l'indice de réfraction dépend de la longueur d'onde.

From:
<https://www.wikiprof.fr/> - wikiprof.fr

Permanent link:
https://www.wikiprof.fr/doku.php?id=cours:lycee:generale:seconde_generale_et_technologique:physique_chimie:refraction_de_la_lumiere

Last update: 2026/08/15 13:47

