

CHAPITRE 7

La lumière - propagation, réflexion, réfraction

1. Propagation de la lumière dans un milieu homogène

1.1. Expérience

On place sur le trajet d'un Laser des particules diffusantes (poussière de craie, particules de fumée, gouttelette d'eau d'un brumisateur)

Schéma et observation

Interprétation :

A retenir :

Conséquence : On représente le trajet de la lumière par un rayon lumineux. C'est une **droite tracée à la règle, orientée par une flèche** dans le sens de propagation

Application :



1.2. Célérité de la lumière = vitesse de propagation.

Dans le vide la lumière se propage avec une vitesse nommée "célérité" valant $299\,792\,458\text{ m.s}^{-1}$

A retenir : **Valeur arrondie de la vitesse dans le vide et dans l'air à connaître par cœur :**

Cette valeur est la plus grande valeur de vitesse possible. Rien ne va plus vite que la lumière dans le vide.

Remarque, dans d'autres milieux homogène la lumière se propage plus lentement mais ça reste des valeurs extrêmement élevée ($225\,000\text{ km/s}$ dans l'eau au lieu de $300\,000$)

Activité - La vitesse de la lumière dans le vide (à faire à la maison)

PARTIE 1 : comparaison avec d'autres vitesses

➤ Compléter le tableau suivant

	Une voiture sur autoroute	Le son dans l'air	La terre sur son orbite	Une sonde spatiale
Valeur de la vitesse v	120 km.h^{-1}	340 m.s^{-1}	$29,8\text{ km.s}^{-1}$	$70,2\text{ km.s}^{-1}$
Conversion en m.s^{-1}				
Comparaison des vitesses : (la lumière va x fois plus vite que...Calculer x) Formule : $x = \dots$				

➤ Faire l'ex 6 p 234

Suite de l'activité au dos de la page !

PARTIE 2 : quelques calculs utilisant la vitesse de la lumière

- Rappeler la formule générale de la vitesse v en fonction de la distance parcourue d et de la durée du parcours Δt
- En déduire l'expression littérale du calcul de la distance parcourue $d =$
- En déduire l'expression littérale du calcul de la durée du parcours $\Delta t =$
- Calculer la durée de la propagation de la lumière entre une ampoule et notre œil situé à $d = 10\text{m}$

Conclusion :

- Si le trajet s'allonge, la durée du parcours n'est plus négligeable. Par exemple la lumière émise par la Soleil ne parvient sur Terre que 8min 20s plus tard.
Calculer la valeur de la distance Terre-Soleil.
- De même, calculer la durée de la propagation de la lumière émise par l'étoile Proxima du Centaure situé à $d = 4 \times 10^{13} \text{ km}$ de la Terre

Convertir cette durée jusqu'à une unité "parlante"

2. Les spectres lumineux voir le TP-cours "**Décomposer une lumière pour l'analyser**"

2.1. Lumière et longueur d'onde

La lumière est une onde électromagnétique (on parle aussi de radiation électromagnétique) caractérisée par sa longueur d'onde dans le vide notée λ .

Certaines lumières sont détectées par notre œil, et constituent le domaine visible, mais beaucoup d'autres radiations électromagnétiques sont invisibles à nos yeux, il faut des capteurs spécifiques pour les détecter.

A savoir : Rappeler les limites en longueur d'onde du domaine visible de la lumière et les couleurs associées, ainsi que les noms des domaines encadrant le domaine visible.



2.2. Les spectres de lumière

Voir le TP-cours "Décomposer une lumière pour l'analyser". Les notions vues au cours de cette séance de TP font partie du cours et sont à étudier.

3. Modification du trajet de la lumière

3.1. La réflexion de la lumière

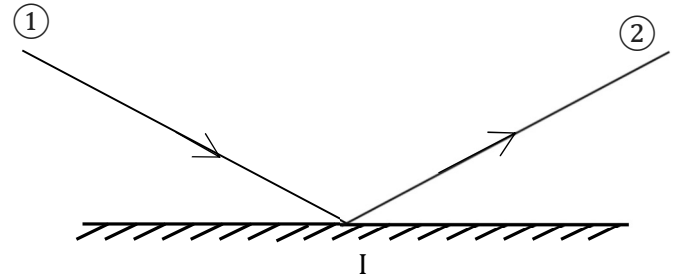
La réflexion de la lumière est le phénomène qui se produit à la surface d'un miroir ou d'un plan d'eau calme.

Lorsqu'elle frappe une surface réfléchissante, la lumière est renvoyée dans son milieu initial de propagation selon une direction privilégiée.



Schéma et vocabulaire

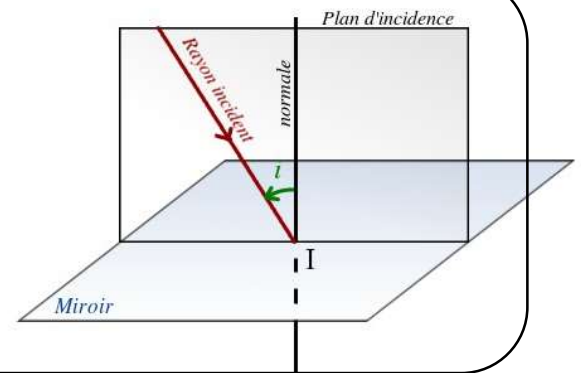
- Le rayon de lumière ① qui arrive sur la surface réfléchissante est appelé :
- Le rayon ② après la surface réfléchissante se nomme :
- Le point noté I où a lieu la réflexion se nomme :
- Ajouter sur le schéma une droite en pointillés ③, perpendiculaire au miroir au point I.
Elle se nomme
Les angles sont mesurés entre chaque rayon et cette droite, les placer sur le schéma.



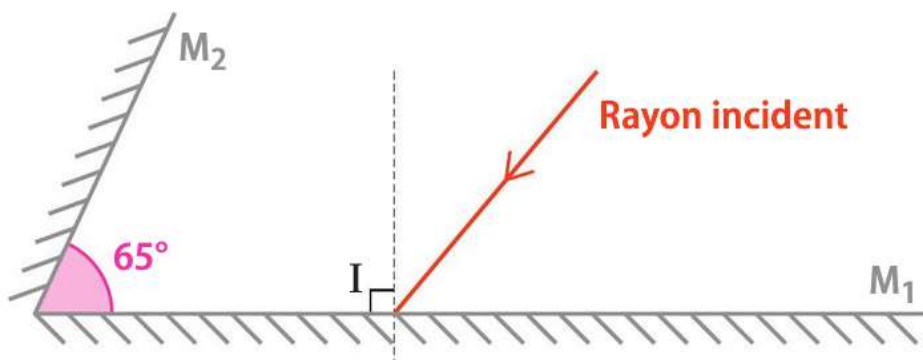
Les lois de la réflexion (à connaître)

- On appelle **plan d'incidence** le plan contenant la normale et le rayon incident
- 1^{ère} loi de la réflexion** : Le rayon réfléchi se situe dans le plan d'incidence
- 2^{ème} loi de la réflexion** : L'angle de réflexion i_R entre la normale et le rayon réfléchi est égal à l'angle d'incidence i_1 entre la normale et le rayon incident : $i_R = i_1$

Ajouter au schéma ci-contre, le rayon réfléchi et les angles i_1 et i_R



Exercice : Construire soigneusement (à l'aide d'un rapporteur) le parcours du rayon lumineux après réflexion sur le miroir M_1 puis sur le miroir M_2 .



Expérience : en classe et à revoir en vidéo : <https://youtu.be/N3JKHKWLPVc>



- Allumer une bougie et la placer à environ 10 cm devant une vitre.
- Placer la 2nde bougie (éteinte) derrière la vitre. (photo 1)
- Déplacer la bougie éteinte pour essayer de la superposer à l'image de la bougie allumée, donnant l'illusion qu'elle est allumée ! (photo 2)



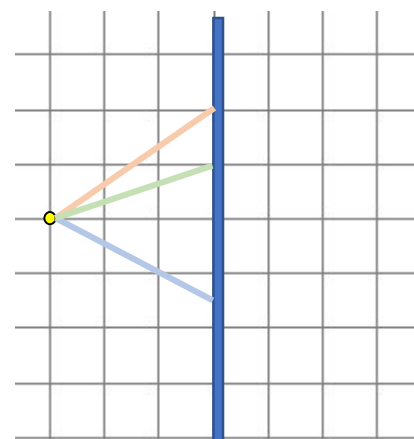
Questions :

1.1. A quelle position particulière la bougie éteinte doit-elle se trouver pour paraître allumée.

1.2. La position de la bougie éteinte dépend-elle de la position de l'observateur ?

2.1. En s'aidant de la grille, tracer sur le schéma ci-contre les trois rayons issus de la flamme et réfléchis par la vitre. Utiliser des couleurs différentes

2.2. Expliquer pourquoi la bougie semble allumée, quelle que soit la position de l'observateur.



3.2. La réfraction de la lumière

Définition :

La réfraction de la lumière est le changement de direction du rayon lumineux lorsqu'il passe d'un milieu de propagation 1 à un autre milieu de propagation 2.

Dans chaque milieu, 1 et 2, la propagation est rectiligne mais au niveau de la surface de séparation entre les deux milieux, la lumière dévie.

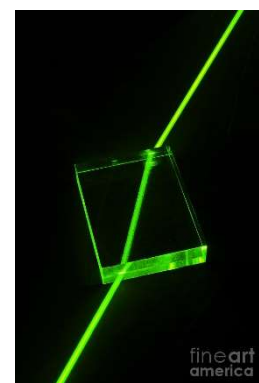
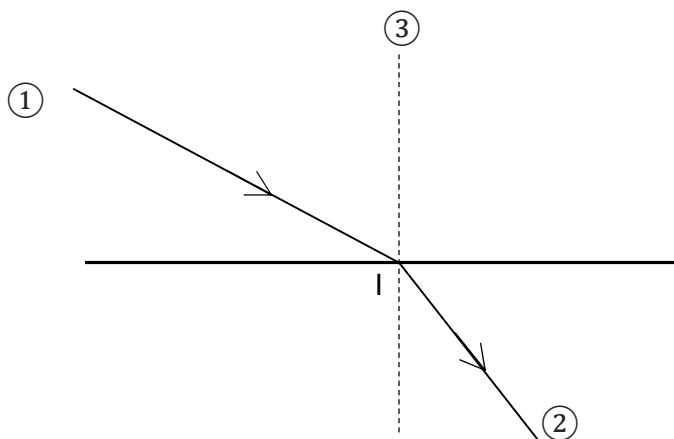


Image : Deux réfractions successives : air → verre puis verre → air

Schéma et vocabulaire



- La surface de séparation entre les deux milieux :
- Le point I à l'intersection du dioptre et des rayons lumineux :
- La droite ③ perpendiculaire au dioptre au point I :
 - Le milieu 1 :
 - Le milieu 2 :
- Le rayon ① dans le milieu 1 :
- Le rayon ② dans le milieu 2 :
- L'angle i_1 entre le rayon incident et la normale :
- L'angle i_2 entre le rayon réfracté et la normale :

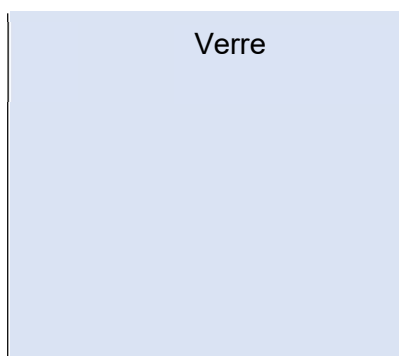
Remarque : Attention à vos schémas : Au cours de la réfraction la lumière avance toujours. Le rayon lumineux tracé doit donc traverser le dioptre et la normale.

Applications :

- Compléter ci-dessous le schéma d'une réfraction de la lumière passant de l'air avec un angle d'incidence $i_1 = 50^\circ$ dans une vitre épaisse en verre avec un angle de réfraction $i_2 = 31^\circ$. Les rayons seront tracés avec précision en utilisant un rapporteur

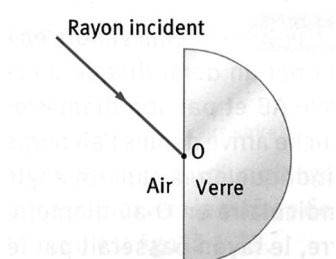
Air

Verre

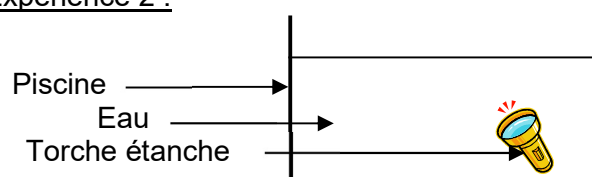


- Dans chaque cas, identifier le milieu 1 et le milieu 2

Expérience 1 :



Expérience 2 :



Les lois de la réfraction appelées les lois de Snell-Descartes

La réfraction de la lumière a été étudiée par deux physiciens à la même époque : Descartes (français) et Snell (néerlandais). Ils ont établi les lois qui régissent ce phénomène :

1^{ère} loi de la réfraction : Le rayon réfracté se situe dans le plan d'incidence

2^{ème} loi de la réfraction : Entre les angles d'incidence i_1 et de réfraction i_2 on a la relation suivante :

Dans cette relation : i_1 est
 i_2 est
 n_1 et n_2 sont les

Un indice optique n est une grandeur caractéristique de chaque milieu de propagation.
C'est une valeur numérique sans unité telle que $n \geq 1$

Le vide et l'air ont un indice $n = 1$ (**à savoir**)

Tous les autres milieux ont $n > 1$, par exemple l'eau $n = 1,33$, le plexiglas $n = 1,5$, le diamant $n = 2,4$

Applications

➤ Dans la relation de Snell-Descartes isoler (en littéral) le terme demandé :

$$n_2 =$$

$$\sin i_1 =$$

$$i_2 =$$

Remarques :

- Attention lors des calculs des sin ou d'arcsin que la calculatrice soit bien en degrés ($\sin 30^\circ \neq \sin 30 \text{ rad}$)
- La valeur maximale d'un sinus est 1, il est donc impossible de calculer arcsin d'un nombre supérieur à 1. Si cette situation se produit, ça signifie que la réfraction n'a pas lieu, la lumière ne ressort pas dans le milieu 2, seule la réflexion dans le milieu 1 se produit.

➤ Exercices 17, 19, 22, 26 et 28 p 254 à 257

La dispersion de la lumière dans un prisme

A savoir :

Dans un milieu dispersif, la valeur de l'indice de réfraction n dépend de la longueur d'onde de la radiation qui se propage dans ce milieu.

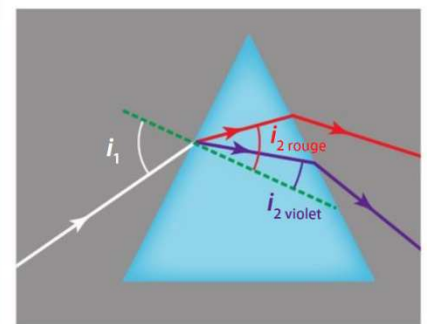
n est différent pour une radiation monochromatique rouge, une jaune, une verte, une bleue

Ainsi, des radiations de longueurs d'onde différentes superposées avant le dioptre (même angle i_1) ont des angles de réfraction i_2 différents après le dioptre. Elles suivent des chemins différents selon leur longueur d'onde. Les différentes radiations se décalent. En plaçant un écran après le prisme on peut voir le spectre de la lumière polychromatique

Exemples : Le verre qui constitue les prismes est un milieu dispersif.

En revanche, on utilise des verres non dispersifs pour les fenêtres, les appareils photos etc de façon à éviter l'effet "arc en ciel"

E Schématisation du phénomène de dispersion par un prisme



➤ Explication :

$$n_{\text{air}} \times \sin i_1 = n_{\text{rouge}} \times \sin i_{2, \text{rouge}}$$

$$n_{\text{air}} \times \sin i_1 = n_{\text{violet}} \times \sin i_{2, \text{violet}}$$

n_{rouge} est différent de n_{violet} , donc $i_{2, \text{rouge}}$ et $i_{2, \text{violet}}$ sont différents.