



TITRE DE LA LECON : REFLEXION ET REFRACTION DE LA LUMIERE BLANCHE

I. SITUATION D'APPRENTISSAGE

Le Professeur de Physique-Chimie de la 1^{ère} D₂ du Lycée Municipal 1 d'Attécoubé fait observer à ses élèves, l'image des jeux de lumière lors de l'ouverture des Jeux Olympiques de Londres.

Emerveillés par les figures formées par la lumière et voulant en savoir davantage, les élèves sous la supervision de leur Professeur, entreprennent de connaître les lois de la réflexion, de la réfraction et quelques-unes de leurs applications.

II. CONTENU DE LA LECON

1. RÉFLEXION DE LA LUMIÈRE

1.1 Définition

La réflexion de la lumière est un changement de la direction et du sens de propagation de la lumière lorsqu'elle rencontre une surface réfléchissante, en restant dans le milieu de propagation initial.

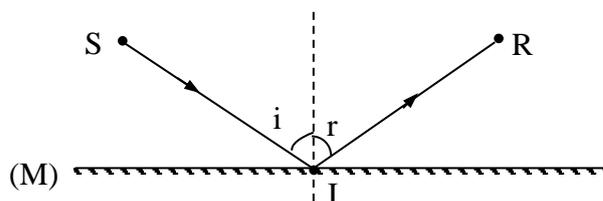
Exemple de surface réfléchissante : surface d'un miroir.

1.2 Lois de la réflexion

1.2.1- Étude expérimentale

Un rayon lumineux incident (SI) est envoyé sur un miroir plan (M).

A l'aide de la marche de ce rayon lumineux (voir figure ci-dessous), l'on mesure les angles de réflexion r pour différentes valeurs d'angle d'incidence i choisies.



1.2.2- Résultats

Les résultats des mesures figurent dans le tableau ci-dessous :

mes i	0°	10°	20°	30°	40°	50°
mes r	0°	10°	20°	30°	40°	50°

On constate que :

mes i = mes r

Le rayon incident SI et le rayon réfléchi IR sont contenus dans le même plan : plan d'incidence.

1.2.3- Conclusion

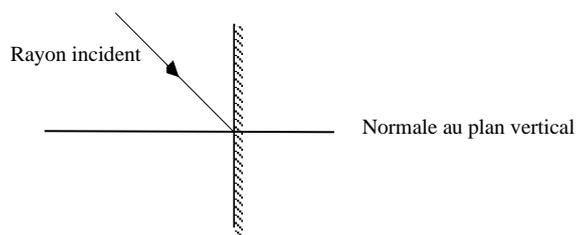
Cette expérience nous permet d'énoncer les lois de la réflexion suivante:

- Première loi de Descartes (loi du plan) : le rayon incident et le rayon réfléchi appartiennent à un même plan appelé *plan d'incidence*.
- Deuxième loi de Descartes (loi des angles) : l'angle d'incidence et l'angle de réflexion ont la même mesure.

Activité d'application 1

Un rayon lumineux arrive sur un miroir disposé dans le plan vertical avec un angle $\theta = 45^\circ$.

1. Donne la valeur de l'angle α du rayon lumineux réfléchi.
2. Trace le rayon lumineux réfléchi en indiquant les angles θ et α sur le schéma ci-dessous.

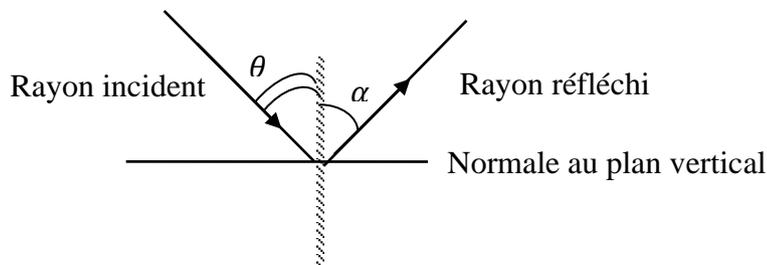


Corrigé de l'activité d'application 1

Un rayon lumineux arrive sur un miroir disposé dans le plan vertical avec un angle $\theta = 45^\circ$.

Donne la valeur de l'angle α du rayon lumineux réfléchi.

1. La valeur de l'angle α du rayon lumineux réfléchi est $\alpha = \theta = 45^\circ$.
2. Trace le rayon lumineux réfléchi en indiquant les angles θ et α sur le schéma ci-dessous.



RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE

2.1- Définition

La réfraction de la lumière est un changement de la direction de propagation de la lumière lorsqu'elle traverse la surface de séparation de deux milieux homogènes et transparents distincts.

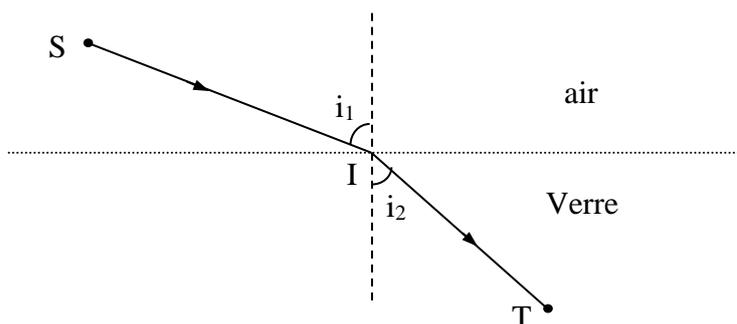
Exemple : la surface libre d'un liquide (air-liquide), la surface libre d'un verre (air-verre) ...

2.2- Lois de la réfraction

2.2.1- Étude expérimentale

Un rayon lumineux incident (SI) provenant d'une source ponctuelle (S) est envoyé sur du verre. Ce rayon traverse l'air d'indice de réfraction $n_1 = 1$ avant de pénétrer le verre d'indice de réfraction $n_2 = 1,5$.

A l'aide de la marche de ce rayon lumineux (voir figure ci-dessous), l'on mesure les angles de réfraction i_2 pour différentes valeurs d'angle d'incidence i_1 choisies.



Remarque : le rayon (IT) est appelé rayon réfracté.

2.2.2- Résultats

Les résultats des mesures figurent dans le tableau ci-dessous.

mes i_1	0°	30°	40°	50°
sin i_1	0	0,5	0,64	0,77
mes i_2	0°	$19,5^\circ$	$25,5^\circ$	31°
sin i_2	0	0,33	0,43	0,52
sin i_1 /sin i_2		1,51	1,5	1,48

2 2 3 Exploitation des résultats.

On constate que :

Le rayon incident (SI) et le rayon réfracté (IR) sont contenus dans le même plan.

Le rapport : $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin i_1}{\sin i_2}$

2.2.4- Conclusion

Cette expérience nous permet d'énoncer les lois de la réfraction suivantes appelées lois de Descartes-Snell pour la réfraction:

Première loi de Descartes-Snell : le rayon réfracté et le rayon incident appartiennent à un même plan appelé *plan d'incidence*.

Deuxième loi de Descartes-Snell : l'angle de réfraction i_2 et l'angle d'incidence i_1 sont liés par la relation $n_2 \cdot \sin i_2 = n_1 \cdot \sin i_1$.

2.3- Angle limite de réfraction

Lorsque le rayon incident passe d'un milieu 1 d'indice n_1 à un milieu 2 d'indice n_2 tel que $n_1 < n_2$, on dit que *le milieu 2 est plus réfringent que le milieu 1*. Dans ces conditions,

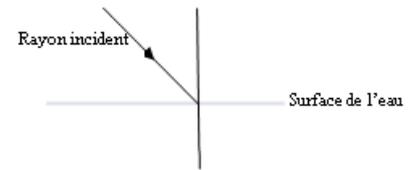
mes $i_1 >$ mes i_2 . Pour mes $i_1 = 90^\circ$; **sin $i_1 = 1$** ; l'angle de réfraction i_2 atteint donc sa valeur maximale appelée *angle limite de réfraction* noté **L** tel que

$$\sin L = \frac{n_1}{n_2}$$

Activité d'application 2

Un rayon lumineux arrive à la surface d'une eau d'indice de réfraction $n_2 = 1,33$, avec un angle d'incidence $\theta_1 = 45^\circ$. On donne $n_1 = 1$, l'indice de réfraction de l'air.

1. Détermine la valeur de l'angle θ_2 du rayon réfracté.
2. Trace le rayon lumineux réfracté sur le schéma ci-dessous en indiquant les angles θ_1 et θ_2 .
3. Détermine l'angle limite θ_ℓ de réfraction.



Correction d'application 2

Un rayon lumineux arrive à la surface d'une eau d'indice de réfraction $n_2 = 1,33$, avec un angle d'incidence $\theta_1 = 45^\circ$. On donne $n_1 = 1$, l'indice de réfraction de l'air.

1. Précise le milieu le plus réfringent

Comme $n_2 > n_1$ alors l'eau réfringente que l'air.

2. Détermine la valeur de l'angle θ_2 du rayon réfracté.

D'après la loi de réfraction, on a : $n_2 \sin \theta_2 = n_1 \sin i_1 \Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{n_1 \sin i_1}{n_2}$

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin \theta_2 \Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{n_1 \sin i_1}{n_2}$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{n_1 \sin i_1}{n_2} \right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1 \times \sin 60^\circ}{1,33} \right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1 \times \sin 60^\circ}{1,33} \right)$$

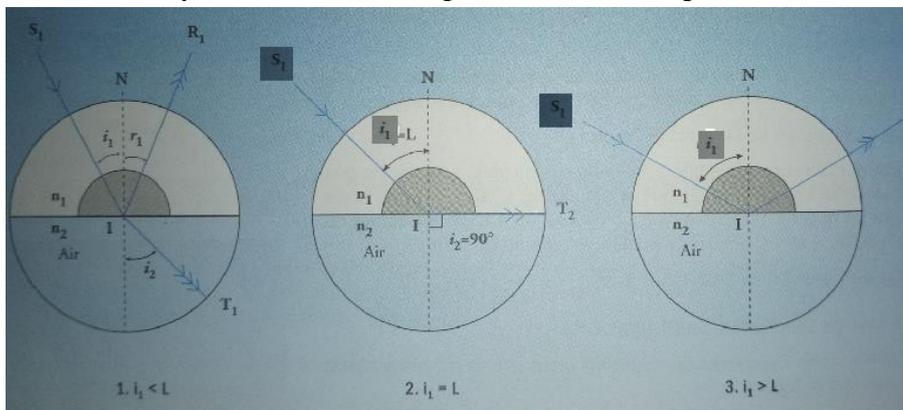
$$\theta_2 = 40^\circ$$

REFLEXION TOTALE

Lorsque le rayon incident passe d'un milieu 1 d'indice n_1 à un milieu 2 d'indice n_2 tel que $n_1 > n_2$, on dit que le milieu 1 est plus réfringent que le milieu 2. Dans ces conditions,

mes $i_1 <$ mes i_2 . Pour mes $i_2 = 90^\circ$, $\sin i_2 = 1$; ce qui signifie que l'angle d'incidence i_1 est à sa valeur maximale L tel que $\sin L = \frac{n_2}{n_1}$.

Si $i_1 > L$ le rayon incident est intégralement réfléchi par la surface de séparation : c'est la **réflexion totale**.



Résumé des différents cas de réfraction étudiés.

Figure 1 : cas où $i_1 < L$.

On voit le rayon incident S_1 , le rayon réfléchi R_1 , le rayon réfracté T_1 et la normale N à la surface.

Figure 2 : cas où $i_1 = L$.

Le rayon réfracté T_2 fait un angle de 90° ou $\frac{\pi}{2}$ rad avec la normale.

Figure 3 : cas où $i_1 > L$.

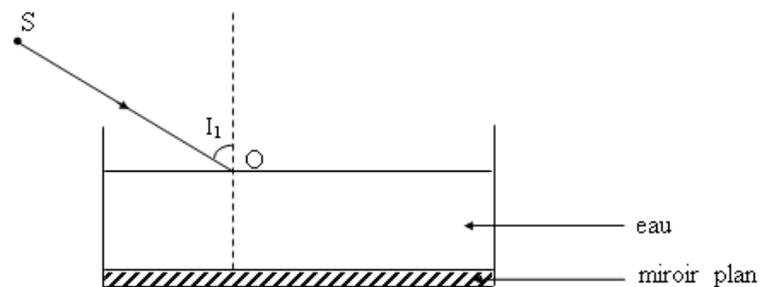
Le rayon S_3 et le rayon réfléchi R_3 sont dans le plan d'incidence. La réflexion est totale.

SITUATION D'ÉVALUATION

Un groupe d'élèves en classe de terminale, sous la supervision de leur professeur de Physique-Chimie, vérifie expérimentalement les lois de la réfraction à partir de l'expérience schématisé ci-dessous. A partir d'une source laser, un élève du groupe émet un rayon lumineux. Ce rayon arrive à la surface libre de l'eau contenue dans une cuve à eau sous incidence $i_1 = 60^\circ$. Au fond de la cuve d'eau est placé un miroir plan (voir schéma ci-dessous). L'indice de réfraction de l'air $n_1 = 1,33$ et l'indice de réfraction de l'eau $n_2 = 1,33$. Le Professeur leur demande de déterminer la valeur de l'angle α avec laquelle le rayon sortira de l'eau.

Tu es le rapporteur du groupe.

1. Précise le milieu le plus réfringent
2. Trace qualitativement la marche du rayon jusqu'à ce qu'il ressorte de l'eau.
3. Détermine :
 - 3.1 l'angle réfracté i_2 ;
 - 3.2 l'angle réfléchi i_3 sur le miroir plan.
4. Dédus-en l'angle avec lequel le rayon sortira de l'eau.



CORRIGE

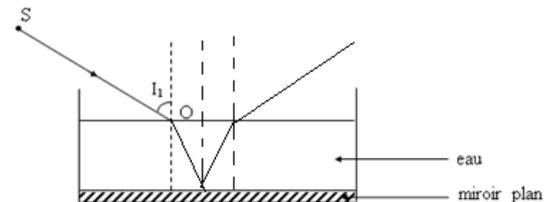
1. Précise le milieu le plus réfringent

Comme $n_2 > n_1$ alors l'eau réfringente que l'air.

2. Trace qualitativement la marche du rayon jusqu'à ce qu'il ressorte de l'eau.

Voir figure

3. Détermine :
 - 3.1 l'angle réfracté i_2



D'après la loi de réfraction, on a : $n_2 \sin i_2 = n_1 \sin i_1 \Rightarrow \sin i_2 = \frac{n_1 \sin i_1}{n_2}$

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \Rightarrow \sin i_2 = \frac{n_1 \sin i_1}{n_2}$$

$$i_2 = \sin^{-1} \left(\frac{n_1 \sin i_1}{n_2} \right)$$

$$i_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1 \times \sin 60^\circ}{1,33} \right)$$

$$i_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1 \times \sin 60^\circ}{1,33} \right)$$

$$i_2 = 40^\circ$$

3.2 l'angle réfléchi i_3 sur le miroir plan.

Selon la 2^{ème} loi de réflexion de la lumière :

$$i_2 = i_3 = 40^\circ$$

4. Déduis-en l'angle avec lequel le rayon sortira de l'eau.

Selon la 2^{ème} loi de réfraction de la lumière :

$$n_2 \sin i_2 = n_1 \sin i_3 \Rightarrow \sin i_3 = \frac{n_2 \sin i_2}{n_1}$$

$$i_3 = \sin^{-1} \left(\frac{n_2 \sin i_2}{n_1} \right)$$

$$i_3 = \sin^{-1} \left(\frac{1,33 \times \sin 40^\circ}{1} \right) = 58,74^\circ$$

III. EXERCICES

Exercice 1

Pour chacune des propositions suivantes, recopie le numéro de la proposition et écris à la suite « V » si elle est vraie ou « F » si elle est fausse.

- 1- Dans une réflexion de la lumière l'angle d'incidence i est supérieur à l'angle de réflexion r
- 2- Le rayon réfracté est contenu dans le plan d'incidence
- 3- La réfraction de la lumière est le changement de direction de la lumière à la traversée de la séparation entre deux milieux transparents.
- 4- le rayon incident et le rayon réfléchi n'appartiennent pas à un même plan appelé *plan d'incidence*.

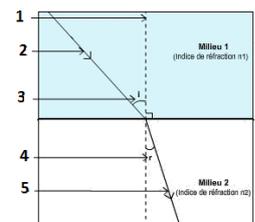
Corrigé de l'exercice 1

- 1- F
- 2- V
- 3- V
- 4- F

Exercice 2

A partir de la figure ci-contre, attribue un chiffre à chaque groupe de mots

Groupe de mots	Chiffre
Angle de réfraction	
Angle d'incidence	
Normale	
Rayon incident	
Rayon réfracté	

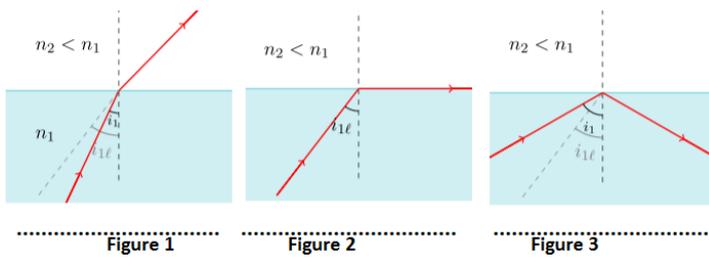


Corrigé de l'exercice

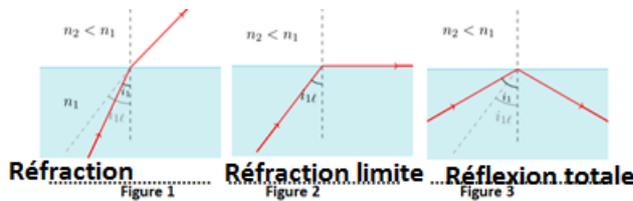
Groupe de mots	Chiffre
Angle de réfraction	4
Angle d'incidence	3
Normale	1
Rayon incident	2
Rayon réfracté	5

Exercice 3

Complète les vides par les mots : réflexion totale / réfraction limite / réfraction /



Corrigé de l'exercice 3

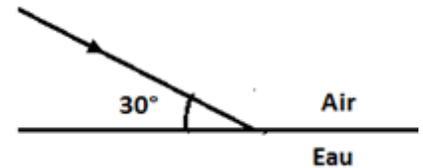


Exercice 4

Pendant la récréation, dans la cour de ton Lycée, ton ami ramasse une feuille où est inscrit le texte suivant :

« Un rayon lumineux arrive sur la surface de l'eau, d'indice $n_2 = 1,33$, comme l'indique le document ci-dessous. L'indice de l'air est $n_1 = 1,00$. »

Il veut comprendre les lois de réflexion et de réfraction. Ton ami te sollicite.



1. Représente qualitativement sur la figure :
 - 1.1 la normale à la surface de séparation entre l'air et l'eau
 - 1.2 Le rayon réfléchi et le rayon réfracté.
2. Énonce la deuxième loi:
 - 2.1 de réflexion de la lumière
 - 2.2 de réfraction de la lumière
3. Détermine la valeur l'angle d'incidence i_1
4. Déduis la valeur des angles de réflexion r , de réfraction i_2 et l'angle limite de réfraction i_{1l} .

CORRIGE EXERCICE 4

1. Représentation qualitative sur la figure :
 - 1.1 de la normale à la surface de séparation entre l'air et l'eau : voir figure
 - 1.2 du rayon réfléchi et le rayon réfracté : voir figure
2. Énonce la deuxième loi:
 - 2.1 de réflexion de la lumière :

L'angle de réfraction i_2 et l'angle d'incidence i_1 sont liés par la relation $n_2 \cdot \sin i_2 = n_1 \cdot \sin i_1$.

- 2.2 de réfraction de la lumière

L'angle de réfraction i_2 et l'angle d'incidence i_1 sont liés par la relation $n_2 \cdot \sin i_2 = n_1 \cdot \sin i_1$.

3. Valeur l'angle d'incidence i_1

L'angle d'incidence i_1 est l'angle formé par le rayon incident et la normale à la surface de séparation entre l'air et l'eau : $i_1 = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$

4. Déduis la valeur des angles de réflexion r , de réfraction i_2 et l'angle limite de réfraction i_ℓ .

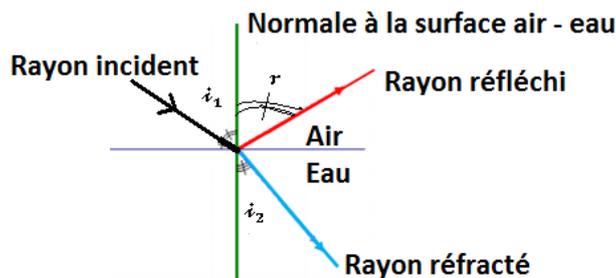
- L'angle de réflexion r est égal à l'angle d'incidence i_1 : $i_1 = r = 60^\circ$
- Selon la loi de réfraction, on a : $n_2 \sin i_2 = n_1 \sin i_1 \Rightarrow \sin i_2 = \frac{n_1 \sin i_1}{n_2}$

$$i_2 = \sin^{-1}\left(\frac{n_1 \sin i_1}{n_2}\right)$$

$$i_2 = \sin^{-1}\left(\frac{1 \times \sin 60^\circ}{1,33}\right)$$

$$i_2 = \sin^{-1}\left(\frac{1 \times \sin 60^\circ}{1,33}\right)$$

$$i_2 = 40^\circ$$



Pour obtenir l'angle de réfraction i_ℓ : $i_1 = 90^\circ \Rightarrow \sin i_1 = 1$

$$n_2 \sin i_2 = n_1 \Rightarrow \sin i_\ell = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{A.N : } \sin i_\ell = \frac{1}{1,33} = 0,752 \text{ donc } i_\ell = 48,75^\circ$$

Exercice 5

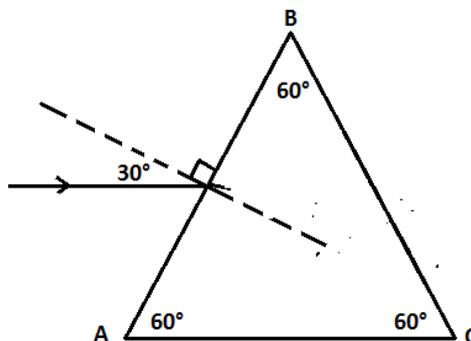
Au cours d'une séance de travaux, un groupe d'élèves, en présence de leur professeur de Physique-Chimie, réalise la réfraction d'un rayon incident par un prisme en verre d'indice $n = 1,52$.

A l'aide d'une source de laser, un élève fait émettre un rayon lumineux à la surface du prisme triangulaire ABC selon un angle incident de 30° . Le groupe veut déterminer l'angle de réfraction à son retour dans l'air. Tu es sollicité.

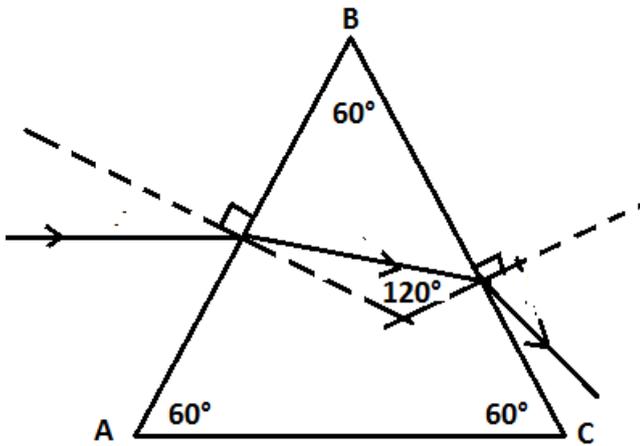
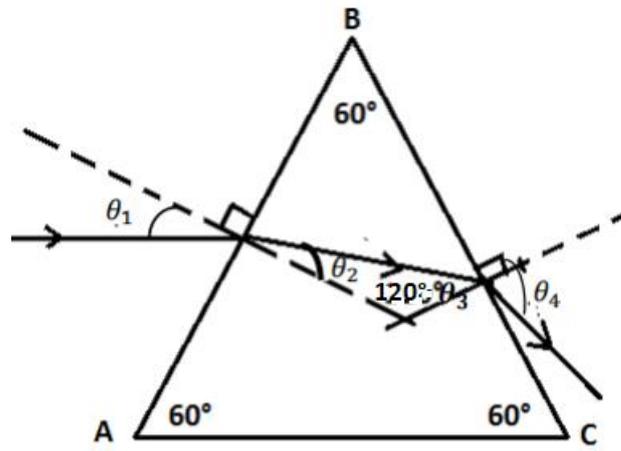
1. Schématise la situation décrite.
2. Représente qualitativement sur la figure le rayon réfracté.
3. Détermine l'angle de réfraction θ_2 dans le verre.
4. Détermine l'angle de réaction θ_3 du rayon à son retour dans l'air.
- 5.

Correction de l'exercice 5

1. Schéma de la situation décrite



2. Représentation qualitativement sur la figure le rayon réfracté



3. Angle de réfraction θ_2 dans le verre.

- $n_2 \sin \theta_2 = n_1 \sin \theta_1 \Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{n_2}$

$$\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{n_1 \sin i_1}{n_2}\right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{1 \times \sin 30^\circ}{1,52}\right) ; \theta_2 = 19,2^\circ$$

4. Angle de réaction θ_3 du rayon à son retour dans l'air

$$n_1 \sin \theta_3 = n_2 \sin \theta_2 \Rightarrow \sin \theta_3 = \frac{n_2 \sin \theta_2}{n_1}$$

$$\theta_3 = \sin^{-1}\left(\frac{n_2 \sin \theta_2}{n_1}\right)$$

$$\theta_3 = \sin^{-1}\left(\frac{1,52 \times \sin 30^\circ}{1}\right) ; \theta_3 = 40,8^\circ$$

IV. DOCUMENTATION

Les applications industrielles de la fibre optique

La fibre optique est de plus en plus utilisée de nos jours dans de nombreux domaines :

- **la télécommunication** : les liaisons urbaines et inter-urbaines, ainsi que dans les liaisons sous-marines ;
- **l'audiovisuel** : réalisation des réseaux câblés de télévision ;



- **la médecine** : d'abord en endoscopie pour éclairer l'intérieur d'un corps et ensuite envoyer les images au médecin, puis en chirurgie en binôme avec un faisceau laser pour pulvériser un calcul rénal, éliminer une tumeur ou encore pour réparer une rétine ;



- **l'éclairage** : décoration et illumination des piscines, des bassins ou des fontaines ; les panneaux de signalisation et les enseignes ;



- **la signalisation routière** : rond-points et séparation de voies de circulation.

On cherche à la développer dans d'autres domaines tel que **l'astronautique** : elle représente en effet un appareil idéal pour constituer le cœur des systèmes de navigation des fusées et des satellites.