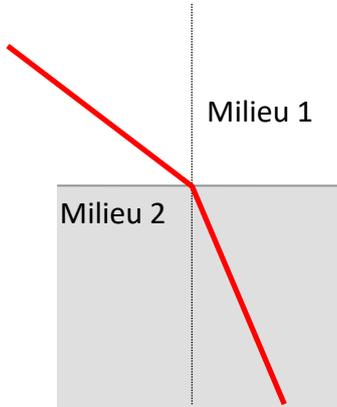


# Application de la réfraction : allumage automatique des essuie-glaces

Toutes les voitures récentes sont équipées d'un détecteur de pluie qui déclenche le fonctionnement des essuie-glaces quand c'est nécessaire.

On se propose d'expliquer comment fonctionne l'allumage automatique des essuie-glaces d'une voiture.

## 1. Enoncé de la loi de Descartes



Dessiner sur le schéma :

$i$  : angle d'incidence entre le rayon d'incidence et la normale

$r$  : angle de réfraction entre le rayon réfracté et la normale

**La loi de Descartes permet d'écrire :**  $n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$

On donne  $n_{air} = 1,00$      $n_{verre} = 1,50$      $n_{eau} = 1,33$

## 2. Etude du passage de l'air au verre :

Calculer l'angle de réfraction  $r$  lorsque le rayon arrive sur l'interface air/verre avec un angle d'incidence  $i = 40^\circ$ .

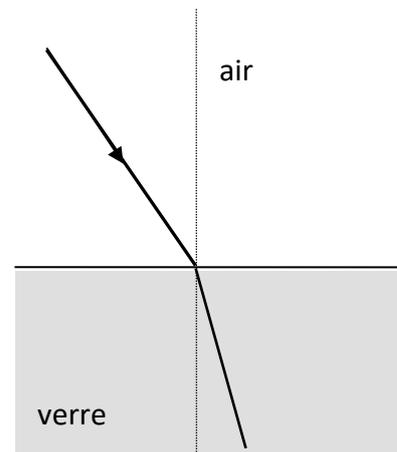
Compléter le schéma, sans respecter la valeur de l'angle, en indiquant si le rayon s'écarte ou s'éloigne de la normale.

Loi de Descartes :  $n_{air} \cdot \sin i = n_{verre} \cdot \sin r$

$$\text{D'où} \quad \sin r = \frac{n_{air} \cdot \sin i}{n_{verre}}$$

$$\text{A.N.} \quad \sin r = \frac{1,00 \times \sin(40)}{1,50} = 0,43$$

$$r = \arcsin 0,43 = 25^\circ$$



On constate que  $r < i$  : le rayon se rapproche de la normale.

## 3. Etude du passage du verre à l'air

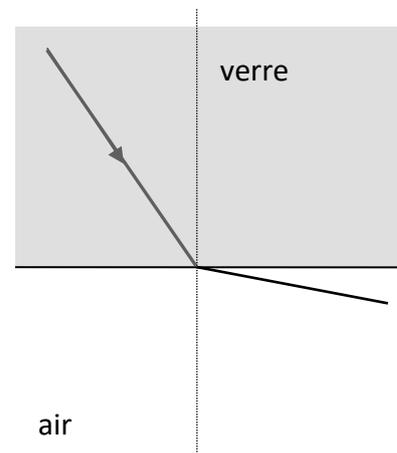
- a. Calculer l'angle de réfraction  $r$  lorsque le rayon arrive sur l'interface verre/air avec un angle d'incidence  $i = 40^\circ$ . Compléter le schéma, sans respecter la valeur de l'angle, en indiquant si le rayon s'écarte ou s'éloigne de la normale.

Loi de Descartes :  $n_{verre} \cdot \sin i = n_{air} \cdot \sin r$

$$\text{D'où} \quad \sin r = \frac{n_{verre} \cdot \sin i}{n_{air}}$$

$$\text{A.N.} \quad \sin r = \frac{1,50 \times \sin(40)}{1,00} = 0,96$$

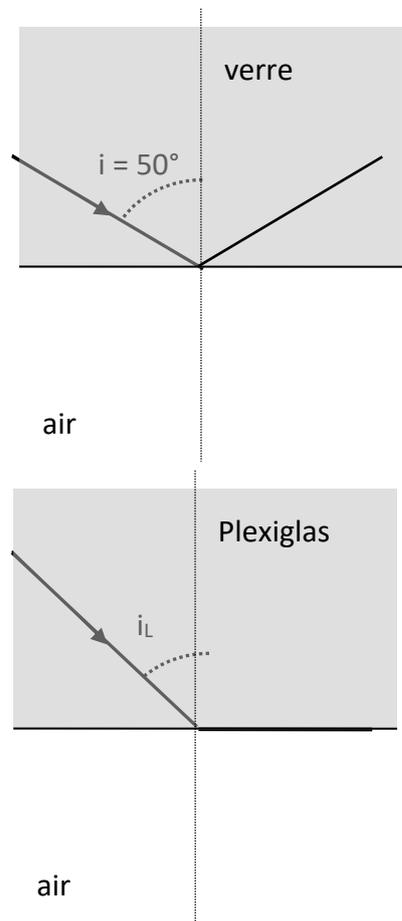
$$r = \arcsin 0,96 = 75^\circ$$



On constate que  $r > i$  : le rayon s'éloigne de la normale.

- b. Lorsque l'angle d'incidence  $i$  est  $50^\circ$ , déterminer expérimentalement s'il existe un rayon réfracté ? Pourquoi parle-t-on de réflexion totale ? Dessiner sur le schéma la situation correspondante.

Il n'y a pas de rayon réfracté. La lumière est entièrement réfléchi.



- c. La réflexion totale s'applique aux rayons pour lesquels l'angle d'incidence  $i$  est supérieur à un angle limite  $i_L$  pour lequel  $r = 90^\circ$ . Calculer l'angle d'incidence limite  $i_L$  pour le passage du plexiglas à l'air.

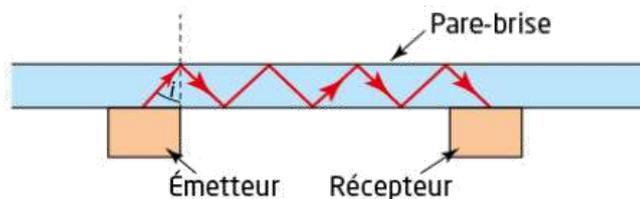
Loi de Descartes :  $n_{\text{verre}} \cdot \sin i_L = n_{\text{air}} \cdot \sin 90$

D'où 
$$\sin i_L = \frac{n_{\text{air}} \cdot \sin 90}{n_{\text{verre}}}$$

A.N. 
$$\sin i_L = \frac{1,00 \times \sin 90}{1,50} = 0,67$$

$$i_L = \arcsin 0,67 = 42^\circ$$

4. Principe du détecteur de pluie :



Un émetteur envoie dans le pare-brise un rayonnement infrarouge avec un angle  $i = 45^\circ$ . Après de multiples réflexions sur les deux faces du pare-brise, le rayonnement est capté et analysé par le récepteur. La détection d'une baisse de l'intensité lumineuse par le récepteur entraîne la mise en marche des essuie-glaces. Plus cette baisse est importante, plus la vitesse des essuie-glaces est grande.

D'après fiches-auto.fr.

- a. Justifier que sous une incidence  $i = 45^\circ$ , le rayonnement infrarouge est totalement réfléchi.  $i > i_L$ , on est dans le cas de la réflexion totale : la lumière est entièrement réfléchi.
- b. Des gouttes d'eau tombent sur le pare-brise d'une voiture. Montrer qu'il n'y a plus de réflexion totale du rayonnement infrarouge au niveau de la surface de séparation verre/eau.

Calculons l'angle limite  $i_L$  de réflexion totale :

Loi de Descartes :  $n_{\text{verre}} \cdot \sin i_L = n_{\text{eau}} \cdot \sin 90$

D'où 
$$\sin i_L = \frac{n_{\text{eau}} \cdot \sin 90}{n_{\text{verre}}}$$

A.N. 
$$\sin i_L = \frac{1,33 \times \sin 90}{1,50} = 0,89$$

$$i_L = \arcsin 0,89 = 62^\circ$$

Dans ce cas,  $i < i_L$ , il y a réflexion.

- c. Dédurre des réponses précédentes une justification des deux dernières phrases du document ci-dessus.

La réflexion correspond à une « perte » d'intensité du rayonnement infrarouge, puisque les rayons ne sont plus « emprisonnés » dans le pare-brise et sortent vers l'extérieur.

Plus il y a de gouttes d'eau, plus l'intensité diminue.

- d. Expliquer pourquoi le rayonnement émis par le détecteur a été choisi dans le domaine de l'infrarouge.

Les rayonnements infrarouges sont invisibles à nos yeux et ne perturbent pas la vision à travers le pare-brise.