

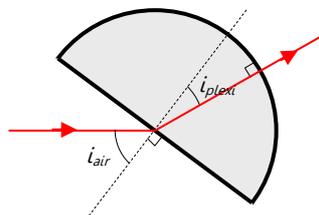
## Réfraction et réflexion totale de la lumière

### Éléments de correction

#### I. Préparation des expériences.

1.  $n_{air} = \frac{c}{v_{air}} \approx \frac{c}{c} = 1$  ceci reste correct avec 3 chiffres significatifs :  $n_{air} = 1,00$

2. Lorsqu'un rayon lumineux traverse de part en part un morceau de plexiglas, il subit 2 réfractions (une en entrant dans le plexiglas et une en sortant du plexiglas), ce qui complique l'étude. Pour simplifier l'étude, il est nécessaire de n'avoir qu'une réfraction. Ceci est possible avec le demi-cylindre de plexiglas : comme le rayon lumineux passe par le centre du demi-cercle, il correspond à un rayon du demi-cercle et est donc perpendiculaire à ce demi-cercle à sa sortie ; il ne subit donc pas une deuxième réfraction.



3. Réglage du montage.

#### II. Vérification de la 2<sup>de</sup> loi de la réfraction et mesure de l'indice optique.

4. On cherche à montrer qu'il y a bien proportionnalité entre les sinus des angles  $i_{air}$  et  $i_{plexi}$  ( $\sin(i_{air}) = k \times \sin(i_{plexi})$ ) donc que leur représentation est une droite passant par l'origine :

- Pour différentes valeurs de l'angle  $i_{air}$ , on mesure l'angle  $i_{plexi}$  ;
- On saisit les valeurs expérimentales sur le tableur-grapheur Regressi ;
- On ne cherche pas à faire une représentation graphique de  $i_{plexi}$  en fonction de  $i_{air}$  car ce n'est pas  $i_{air}$  et  $i_{plexi}$  qui sont proportionnels (mais  $\sin(i_{air})$  et  $\sin(i_{plexi})$ ) ;
- Avec le tableur-grapheur Regressi, on deux nouvelles grandeurs, appelées  $\text{siniair}$  et  $\text{siniplexi}$ , dont les définitions sont  $\text{siniair} = \sin(i_{air})$  et  $\text{siniplexi} = \sin(i_{plexi})$  ;
- On affiche la **représentation graphique de  $\sin(i_{air})$  en fonction de  $\sin(i_{plexi})$**  ;
- On modélise ce graphique par une droite passant par l'origine (d'équation  $\sin(i_{air}) = k \times \sin(i_{plexi})$ ) et on vérifie que cette droite passe bien proches des points obtenus expérimentalement.

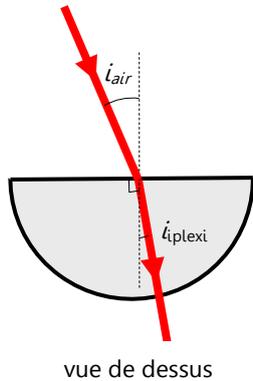
5. Réalisation des mesures.

6. Regressi donne le coefficient directeur  $k$  de la droite représentant  $\sin(i_{air})$  en fonction de  $\sin(i_{plexi})$  (d'équation  $\sin(i_{air}) = k \times \sin(i_{plexi})$ ). On trouve par exemple  $k = 1,5$ .

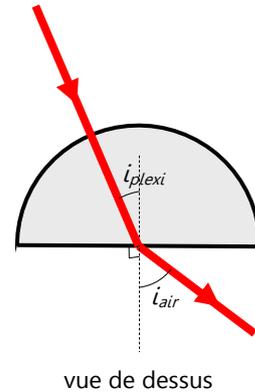
Or  $k = \frac{n_{plexi}}{n_{air}}$  donc  $n_{plexi} = k \times n_{air} = 1,5 \times 1,00 = 1,5$

**III. Angle d'incidence limite et mesure de l'indice optique.**

7.

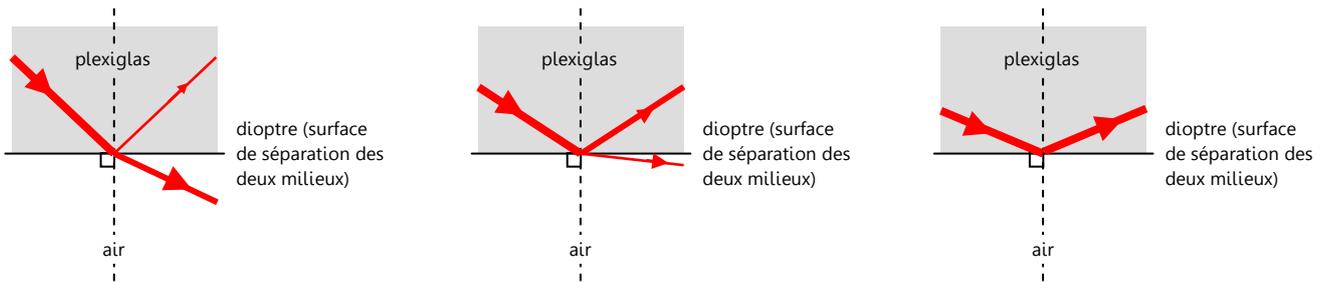


8.



9. Dans le cas du passage de l'air au plexiglas (milieu plus réfringent que l'air, c'est-à-dire dont l'indice optique est plus grand) le faisceau lumineux se rapproche de la normale au dioptre (en pointillés) alors que dans le cas du passage du plexiglas à l'air le faisceau lumineux s'éloigne de la normale au dioptre (en pointillés).

10.



Lors du passage du plexiglas vers l'air, le rayon réfracté doit être plus proche du dioptre que le rayon incident. Mais si le rayon incident est déjà trop proche de ce dioptre, il n'est pas transmis (et donc pas réfracté) mais est totalement réfléchi. On dit alors qu'il y a réflexion totale.

11. Le phénomène de réflexion totale n'existe que lorsque la lumière rencontre un milieu moins réfringent (d'indice optique plus petit). Dans le cas du passage de l'air à l'air au plexiglas (la lumière rencontre un milieu plus réfringent), le phénomène de réflexion totale n'est donc pas rencontré. L'angle limite de réfraction vaut environ 42°.

12. Avec le plexiglas, l'angle d'incidence limite (au-delà duquel il n'y a plus de réfraction mais il y a réflexion totale) est de 42°.

L'angle de réfraction doit alors valoir 90°.

13. On trouve par exemple que l'angle d'incidence limite (au-delà duquel il n'y a plus de réfraction mais il y a réflexion totale) est compris entre 42° et 42,5°.

L'étendue de cet intervalle vaut donc  $e = 42,5^\circ - 42^\circ = 0,5^\circ$ .

Mais cette étendue  $e$  ne peut pas être prise inférieure à la résolution qui vaut ici 1°.

Nous retiendrons donc  $e = 1^\circ$ .

14.  $n_{plexi} \times \sin(i_{plexi}) = n_{air} \times \sin(i_{air})$  avec  $i_{plexi} = 42^\circ$ ,  $i_{air} = 90^\circ$  et  $n_{air} = 1,00$

donc  $n_{plexi} = \frac{n_{air} \cdot \sin(i_{air})}{\sin(i_{plexi})} = \frac{1,00 \times \sin(90^\circ)}{\sin(42^\circ)} = 1,49447655$  (que l'on arrondira suite au calcul de l'incertitude)

15. L'incertitude-type sur l'indice optique est  $u(n_{plexi}) = 0,0084 \times e = 0,0084 \times 1 \approx 0,008$

Le résultat complet de la mesure est donc  $n_{plexi} = 1,494$  avec  $u(n_{plexi}) = 0,008$

16. Pour comparer notre mesure à la valeur généralement admise ( $n_{référence} = 1,5$ ) on calcule le z-score :

$$z = \frac{|n_{plexi} - n_{référence}|}{u(n_{plexi})} = \frac{|1,494 - 1,5|}{0,008} = \frac{1,5 - 1,494}{0,008} = 0,75$$

ce qui est inférieur à 2 donc nos mesures donnent un résultat qui correspond à la valeur généralement admise.