

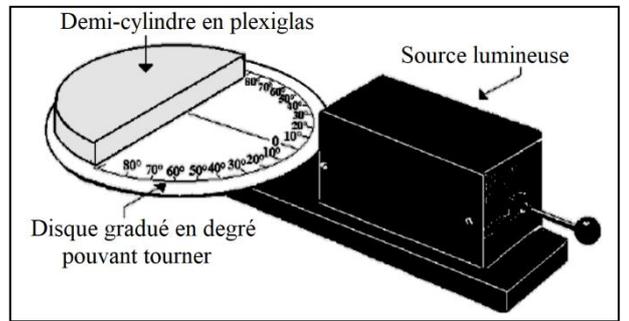
## Indice optique du plexiglas

Le but de ce TP est d'utiliser la loi de Snell-Descartes sur la réfraction pour déterminer la valeur de l'indice optique du plexiglas par deux méthodes différentes.

### Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est constitué par :

- ♦ Une source lumineuse monochromatique qui laissera s'échapper un faisceau de lumière monochromatique au travers d'une fente. On assimilera ce faisceau à un seul rayon ;
- ♦ Une plateforme tournante graduée en degrés ;
- ♦ Un demi-cylindre en plexiglas, d'indice de réfraction  $n_p$ , posé sur la plateforme tournante. Ce demi-cylindre présente deux types de faces verticales : une face plane (on l'appellera dioptre plan D1) et une face cylindrique (on l'appellera dioptre cylindrique D2).

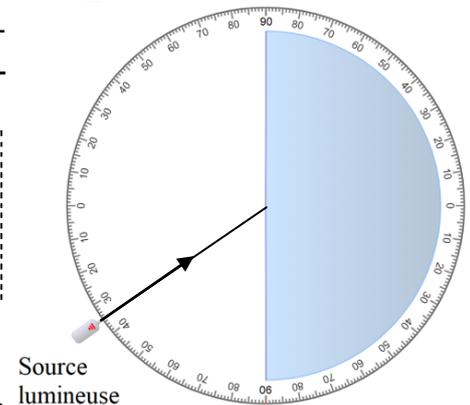


1- Sur la figure ci-dessus, surligner le dioptre plan D1 en rouge et le dioptre cylindrique D2 en vert.

### I- UNE PREMIERE DETERMINATION DE L'INDICE DE REFRACTION $n_p$

Dans cette partie, nous disposerons le demi-cylindre pour que le rayon lumineux sortant de la source vienne directement frapper le centre du dioptre plan D1 (voir figure ci-contre).

- ▶ Régler la source lumineuse pour que le faisceau en sortie soit fin et dirigé exactement sur le centre du demi-cylindre.
- ▶ Tourner le plateau afin que le rayon lumineux soit approximativement dans la même disposition que celle de la figure ci-contre.



- 2- Compléter la figure ci-contre :
  - # en surlignant le dioptre D1 en rouge, le dioptre D2 en vert ;
  - # en indiquant où se trouve le point d'incidence I pour le dioptre D1 puis traçant en pointillés la normale au dioptre D1 ;
  - # en traçant le rayon réfracté et le rayon réfléchi (en accord avec vos observations) ;
  - # en indiquant où se trouvent l'angle d'incidence  $i_A$ , l'angle de réflexion  $r$  et l'angle de réfraction  $i_p$ .
- 3- Le point d'incidence I est un point particulier de ce dispositif. Lequel ? Justifier alors que le rayon lumineux réfracté ressorte ensuite du dioptre D2 sans être dévié.
- 4- La 2<sup>ème</sup> loi de Snell-Descartes sur la réflexion est-elle vérifiée ? Justifier.
- 5- On note  $n_A$  l'indice de réfraction de l'air ( $n_A = 1,000$ ). Quelle relation unit les grandeurs  $n_A$ ,  $n_p$ ,  $i_A$  et  $i_p$  ?

▶ Pour une dizaine de valeurs de  $i_A$  réparties entre  $0^\circ$  et  $80^\circ$ , mesurer les valeurs de  $i_p$  correspondantes et regrouper les valeurs dans le tableau ci-dessous.

$i_A$ (en $^\circ$ )									
$i_p$ (en $^\circ$ )									

6- Quelles sont les principales sources d'erreurs à considérer lors des mesures précédentes ?

On souhaite tracer le graphique  $\sin(i_A) = f(\sin(i_p))$  pour vérifier si les mesures précédentes valident ou non la 2<sup>ème</sup> loi de Snell-Descartes sur la réfraction. Pour cela, nous allons utiliser une programmation Python disponible sur le lien suivant, envoyé par mail par votre professeur :

[https://colab.research.google.com/drive/13PEQjxzi3LQpL9nFQk4cDi6tYa\\_CspnV](https://colab.research.google.com/drive/13PEQjxzi3LQpL9nFQk4cDi6tYa_CspnV)

7- Pourquoi avoir choisi de tracer le graphique  $\sin(i_A) = f(\sin(i_p))$  et pas  $i_A = f(i_p)$  pour vérifier la validité de la 2<sup>ème</sup> loi de Snell-Descartes sur la réfraction ?

☒ Compléter le fichier Python sur ce lien et dans les différents cadres ci-dessous en lisant attentivement les différentes consignes qui suivent.

### ➔ 1<sup>ère</sup> étape : Enregistrement du fichier dans votre Google Drive

Dans l'onglet "Fichier", cliquez sur "Enregistrer une copie dans Google Drive". Vous pouvez alors retrouver le fichier copié dans la partie "Colab Notebooks" de votre Google Drive et vous pourrez aussi modifier le fichier à souhaits.

### ➔ 2<sup>ème</sup> étape : Programme PYTHON pour vérifier la 2<sup>ème</sup> loi de Snell-Descartes sur la réfraction

```
# Importation des bibliothèques utiles :
..... # Pour faire des calculs, des tableaux
..... # Pour tracer des graphiques

# Valeur de l'indice de réfraction de l'air :
nA = ..... # Indiquer la valeur de l'indice de réfraction de l'air

# Tableau des différentes valeurs d'angles d'incidence iA et d'angle de réfraction iP :
iA = ..... # Tableau des différentes valeurs d'angle d'incidence (en °)
iP = ..... # Tableau des différentes valeurs d'angle de réfraction (en °)
N = ..... # Décompte le nombre de valeurs rentrées dans le tableau des angles d'incidence

# Calcul des grandeurs sin(iA) et sin(iP) :
sin_iA = ..... # Formule qui donne l'expression de sin(iA) avec iA en RADIANS !
sin_iP = ..... # Formule qui donne l'expression de sin(iP) avec iP en RADIANS !

# Tracé du graphique sin(iA) = f(sin(iP)) :
..... # Choix des axes du graphique et du style de points (croix rouges)
..... # Titre de l'axe des abscisses
..... # Titre de l'axe des ordonnées
..... # Titre du graphique
..... # Commande pour afficher le graphique
```

☒ 8- Exécuter le programme Python puis commenter la disposition des points sur le graphique.

On souhaite déterminer la valeur de l'indice de réfraction «  $n_P$  » du plexiglas. Pour cela, nous allons faire calculer cette valeur de  $n_P$  pour les 10 couples de données relevées expérimentalement puis nous allons en réaliser une étude statistique afin de déterminer la valeur moyenne, l'écart-type et l'incertitude-type associée.

```
# Calcul de l'indice de réfraction du plexiglas pour chaque couple de mesure :
nP = ..... # Ecrire la formule permettant de calculer nP en fonction de nA, iA et iP

# Calcul de la valeur moyenne, de l'écart-type et de l'incertitude-type de nP :
nP_moy = ..... # Formule pour calculer la valeur moyenne des différentes valeurs de nP
ecart_nP = ..... # Formule pour calculer l'écart-type des différentes valeurs de nP
u_nP = ..... # Formule pour calculer l'incertitude-type sur la moyenne de nP

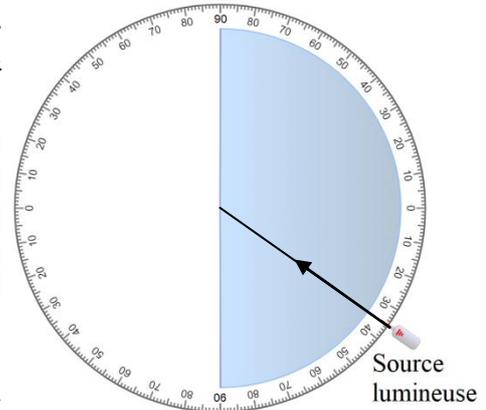
# Affichage de la valeur moyenne et de l'incertitude-type de nP :
print("Valeur moyenne de nP (sans unité) = ", .....) # Affiche la valeur moyenne de nP
print("Incertitude-type sur nP (sans unité) = ", .....) # Affiche l'incertitude-type sur nP
```

☒ 9- Annoncer alors la valeur de  $n_P$  en l'accompagnant de son incertitude-type  $u(n_P)$  arrondie à 1 chiffre significatif.

☒ 10- Calculer l'écart normalisé de cette valeur de  $n_P$  avec la valeur de référence  $n_P(\text{ref}) = 1,510$ . Conclure.

## II- UNE DEUXIEME DETERMINATION DE L'INDICE DE REFRACTION $n_p$

Dans cette partie, nous disposerons le demi-cylindre pour que le rayon lumineux sortant de la source traverse le dioptre cylindrique D2 sans être dévié puis atteigne le dioptre D1 exactement en son centre (voir figure ci-contre).



▶ Régler la source lumineuse pour que le faisceau en sortie soit fin et orienté tel que décrit précédemment.

▶ Tourner le plateau afin que le rayon lumineux soit approximativement dans la même disposition que celle de la figure ci-contre.

- 11- Compléter la figure ci-contre :
- # en surlignant le dioptre D1 en rouge, le dioptre D2 en vert ;
  - # en indiquant où se trouve le point d'incidence I au dioptre D1 et en traçant en pointillés la normale au dioptre D1 ;
  - # en traçant le rayon réfracté et le rayon réfléchi (en accord avec vos observations) ;
  - # en indiquant où se trouvent l'angle d'incidence  $i_p$ , l'angle de réflexion  $r$  et l'angle de réfraction  $i_A$ .

- 12- Pourquoi n'y a-t-il pas de réfraction au niveau du dioptre D2 ?

▶ Faire tourner le plateau afin que l'angle d'incidence varie de  $0^\circ$  à  $90^\circ$  et observer le rayon réfracté ...

- 13- Quel phénomène observe-t-on ? Pourquoi était-ce prévisible ?

▶ Faire tourner le plateau afin de pouvoir mesurer l'angle d'incidence limite  $i_{p,LIM}$  à partir duquel le phénomène précédent est observé.

$$i_{p,LIM} = \dots\dots\dots$$

- 14- Convertir cet angle  $i_{p,LIM}$  en radians puis déterminer son incertitude-type  $u(i_{p,LIM})$  en radian en vous référant à l'Exemple 4 de la **Fiche OUTIL 02 « Mesures et Incertitudes »**. Ecrire le résultat final sous la forme suivante  $i_{p,LIM} = \dots \pm \dots$ , en se limitant à 2 chiffres significatifs pour l'incertitude-type.

- 15- On note  $n_A$  l'indice de réfraction de l'air ( $n_A = 1,000$ ). Quelle relation unit les grandeurs  $n_A$ ,  $n_p$  et  $i_{p,LIM}$  ? En déduire la valeur de  $n_p$  par cette nouvelle méthode.

- 16- L'incertitude-type  $u(n_p)$  sur cette valeur de  $n_p$  est reliée à l'angle  $i_{p,LIM}$  et à son incertitude-type  $u(i_{p,LIM})$  par la relation suivante, obtenue en manipulant les formules d'incertitudes composées :

$$u(n_p) = \frac{\cos(i_{p,LIM})}{\sin^2(i_{p,LIM})} \times u(i_{p,LIM}) \quad \text{avec } i_{p,LIM} \text{ et } u(i_{p,LIM}) \text{ en radian}$$

En déduire l'expression de  $n_p$  sous la forme  $n_p = \dots \pm \dots$ , en se limitant à 2 chiffres significatifs pour l'incertitude-type.

- 17- Calculer l'écart normalisé de cette valeur de  $n_p$  avec la valeur de référence  $n_p(\text{ref}) = 1,510$ . Conclure.

## III- ET SI LA LUMIERE UTILISEE ETAIT DE LA LUMIERE BLANCHE ...

▶ Aller sur le site :

[https://www.hatier-clic.fr/miniliens/mie/9782401020658/Simulateur\\_refraction\\_p7-243/index.html](https://www.hatier-clic.fr/miniliens/mie/9782401020658/Simulateur_refraction_p7-243/index.html)

▶ Disposer la source lumineuse du côté du dioptre cylindrique D2 pour que l'angle d'incidence sur le dioptre plan D1 soit proche de l'angle d'incidence limite  $i_{p,LIM}$  déterminé précédemment.

▶ Observer ce qu'on observe en sortie du dioptre D1 et compléter la figure ci-contre rendant compte de vos observations.

- 18- En quoi cette observation montre-t-elle que le plexiglas est un milieu **dispersif** pour les ondes lumineuses ?

