TP n°1 : Lois de Snell et Descartes

Objectifs du TP :

• Mettre en œuvre une expérience de réflexion totale et s'en servir pour remonter à l'indice optique d'un milieu.
• Exploiter la relation de Snell-Descartes pour déterminer l'indice optique d'un milieu.
• Estimer et calculer des incertitudes, comparer le résultats d'une mesure à une valeur de référence.

Symboles rencontrés dans ce TP :

i. : C'est une question à laquelle il faut répondre.
★ : Il y a une manipulation expérimentale à faire.
֍ : Il y a une travail à faire sur l'ordinateur.

Attendus de votre compte-rendu de TP

• Faire une petite introduction précisant les principaux objectifs du TP et une conclusion vis-à-vis des objectifs visés.
• Dans chaque partie, répondre aux questions, noter vos résultats expérimentaux, faire des schémas, commenter vos résultats.
• S'il y a un travail numérique, le sauvegarder et l'envoyer via Pronote.

I. Etude de la loi de Snell-Descartes sur la réfraction

1) Rappeler la loi de Snell-Descartes (avec un schéma).

★ Allumer le dispositif expérimental, on s'intéresse au dioptre air → plexiglass

★ Mesurer l'angle i_1 du rayon incident et i_2 du rayon réfracté. Recommencer pour dix valeurs d'angle d'incidence différents. Compléter le tableau.

I_1										
I_2										

L'exploitation des mesures sera effectuée avec Python en utilisant Spyder.

֍ Sur Spyder, ouvrir sur le fichier TP1.py.

֍ Compléter les lignes pour rentrer vos mesures dans le programme.

֍ Compléter la section du programme pour convertir les angles mesurés en radian.

2) On dispose donc d'un tableau de dix valeurs d'indice n. De quel type est l'incertitude associée ?

֍ Ajouter une ligne sous le calcul de l'indice optique pour afficher le tableau de valeur avec l'instruction : « print() »

֍ Exécuter les différentes cellules pour calculer :
- la valeur moyenne des valeurs de n
- l'écart-type de la série de mesures de n :
- l'incertitude type de l'indice optique u(n)

3) Recopier les valeurs obtenues dans le tableau ci-dessous.

$\bar{n}$	σ_n	u(n)

4) Ecrire le résultat sous forme X = x ± u(x) (Attention aux chiffres significatifs).

Dans la littérature, on trouve n = 1,49 pour l'indice optique du plexiglass.

5) Calculer le z-score et conclure. (*cf : fiche méthode sur les incertitudes*)

II. Réflexion totale

6) Quelle condition sur les l'indices optiques des milieux est nécessaire pour observer le phénomène de réflexion totale ? Justifier.

7) Retrouver dans votre cours l'expression de l'angle limite $i_{1,\text{lim}}$ en fonction de n_1 et n_2. (*On rappelle qu'à la limite de réflexion totale on a* $i_2 = \frac{\pi}{2}$).

8) Proposez un protocole permettant de déterminer expérimentalement la valeur de $i_{1,\text{lim}}$.

★ Mettre en œuvre le protocole proposé.

9) De quel type est l'incertitude associée ?

★ Evaluer la demi-largeur $\epsilon_{1,\text{lim}}$ de l'intervalle de l'angle limite $i_{1,\text{lim}}$ ou vous êtes raisonnablement certains que la valeur recherchée se trouve.

10) En déduire l'incertitude $u(i_{1,\text{lim}})$ et écrire le résultat final.

Dans ce cas la formule de propagation des incertitudes donne : $u(n) = \frac{1}{\tan(i1,lim)\times \sin(i1,lim)} \times u(i_{1,lim})$.

11) Calculer n et son incertitude par cette méthode. Ecrire le résultat sous forme X = x ± u(x).

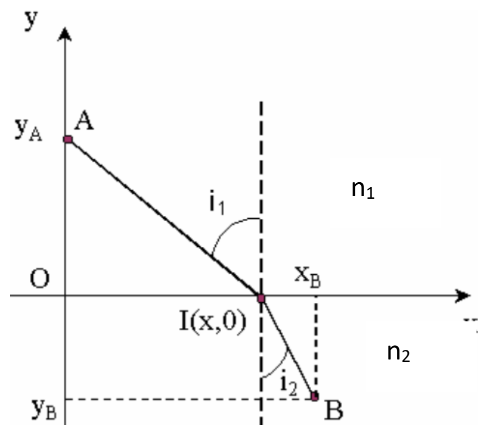
12) Calculer le z-score et conclure. (*cf : fiche méthode sur les incertitudes*)

13) Conclure en comparant (avantages et inconvénients) les deux méthodes pour mesurer l'indice optique du plexiglass.

III. Complément théorique : Le principe de Fermat

Pierre de Fermat (mathématicien et physicien français, 1601-1665) postula que les rayons lumineux répondaient à un principe très général selon lequel le chemin emprunté par la lumière pour se rendre d'un point donné à un autre était celui pour lequel le temps de parcours était minimum.

On souhaite exploiter ce principe pour retrouver la loi de Snell-Descartes pour la réfraction.



1) Calculer la distance parcourue par le rayon lumineux pour aller de A vers B en fonction de x.

2) En déduire son temps de parcours τ(x).

3) A quelle condition sur x le temps de parcours est extrémale (ici minimale) ? (*on pourra commencer par calculer la dérivée de τ(x)*)

4) Retrouver la loi de la réfraction de Snell-Descartes.

On remarquera que : $\frac{x}{AI} = \frac{x}{\sqrt{x^2+y_A^2}} = \sin(i_1)$ et $\frac{x_B-x}{IB} = \frac{x_B-x}{\sqrt{(x_B-x)^2+y_B^2}} = \sin(i_2)$