

## Vérification expérimentale des lois de Descartes

Pour qu'un modèle scientifique puisse être accepté par la communauté scientifique, il est nécessaire qu'il ait été validé par confrontation de ses prédictions à des résultats expérimentaux.

Nous allons nous intéresser ici aux lois établies séparément par Willebrord Snell et René Descartes au sujet de la réfraction et de la réflexion des ondes lumineuses. Ce phénomène est particulièrement intéressant car il a été très longtemps étudié expérimentalement avant l'établissement de ces lois.

Citons par exemple Archimède qui a remarqué le phénomène de réfraction dès le III<sup>e</sup> siècle avant JC dans la cuisine de sa villa sicilienne à Syracuse.

### Matériel à disposition

↪ Source lumineuse (diode laser)

↪ Demi-cylindre de plexiglas

↪ Disque optique gradué

↪ Prisme

### Travail personnel

Il est conseillé de préparer les questions précédées du symbole  chez vous afin de ne consacrer votre temps qu'aux manipulations. Un TP bien préparé vous fait gagner du temps en séance expérimentale.

Le lundi suivant la séance, il vous faudra rendre un compte-rendu **détaillé** et **propre** expliquant vos démarches, les résultats de vos mesures (schémas à l'appui lorsque vous le jugez nécessaire), les conclusions que vous en tirez, et toute remarque supplémentaire nécessaire pour en faire un support pertinent pour vos révisions. Ce compte-rendu ne doit pas être une reprise question par question de l'énoncé du TP mais une appropriation du TP dans laquelle vous mettrez en évidence les points cruciaux des expériences menées.

## Loi de Snell-Descartes pour la réflexion

-  1/ Rappeler les lois de Descartes pour la réflexion en vous appuyant sur un schéma.  
2/ Vérifier cette loi pour différents angles d'incidence.

## Loi de Snell-Descartes pour la réfraction

### 1 - Incidence sur la face plane

On place la surface plane perpendiculairement au faisceau lumineux (l'angle d'incidence  $i$  est alors égal à 0) puis on augmente progressivement  $i$ .

-  Réaliser une série de mesures afin de vérifier la loi de la réfraction et de déterminer l'indice de réfraction  $n$  du plexiglas utilisé à l'aide d'un graphique judicieusement choisi.  
 Regrouper les mesures dans un tableau. On indiquera avec quelle incertitude sont faites les mesures d'angles.  
 Tracer sur papier millimétré le graphique utilisé pour déterminer  $n$ .

3/ Déterminer la valeur de  $n$ .

4/ Qu'observe-t-on pour un angle de réfraction voisin de  $i = 90^\circ$ ? Expliquer.

-  Mesurer l'angle de réfraction limite  $i_{\text{lim}}$ .

5/ Calculer l'écart relatif avec la valeur théorique (Rappel :  $i_{\text{lim}} = \arcsin\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$  avec  $n_1$  et  $n_2$  les indices de réfraction respectifs du milieu avant l'interface et du milieu après l'interface).

## 2 - Incidence sur la face circulaire

On place la face circulaire du disque en plexiglas perpendiculairement au faisceau lumineux ( $i = 0$ ) puis on augmente l'angle d'incidence.

- 6/ Le faisceau lumineux est-il dévié par la face circulaire? Expliquer pourquoi.
- ☒ Réaliser une série de mesures afin de vérifier la loi de la réfraction et de déterminer l'indice de réfraction  $n$  du plexiglas utilisé à l'aide d'un graphique judicieusement choisi.
- ☒ Regrouper les mesures dans un tableur. On indiquera avec quelle incertitude sont faites les mesures d'angles.
- ☒ Tracer sous Latis Pro/Regressi le graphique utilisé pour déterminer  $n$ .
- 7/ Déterminer la valeur de  $n$ .
- 8/ Qu'observe-t-on au niveau de l'angle de réfraction  $r$  lorsque  $i$  dépasse une certaine valeur? Expliquer.
- ☒ Compléter le code Python présent sur *Capytale* (page Moodle du TP) pour réaliser la régression linéaire.
- 9/ Que constate-t-on en comparant les deux régressions linéaires? Quelles sont les différences?
- ☒ Mesurer l'angle de réflexion totale  $i_{\text{lim}}$ .
- 10/ Calculer l'écart relatif avec la valeur théorique (Rappel :  $i_{\text{lim}} = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$  avec  $n_1$  et  $n_2$  les indices de réfraction respectifs du milieu avant l'interface et du milieu après l'interface).

## Déviation de la lumière par un prisme

*Si vous voulez une compréhension complète de ce qui se passe dans cette partie, je vous conseille vivement de chercher, en amont du TP, le DM sur le prisme présent sur la page optique du site ou dans les onglets du TP1.*

On place le disque optique de telle sorte que le faisceau soit le long de la ligne  $0^\circ - 0^\circ$ . On utilise un prisme d'angle au sommet  $A = 60^\circ$ . Disposer le prisme sur le disque gradué pour que :

- une des faces correspondant à  $A$  soit le long de la ligne  $90^\circ - 90^\circ$  (face d'entrée de la lumière) ;
- le faisceau lumineux incident tombe près du sommet  $A$  du prisme

On a ainsi réalisé l'incidence  $i = 0$ . Pour une incidence  $i$  quelconque, il n'existe pas toujours un rayon émergent de la face de sortie. On appelle  $i_0$ , l'angle minimal d'incidence correspondant à l'apparition du rayon lumineux sur la face de sortie ( $i' = 90^\circ$ ).

### 1 - Mesures de l'angle de déviation

- ☒ Mesurer l'angle  $i_0$ .
- ☒ À partir de  $i_0$ , mesurer  $i$  et  $D$  pour des valeurs croissantes de  $i$ , de  $5^\circ$  en  $5^\circ$  jusqu'à ce que vous estimiez cela raisonnable.
- ☒ Reporter ces mesures dans un tableau.
- ☒ Tracer la courbes  $D = f(i)$ . Vérifier qu'elle passe par un minimum noté  $D_m$ .

11/ Donner la valeur de  $D_m$ .

### 2 - Exploitation des résultats

Ces formules sont démontrées dans le DM3 donné l'an passé dont vous trouverez l'énoncé dans les archives du site.

On trouve théoriquement que

$$i_0 = \arcsin \left[ n \cdot \sin \left[ A - \arcsin \left( \frac{1}{n} \right) \right] \right] \quad \text{et} \quad n = \frac{\sin \left( \frac{D_m + A}{2} \right)}{\sin \left( \frac{A}{2} \right)}$$

12/ En déduire une valeur de  $n$ .

13/ À partir des valeurs de  $n$  et  $A$ , calculer  $i_0$ . Calculer l'écart relatif par rapport aux valeurs mesurées.

☞ Estimer rapidement la valeur de  $i_0$  pour  $A = 30^\circ$ .

14/  $i_0$  dépend-il de la mesure de  $A$  ?