

TP 1 : Réfraction de la lumière sur un dioptre plan.

En début de séance, on ira récupérer le dossier contenant les notebook Jupiter permettant d'exploiter les données expérimentales par la démarche suivante.

Pour récupérer le notebook, on suivra le chemin suivant à partir du bureau de l'ordinateur :

PC→DOSSUP→PHY-CHIMIE→CPGE phys-chimie→PCSI

Puis on copiera le dossier complet (TP1 Snell-Descartes) dans le dossier :

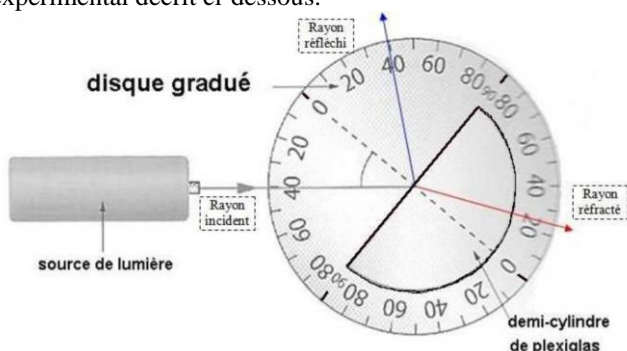
PC→Document→TP physique (Le dossier TP physique devra probablement être créé pour ce premier TP)

En suivant cette démarche, depuis votre session personnelle sur un ordinateur de la salle de TP, vous pourrez conserver dans votre espace personnel ATRIUM les différents programmes utilisés en TP tout au long de l'année.

1. Etude expérimentale de la réfraction sur un dioptre plan.

1.1. Système expérimental.

On étudie la réfraction, et dans le même temps la réflexion de la lumière sur un dioptre plan à l'aide du système expérimental décrit ci-dessous.



A l'aide d'une source de lumière on éclaire avec un pinceau lumineux fin le centre de la face plane d'un demi-disque de plexiglas. Un rapporteur permet alors de relever la valeur numérique des trois angles d'intérêt :

- L'angle d'incidence, qu'on notera i_0 .
- L'angle de réflexion, qu'on notera i_R .
- L'angle de réfraction qu'on notera i_1 .

Cette partie peut et devra être préparée avant de venir en TP !!

Pour des raisons de commodité de lecture, il est préférable d'étudier la traversée de l'interface plane air/plexiglas dans le sens opposé de celui du schéma de la figure, c'est-à-dire dans le sens plexiglas vers air.

- Dans le sens plexiglas vers air, le rayon réfracté va-t-il se rapprocher ou s'éloigner de la normale ?
- Réaliser un schéma du montage dans le sens réel d'étude en tenant compte de l'observation précédente. Indiquer proprement les trois angles i_0 , i_R et i_1 . Indiquer sur ce schéma qu'on mesurera positivement les angles orientés dans le sens trigonométrique.

1.2. Observations qualitatives.

- orienter le demi-cylindre de plexiglas pour se placer dans la configuration du schéma réalisé sur le compte rendu de TP.
- Allumer alors la source lumineuse et régler sa position pour viser le mieux possible le centre de la face plane du plexiglas.
 - Quelle est le type de source utilisée pour produire le faisceau lumineux ? Quelle précaution d'usage est-il nécessaire de prendre avec ce type de source ?
- Faire alors tourner le système et réaliser les observations qualitatives suivantes :
 - Indiquer la mesure d'une graduation du rapporteur permettant de lire les valeurs des angles.
 - Vérifier que le rayon réfléchi est bien produit dans une direction symétrique de la direction d'incidence par rapport à la droite normale à l'interface.
 - Vérifier que dans le sens plexiglas vers air, il existe une valeur d'angle d'incidence limite au-delà de laquelle on observe un phénomène de réflexion totale. En déduire la valeur de l'angle limite de réfraction i_R lorsqu'on traverse l'interface dans le sens air vers plexiglas.

TSVP

2. Exploitation de mesures pour déterminer l'indice optique à l'aide de la loi de Snell-Descartes sur la réfraction.

2.1. Commençons par une mesure unique.

On se place dans une configuration pour laquelle on observe un rayon réfracté traversant l'interface dans le sens plexiglas vers air.

- Indiquer la mesure expérimentale de l'angle d'incidence i_0 dans la configuration que vous avez choisi. On rappelle qu'il faut pour cela donner la valeur mesurée et la demi-largeur de l'intervalle dans lequel se situe la mesure.
- Faire de même pour l'angle de réfraction i_1 .
- Utiliser alors le notebook Jupiter intitulé *intro des incertitudes* pour estimer l'incertitude type sur la mesure de ces deux angles.

Pour lancer les Notebook, on procède OBLIGATOIREMENT de la manière suivante :
ouvrir le dossier intitulé INFORMATIQUE sur le bureau et lancer l'exécutable (en double cliquant) intitulé Jupiter Notebook (Anaconda 3)

- Rappeler la loi de Snell-Descartes sur la réfraction. Utiliser alors le notebook Jupiter *intro des incertitudes* pour estimer l'indice optique n .
- Vérifier alors la cohérence de la mesure effectuée en étudiant le Z-score pour une valeur théorique de l'indice $n_{\text{plexiglas}}=1,50$

2.2. Tracé qualitatif de la courbe expérimentale illustrant la loi de Snell-Descartes sur la réfraction.

On va maintenant tester le modèle de la loi de Snell-Descartes sur la réfraction.

- Etablir un tableau de mesures donnant l'angle d'incidence i_0 et l'angle de réfraction i_1 ainsi que les valeurs de $\sin(i_0)$ et $\sin(i_1)$ pour les angles d'incidence i_0 [$5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 25^\circ, 30^\circ, 35^\circ, 40^\circ$].
- On pourra exploiter le cahier Jupiter intitulé *modèle de Snell-Descartes* pour évaluer les incertitudes type pour toutes les valeurs de $\sin(i_0)$ et $\sin(i_1)$ et les faire figurer dans le tableau de mesures.
- Dans le même cahier Jupiter *modèle de Snell-Descartes*, on peut alors tracer la courbe expérimentale donnant $\sin(i_1)$ en fonction de $\sin(i_0)$ avec les barres d'incertitude. Commenter alors l'allure du nuage de points expérimental.
- Si on a le temps, on passera alors à l'étude de la droite de régression, et à la méthode d'évaluation des résidus pour valider le modèle linéaire/affine.
- Si vraiment on a fait le TP à la vitesse de l'éclair, on peut voir quelle évaluation de l'indice optique peut être obtenue par simulation Monte Carlo sur la valeur de la pente de régression, et tester le Z-score associé.

Fiche Matériel : pour chaque paillasse élève (en 12 exemplaires dans la salle de TP)

- Système Snell-Descartes en 12 exemplaires.
- Cloison de séparation pour éviter les soucis de LASER.
- Lampe de bureau (pour éclairage dans la pénombre durant la phase de mesure des angles).

Fiche Matériel : Pour la paillasse professeur (en 1 exemplaire), l'ordinateur avec le spectromètre à fibre, une lampe à incandescence, une lampe à vapeur de Hg/Cd.

CAPACITES EXIGIBLES illustrée lors de ce TP :

- Prévention des risques au laboratoire (Risque optique) : Utiliser les sources laser et les diodes électroluminescentes de manière adaptée.
- Procéder à l'évaluation d'une incertitude-type par une approche statistique (évaluation de type A).
- Procéder à l'évaluation d'une incertitude-type par une autre approche que statistique (évaluation de type B).
- Ecrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure.
- Comparaison de deux valeurs ; écart normalisé. Z-score.
- Régression linéaire. Utiliser un logiciel de régression linéaire afin d'obtenir les valeurs des paramètres du modèle. Analyser les résultats obtenus à l'aide d'une procédure de validation : analyse graphique intégrant les barres d'incertitude ou analyse des résidus ou des écarts normalisés.
- Capacité numérique : simuler, à l'aide d'un langage de programmation ou d'un tableur, un processus aléatoire permettant de caractériser la variabilité de la valeur d'une grandeur composée.