



TP2 | Optique

**Loi de la réfraction de *Snell-Descartes***

Ce document est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons "Attribution – Pas d'utilisation commerciale – Partage dans les mêmes conditions 4.0 International".



Nom et prénom :

Nom et prénom du/des binôme/s :

Notions abordées	Questions	Évaluation
App S'approprier et ré-investir son cours.	1, 3, 4, 8 à 11, & 14	    
Com Présenter une mesure / un résultat. Faire un tableau. Noter le résultat avec son incertitude.	2 & 11	    
Ana Rea Estimer une incertitude de type A ou de type B.	3 & 12	    
Ana Traiter à l'aide d'un langage informatique ou d'un logiciel les données d'une expérience. Réaliser une regression linéaire pour vérifier un modèle ou obtenir une donnée.	5 à 7 & 13	    
Val Utiliser l'écart-normalisé pour comparer deux résultats	15	    

Remarques générales :

 Salle : optique A02

 Paillasse professeur : liste du matériel

- | | |
|--|---|
| ☐ Disque gradué [x1] | ☐ Source pour maquette de Snell-Descartes ou laser rouge $\lambda = 632 \text{ nm}$ [x1] |
| ☐ Demi-cylindre en plexiglas [x1] | |

 Paillasses élèves : liste du matériel pour les élèves

11 postes

- | | |
|--|---|
| ☐ Disque gradué [x1] | ☐ Source pour maquette de Snell-Descartes ou laser rouge $\lambda = 632 \text{ nm}$ [x1] |
| ☐ Demi-cylindre en plexiglas [x1] | ☐ Ordinateur |

Introduction

Dans ce TP, nous proposons d'étudier la relation de Snell-Descartes pour la réfraction.

1 Rappel de la formule de la réfraction de Snell-Descartes

espace élève

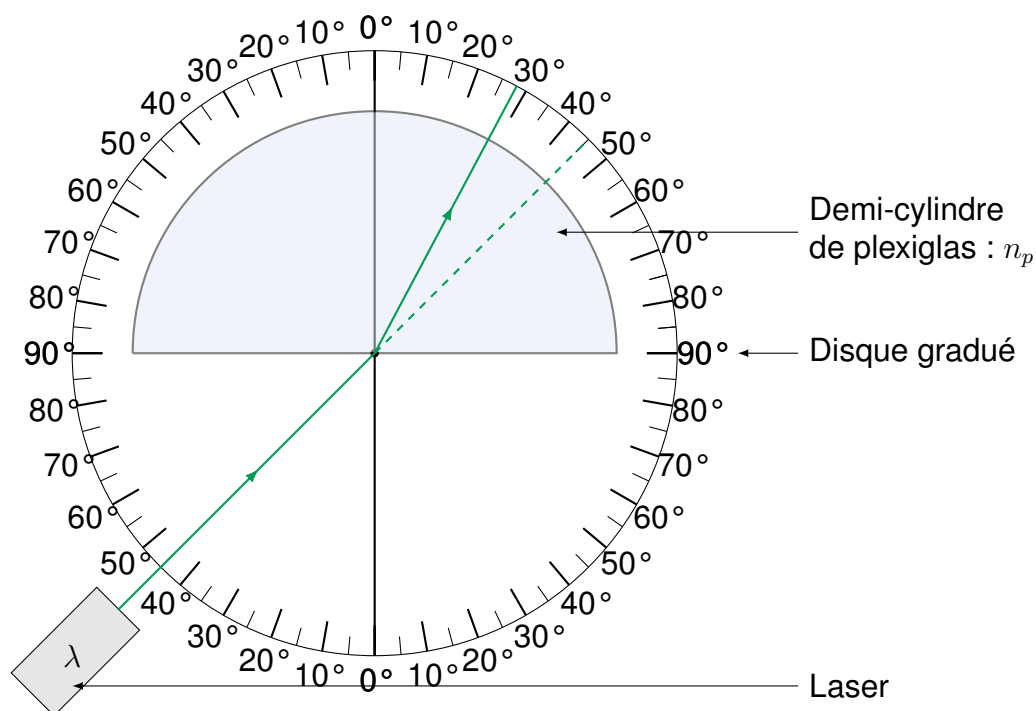
Dans un premier temps (1), nous chercherons à vérifier que la loi rend compte du phénomène de réfraction. Cette étude nous permettra de mesurer l'indice optique n_p du plexiglas. Dans une deuxième partie, nous étudierons le phénomène de réfraction totale, qui nous permettra de réaliser une seconde estimation de l'indice optique du résultat. Nous pourrions comparer ces deux résultats entre eux.

1 Modèle de *Snell-Descartes* pour la réfraction

1.1 Expérimentation

Dans cette première partie, nous travaillons avec le montage suivant de la figure 1. Nous étudions le passage d'un faisceau lumineux de l'air vers le plexiglas.

Réaliser le montage proposé sur la figure 1.

FIGURE 1 – Montage expérimental pour vérifier la loi de *Snell-Descartes*

② Faire varier la position du laser de façon à faire varier l'angle d'incidence de 0° à 90° . Relever à chaque étape la valeur de l'angle de réfraction. (Faire un tableau pour présenter ses résultats est une bonne idée...)

espace élève

③ Quelle est l'incertitude sur chaque mesure ? S'agit-il d'une incertitude de type A ou de type B. Justifier.

espace élève

④ Quelle est l'angle maximal de réfraction ? A quoi correspond-t-il ?

espace élève

Nous allons maintenant traiter nos données à l'aide de python puis à l'aide d'un autre logiciel de traitement numérique : ©Regressi.

1.2 Analyse des données à l'aide de python

Ouvrir le document jupyter notebook disponible sur cahier-de-prepa.

Entrer vos données dans le programme.

Pour analyser nos données, nous devons tracer une fonction $y = f(x)$ de telle sorte à obtenir une droite. Pourquoi ? Car il n'est possible de modéliser efficacement que des droites.

⑤ Quelles données, allez-vous placer en abscisses et en ordonnées pour obtenir une droite ? Choisir parmi

$\rightsquigarrow i_2 = f(i_1)$

$\rightsquigarrow \sin(i_2) = f(i_1)$

$\rightsquigarrow i_2 = f(\sin(i_1))$

$\rightsquigarrow \sin(i_2) = f(\sin(i_1))$

espace élève

Le tracer dans le programme jupyter notebook.

Maintenant que vos résultats expérimentaux sont tracés, il faut trouver la meilleure droite qui passe au milieu du nuage de point. Pour ce faire compléter la partie "modélisation des résultats" dans jupyter notebook.

⑥ Indiquer la valeur de la pente trouvée. En déduire la valeur de l'indice optique du plexiglas n_p sachant que l'indice optique de l'air vaut $n_a = 1,000$.

espace élève

1.3 Analyse des données à l'aide de ©Regressi

Nous proposons de refaire le même type d'étude mais dans un logiciel dédié : ouvrir Regressi. Dans l'onglet grandeur, faite ajouter > clavier. Puis entrer vos valeurs pour i et r .

Ajoutez-y également vos incertitudes.

Cliquer ensuite sur grandeur calculée. Puis taper $\sin(i)$. Refaites la même opération pour l'angle réfracté r .

Passez ensuite dans l'onglet graphique. Comme en python, représenter vos données de façon à obtenir une droite.

Dans l'onglet régression, choisissez affine.

Le logiciel vous donne alors la valeur de la pente et de l'ordonnée à l'origine avec les incertitudes.

⑦ Indiquer la valeur de la pente trouvée et de l'ordonnée à l'origine. Commenter les résultats. En déduire la valeur de l'indice optique du plexiglas n_p sachant que l'indice optique de l'air vaut $n_a = 1,000$.

espace élève

2 Détermination l'indice du plexiglas par la méthode de la réflexion totale

2.1 Préliminaires théoriques

Dans cette première partie, nous travaillons avec le montage suivant de la figure 2. Nous étudions le passage d'un faisceau lumineux du plexiglas vers l'air, donc dans la configuration opposée à la situation de la partie 1.

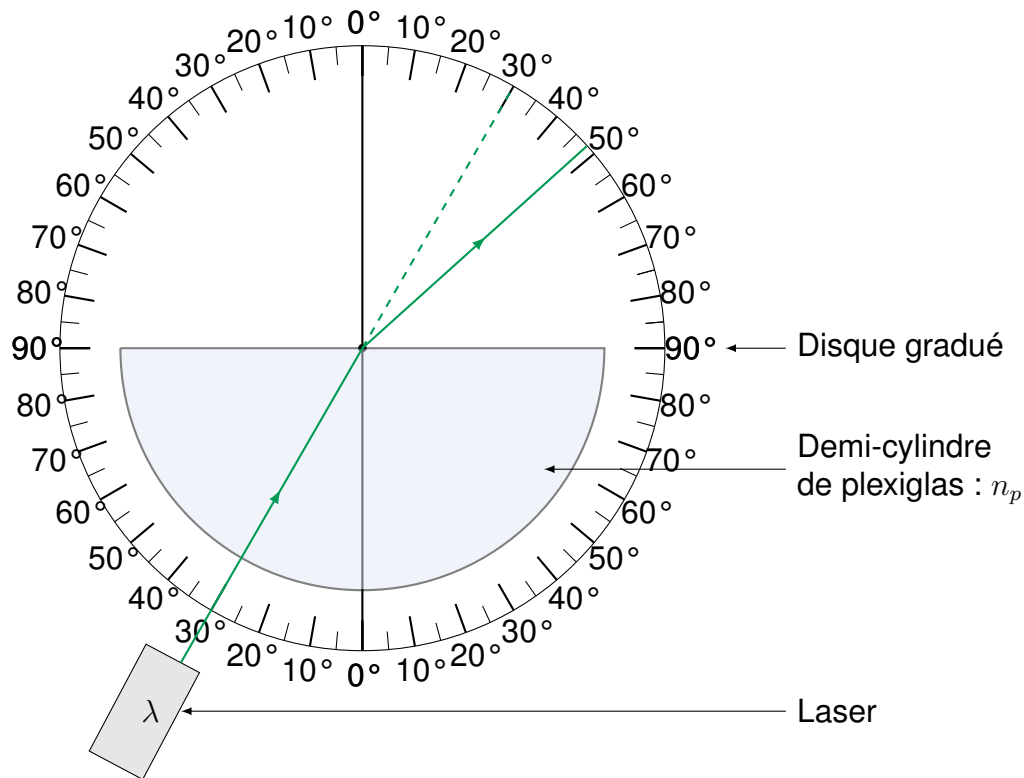


FIGURE 2 – Montage expérimental pour étudier la réflexion totale.

⑧ Expliquer pourquoi dans cette configuration, nous pouvons observer une réflexion totale, et pas dans la configuration de la partie 1. Vous expliquerez notamment pourquoi le rayon n'est pas dévié lorsqu'il franchit la partie arrondi du demi-cylindre en plexiglas.

espace élève

⑨ Déterminer l'angle limite d'incidence i^* au delà duquel il y a réflexion totale, en fonction de l'indice optique du plexiglas n_p et de l'indice optique de l'air n_a . Sur quelle dioptré observera-t-on la réflexion totale ?

espace élève

10  En déduire l'expression de n_p en fonction de n_a et de i^* .

espace élève

2.2 Expérimentation

Faire varier l'angle d'incidence i jusqu'à observé la réflexion totale.

11 Faire un schéma dans une configuration de réflexion totale. Représenter sur ce schéma l'angle limite de réfraction. Pour quelle gamme de valeur de i observe-t-on une réflexion totale ?

espace élève

12 Relever expérimentalement la valeur de i^* avec son incertitude associée.

espace élève

2.3 Analyse des résultats

Réouvrez le programme jupyter notebook. Compléter la partie correspondante.

13) Quelle est la valeur de n_p avec son incertitude ?

espace élève

Pour comparer deux valeurs de l'indice, nous calculons l'écart normalisé entre les deux valeurs.

14)  Rappeler la formule de l'écart normalisé (EN).

espace élève

Nous rappelons qu'on considère que deux valeurs sont compatibles entre elles si leur écart normalisé est inférieur à 2 ($EN \leq 2$).

15) Calculer l'écart normalisé entre les deux valeurs de n_p obtenues au 1 et 2. Commenter votre résultat.

espace élève