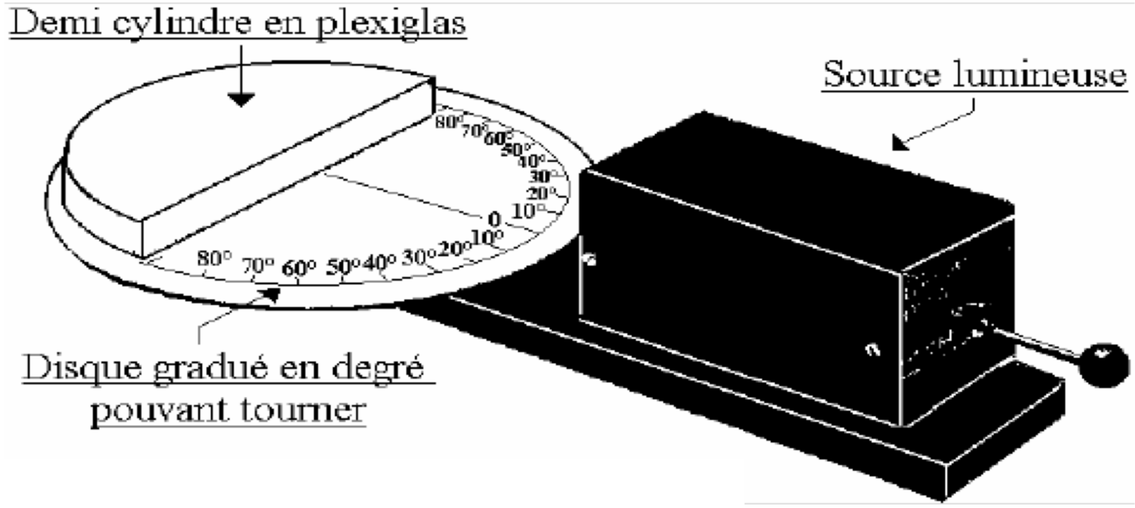
TP n°1: LOIS DE SNELL-DESCARTES

Dans ce tp, nous allons essayer de vérifier physiquement les lois de Snell-Descartes qui se caractérisent par : $n_1 sin(i_1) = n_2 sin(i_2)$ où i_1 et i_2 sont les angles du rayon incident et du rayon réfracté. Tandis que n_1 et n_2 sont respectivement l'air et le plexiglas.

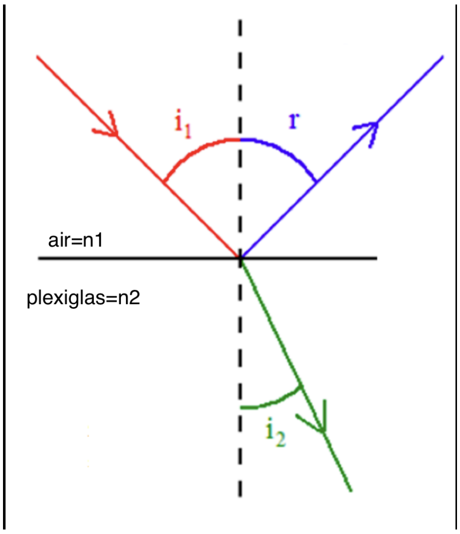
$$\boxed{n_1 sin(i_1) = n_2 sin(i_2)}$$

On souhaite mesurer l'angle i1 du rayon incident et i2 du rayon réfracté. Ainsi, on place une source lumineuse muni d'une fente fine afin d'obtenir un faisceau de lumière relativement fin. Cette source de lumière se place devant un demi cylindre en plexiglas posé sur un disque gradué en degré pouvant tourner comme montré sur le schéma ci-dessous.



Cela nous permet de mesurer les angles i1 et i2. À la suite des résultats expérimentaux trouvés, on cherchera à déterminer n2, l'indice du plexiglas, de différentes façons. Soit:

- à l'aide des mesures de i1 et i2.
- à l'aide du phénomène de réflexion totale.
- ou à l'aide du phénomène de réfraction limite.



Après ces différents calculs on comparera les résultats trouvés de n2.

I/les lois de réfraction

Afin d’obtenir le tableau des valeurs de n2 on exprime n2 à l’aide de la formule de Snell-Descartes:

$$n_2 . sin(i_2) = n_1 . sin(i_1)$$

$$\Leftrightarrow$$

$$\boxed{n_2 = \frac{sin(i_1)}{sin(i_2)}}$$

(n1=air donc vaut ≈1)

nb de mesure	i1	i2	indice n
n°1	5	3	1.67
n°2	10	6	1.66
n°3	15	10	1.49
n°4	20	13	1.52
n°5	30	20	1.46
n°6	40	25	1.52
n°7	50	30	1.53
n°8	60	35	1.5
n°9	70	39	1.49
n°10	80	41	1.5

Afin d'obtenire $\overline{n2}$ on calcule la moyenne de nos mesure soit:

1/10x(1.67+1.66+1.49+1.52+1.46+1.52+1.53+1.5+1.49+1.5)

$$\boxed{\overline{n_2} = 1.53}$$

l’écart-type des valeurs mesurées est:

$$\sigma=\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\overline{x})^2}$$

$$\Leftrightarrow$$

$$\boxed{\sigma=0.07}$$

l’incertitude type sur la moyenne est:

$$u(n_2)=\frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

$$\Leftrightarrow$$

$$\boxed{u(n_2) = 0.007}$$

(ou σ désigne l’écart type et
N le nombre d'expérience réalise)

Finalement:

$$n_2=\overline{n_2}\pm 2u(n2)$$

$$\Leftrightarrow$$

$$n_2 = 1.53 \times 2(0.007)$$

$$\Leftrightarrow$$

$$\boxed{n_2\simeq 0.21}$$

II/ réflexion totale

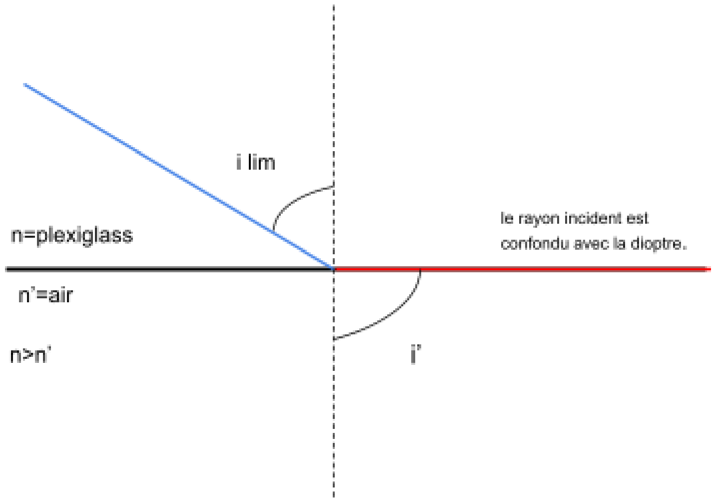
La 2e expérience est celle de la réflexion totale qui nous permettra de calculer l’indice du plexiglas d’une autre façon. Nous pouvons parler de réflexion totale si l'indice optique du 1er milieu est supérieur au 2e. On changera donc de place du demi-disque du plexiglas :

$nsin(i\ lim)\ =\ n'sin(i')$

$nsin(i\ lim)\ =\ sin(i')$ ("n' " étant l'indice de l'air on peut l'effacer de l'équation car il revient à multiplier par 1)

$nsin(i\ lim)\ =\ sin(\frac{\pi}{2})$

$$\boxed{n = 1\ \sin(i_{lim})}$$



Nous avons trouvé que la valeur du i lim est de 41° pour que le rayon réfracté soit confondu avec la dioptre.

ainsi d'après la formule ci-dessus

$n\ = \frac{1}{sin(41°)}$

$n\ \approx\ 1,52$

Pour finir, nous cherchons à évaluer la compatibilité des deux valeurs entre celle obtenue par réflexion totale et par notre tableau de valeur vu dans la partie I. Nous utilisons donc le z-score.

$$z\ = \frac{|n-n_2|}{u(n_2)}$$

$$\Leftrightarrow$$

$$z\ = \frac{|1,52-1,53|}{0,07}$$

$$\Leftrightarrow$$

$$\boxed{z = 0,14}$$

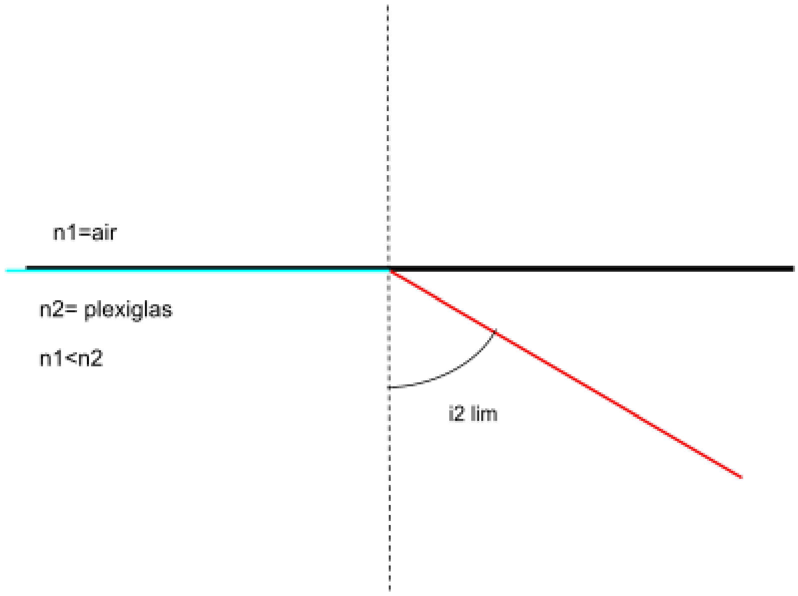
III/ réfraction limite

Pour finir, nous avons mis en place une dernière expérience, celle de la réfraction limite. Pour ce faire, il fallait repositionner le demi disque de plexiglas de l'autre côté du cercle car, il faut tout d'abord que le premier milieu soit moins réfringent que le deuxième. Nous passons donc d'abord par l'air puis par le plexiglas.

$$n_1 sin(i1) = n_2 sin(i_2)$$

$$n_1 sin(\frac{\pi}{2}) = n_2 sin(i2)$$

$$n_1 = n_2 sin(i_2)$$



or on sait que l'indice de l'air est ≈ 1.

donc $\frac{1}{sin(i_2)} = n_2$

nous avons trouvé que i_2= 45°

d'après la formule ci-dessous:

$$\boxed{sin(45°)= 1,41}$$

De la même façon que dans la partie II, on compare le résultat obtenu lors de la réfraction limite et celle obtenue grâce à notre tableau de valeur de la 1ere partie.

$$z' = \frac{|1,41-1,53|}{0,07}$$

$$\Leftrightarrow$$

$$\boxed{z' = 1,71}$$

Les deux z-scores obtenus sont bien inférieurs à 2 donc les valeurs sont compatibles.