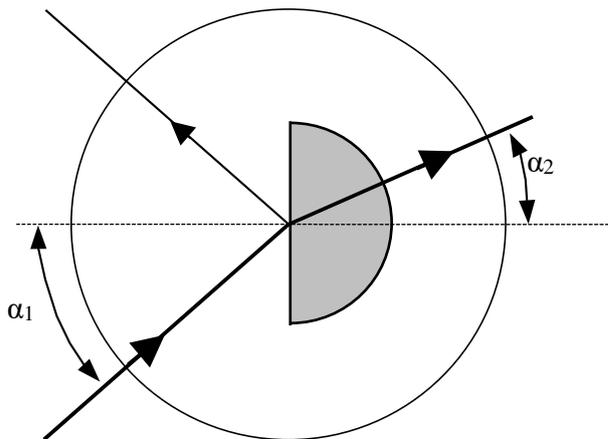


## T.P.1 : Loi de réfraction (et réflexion)

Si un rayon lumineux passe d'un milieu transparent dans un autre, il est réfracté à la surface de séparation entre les deux milieux optiques appelé dioptre. Nous recherchons ici une relation mathématique entre l'angle d'incidence  $\alpha_1$  et l'angle de réfraction  $\alpha_2$ .

### 1) Montage expérimental

Sur le disque optique on peut placer un ou deux demi-cylindres. Pour obtenir des angles corrects il faut prendre soin de bien centrer le montage quelque soit l'angle d'incidence qui va de  $0^\circ$  (incidence normale perpendiculaire à la surface de séparation) à presque  $90^\circ$  (incidence rasante le long de la surface)



Indiquer les désignations sur le montage :

- air
- verre
- dioptre
- normale
- rayon incident
- rayon réfléchi
- rayon réfracté
- angle d'incidence
- angle de réflexion
- angle de réfraction

### 2) Mesures de la réfraction pour passage vers milieu plus dense

a) Passage Air  $\rightarrow$  Verre (Plexi)

$\alpha_1$ ( $^\circ$ )	0	15	25	35	45	55	65	75	85	
$\alpha_2$ ( $^\circ$ )										
$\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$										
$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2}$										

On écrit : 
$$\frac{\sin \alpha_{1air}}{\sin \alpha_{2verre}} = n_{verre} = \text{indice de réfraction}$$

(en toute précision il faudrait mesurer à partir du vide)

Calculer la valeur moyenne de l'indice de réfraction du verre :  $n_{verre} =$

b) Passage Air  $\rightarrow$  Eau. Nous utilisons un demi cylindre rempli d'eau.

$\alpha_1$ ( $^\circ$ )	0	15	25	35	45	55	65	75	85	
$\alpha_2$ ( $^\circ$ )										
$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2}$										

Calculer la valeur moyenne de l'indice de réfraction de l'eau :  $n_{eau} =$

c) **Passage Eau → Verre.** Nous utilisons 2 demi cylindres. Pour éviter des phénomènes de réflexion on mouille la surface de contact.

$\alpha_1$ (°)	0	15	25	35	45	55	65	75	85	
$\alpha_2$ (°)										
$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2}$										

Calculer la valeur moyenne de l'**indice de réfraction relatif** du passage eau → verre:

$n_{\text{eau} \rightarrow \text{verre}} =$  et compare avec le quotient  $\frac{n_{\text{Verre}}}{n_{\text{Eau}}} =$  .

Montrer qu'avec  $n_1 = n_{\text{Eau}}$  pour l'indice de réfraction du 1<sup>er</sup> milieu et  $n_2 = n_{\text{Verre}}$  pour l'indice du 2<sup>e</sup> milieu on obtient la loi de réfraction générale:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1} \Leftrightarrow n_1 \cdot \sin \alpha_1 = n_2 \cdot \sin \alpha_2$$

### 3) Passage d'un milieu optiquement dense vers moins dense. Réflexion totale.

Pour les passages qui vont du milieu optiquement moins dense (moins réfringent) vers le milieu plus dense (plus réfringent), le rayon réfracté est dévié vers la normale. Vérifier la « loi du retour inverse », en prenant comme angle d'incidence des valeurs obtenus en a), b), c) comme angle de réfraction.

Que constate-t-on pour l'intensité des rayons réfractés et réfléchis si  $\alpha_1$  augmente ?

Si à l'inverse le rayon passe du milieu dense vers le milieu moins dense le rayon réfracté s'écarte de la normale.

Est-ce qu'il y a un angle  $\alpha_1 = \theta_L$  à partir duquel la réflexion est totale ?

Déterminer expérimentalement l'angle limite  $\theta_L$  pour les passages:

- Verre → Eau:  $\theta_L =$
- Verre → Air:  $\theta_L =$
- Eau → Air:  $\theta_L = \dots\dots\dots$

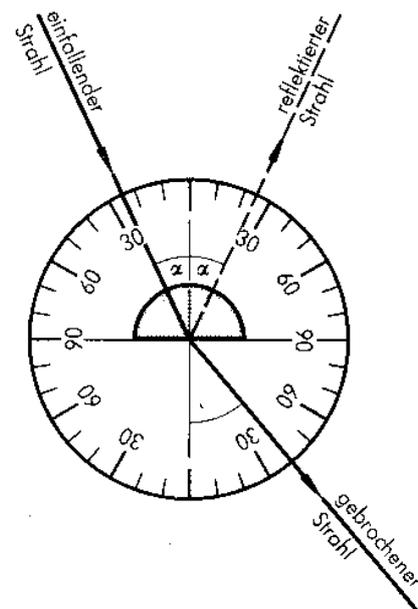
Cet angle est en même temps l'angle maximal du rayon réfracté obtenu pour le passage air → milieu. Cf 2 a), 2 b) et 2 c)

On obtient la valeur pour  $\alpha_1 = \theta_L$  par le calcul en prenant  $\alpha_2 = 90^\circ$  pour avec  $n_1 = n$  (milieu dense) et  $n_2 = 1$  (indice de l'air). La formule de réfraction générale donne :

$$n_1 \cdot \sin \theta_L = 1 \cdot \sin 90^\circ \Leftrightarrow \theta_L = \sin^{-1}\left(\frac{1}{n}\right)$$

Vérifiez par le calcul les valeurs expérimentales pour les angles limites expérimentaux.

Généraliser au cas du passage Verre/Eau en tenant compte  $n_1 = n_{\text{verre}}$  et  $n_2 = n_{\text{eau}}$



## Questions :

### 1) Passage optiquement moins dense vers plus dense (milieu moins réfringent vers plus réfringent)

a) Est-ce qu'il y a une proportionnalité directe entre angle d'incidence et angle de réfraction?

b) Quelle relation mathématique existe entre  $\sin\alpha_1$  et  $\sin\alpha_2$ ?

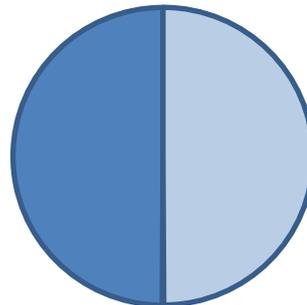
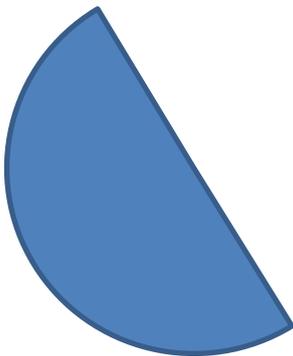
c) Inscire les 3 tableaux de mesure dans EXCEL et calculer chaque fois  $n$  moyen avec écart type. Noter que sinus se calcule en radian. Utiliser la fonction RADIANS(...).

d) Ajouter une ligne dans le tableau EXCEL pour calculer les angles de réfraction théoriques  $\alpha_2$  avec  $n_{\text{verre}}=1,5$  (plexiglass) et  $n_{\text{eau}}=1,33$  et  $n_{\text{verre}/\text{eau}}=1,13$ .

### 2) Illustration deux cas mesurés:

a) Dessiner à l'échelle le passage air verre pour un angle d'incidence  $\alpha_1=60^\circ$ .

b) Dessiner à l'échelle le passage verre eau pour un angle d'incidence  $\alpha_1=60^\circ$ .



c) Expliquer pourquoi on n'observe pas de changement de direction sur la surface ronde pour un rayon qui passe par le centre du disque.

### 3) Angle limite

Indiquer les angles limites mesurés et calculés avec les valeurs théoriques et l'écart %

Verre→Eau:	$\theta_{Lexp} =$	$\theta_{Lthéo} =$	$\Delta_r =$	%
Verre→Air:	$\theta_{Lexp} =$	$\theta_{Lthéo} =$	$\Delta_r =$	%
Eau→Air:	$\theta_{Lexp} =$	$\theta_{Lthéo} =$	$\Delta_r =$	...%

### 4) Discussion

a) Jusqu'à quel angle approximatif d'incidence ou de réfraction on a

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}$$

b) Quelles mesures sont les plus précises pour déterminer n ? Les grands angles ou les petits ? Pourquoi ?

c) Quelles propriétés a le rayon réfléchi ?

- Relation entre angle d'incidence et angle de réflexion
- Intensité du rayon réfléchi en rapport avec l'angle d'incidence