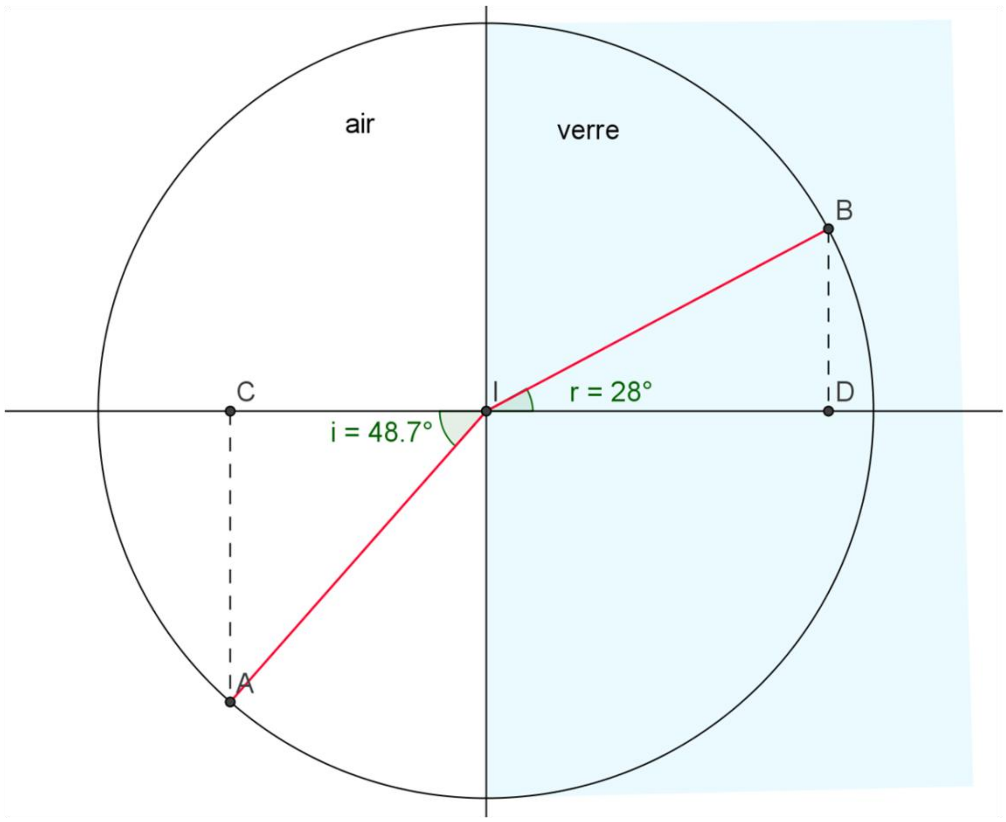
Devoir sur table : Réfraction

Première partie : Mesure d'un indice de réfraction par deux méthodes

Un rayon lumineux rouge se réfracte en un point incident I passant d'un milieu 1 formé d'air à un milieu 2 formé d'un verre dont l'indice de réfraction pour la couleur considérée noté n est inconnu. On se propose de mesurer ce dernier à partir de l'observation expérimentale donnée sur la figure sui suit.



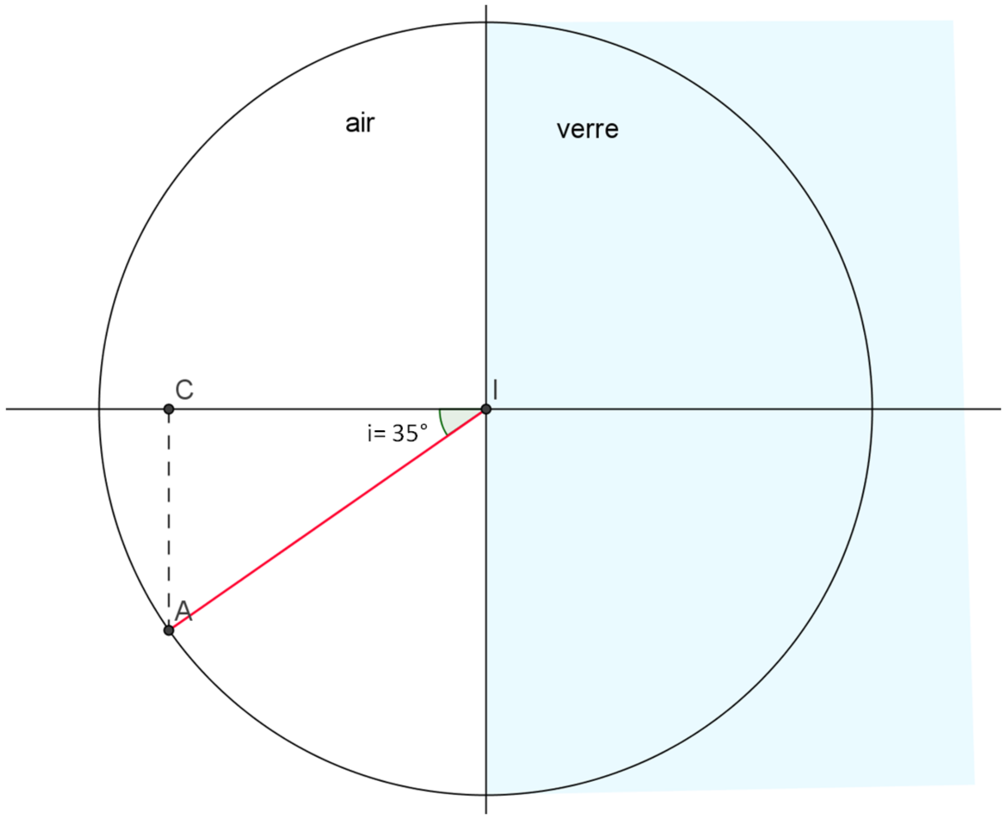
1) Enoncer les deux lois de Snell Descartes pour la réfraction et en donner la formule dans la situation précédente (On ne fera apparaitre que des lettres dans la formule, donc pas de valeur numérique)
2) En considérant le triangle ACI rectangle en C, rappeler la formule du sinus de l'angle i $= \widehat{\mathrm{AIC}}$ puis faire de même pour le sinus de l'angle r $= \widehat{\mathrm{BID}}$.
3) Justifier alors que l'on a :
$$\frac{\sin(\mathrm{i})}{\sin(\mathrm{r})} = \frac{\mathrm{AC}}{\mathrm{BD}}$$
4) Mesurer à la règle le plus précisément possible AC et BD et en déduire une valeur approchée de l'indice de réfraction n pour la couleur considérée.
5) Retrouver une valeur semblable de cet indice par le calcul en utilisant non pas les mesures de AC et BD cette fois-ci, mais les mesures d'angles données sur la figure.
6) Représenter qualitativement sur la figure ci dessus l'allure du rayon réfracté que donnerait un rayon incident de couleur bleue arrivant sous la même incidence que le rayon précédent

(c'est-à-dire avec un angle incident $i = 48{,}7°$). Faire de même pour un rayon de couleur,jaune, puis verte, et enfin bleue.

7) Compléter la phrase : Plus un rayon est dévié, plus sa longueur d'onde est …

Deuxième partie : Tracé d'un rayon réfracté par deux méthodes

On reprend la situation de la première partie où un rayon lumineux se réfracte en un point incident I passant d'un milieu 1 formé d'air à un milieu 2 formé d'un verre dont l'indice de réfraction pour la couleur considérée est cette fois-ci connu de valeur $n = 1{,}5$



1) Expliquer comment construire à la règle et au compas le rayon réfracté et faire apparaitre ce dernier sur le dessin en laissant les traits de construction
2) Quelle loi permet de calculer l'angle de réfraction ? Calculer alors cet angle et vérifier à l'aide d'un rapporteur que l'angle de réfraction mesuré sur le dessin à partir de la construction de la question 1 correspond bien à l'angle calculé.
3) On se propose maintenant de faire le contraire, on se donne l'angle de réfraction $r = 30°$. Calculer l'angle d'incidence i correspondant.

Correction :

<u>Première partie</u>

1) <u>$1^{ère}$ loi de Snell Descartes</u>

Un rayon monochromatique se présentant en un point de l'interface entre deux milieux transparents subit une déviation appelée réfraction. Le rayon réfracté se trouve dans le plan formé par le rayon incident et la perpendiculaire (appelée normale) au plan tangent à la surface au point d'entrée du rayon.

<u>$2^{ème}$ loi de Snell-Descartes</u> :

Si on désigne par n_1 l'indice de réfraction dans le milieu d'incidence et n_2 l'indice de réfraction dans le milieu de réfraction, les deux indices étant donnés pour une même radiation monochromatique, alors, l'angle i_1 que fait le rayon incident avec la normale et l'angle i_2 que fait le rayon réfracté avec la normale sont liés par la relation :

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

Dans le cas de la figure, nous avons :

$$n_1 = 1, i_1 = i, n_2 = n, i_2 = r$$

La loi de Snell-Descartes s'écrit alors :

$$\sin(i) = n \sin(r)$$

Soit encore :

$$\frac{\sin(i)}{\sin(r)} = n$$

2) Le sinus d'un angle est dans un triangle rectangle le rapport du côté opposé à l'hypoténuse, ce qui donne pour le triangle ACI :

$$\sin(i) = \frac{AC}{AI}$$

et pour le triangle BDI

$$\sin(r) = \frac{BD}{BI}$$

3) Les relations précédentes conduisent à :

$$\frac{\sin(i)}{\sin(r)} = \frac{AC}{AI} \div \frac{BD}{BI} = \frac{AC}{AI} \times \frac{BI}{BD} = \frac{AC}{BD}$$

4) Les mesures donnent au millimètre près :

$$AC = 4{,}0 \text{ cm}, \qquad BD = 2{,}5 \text{ cm}$$

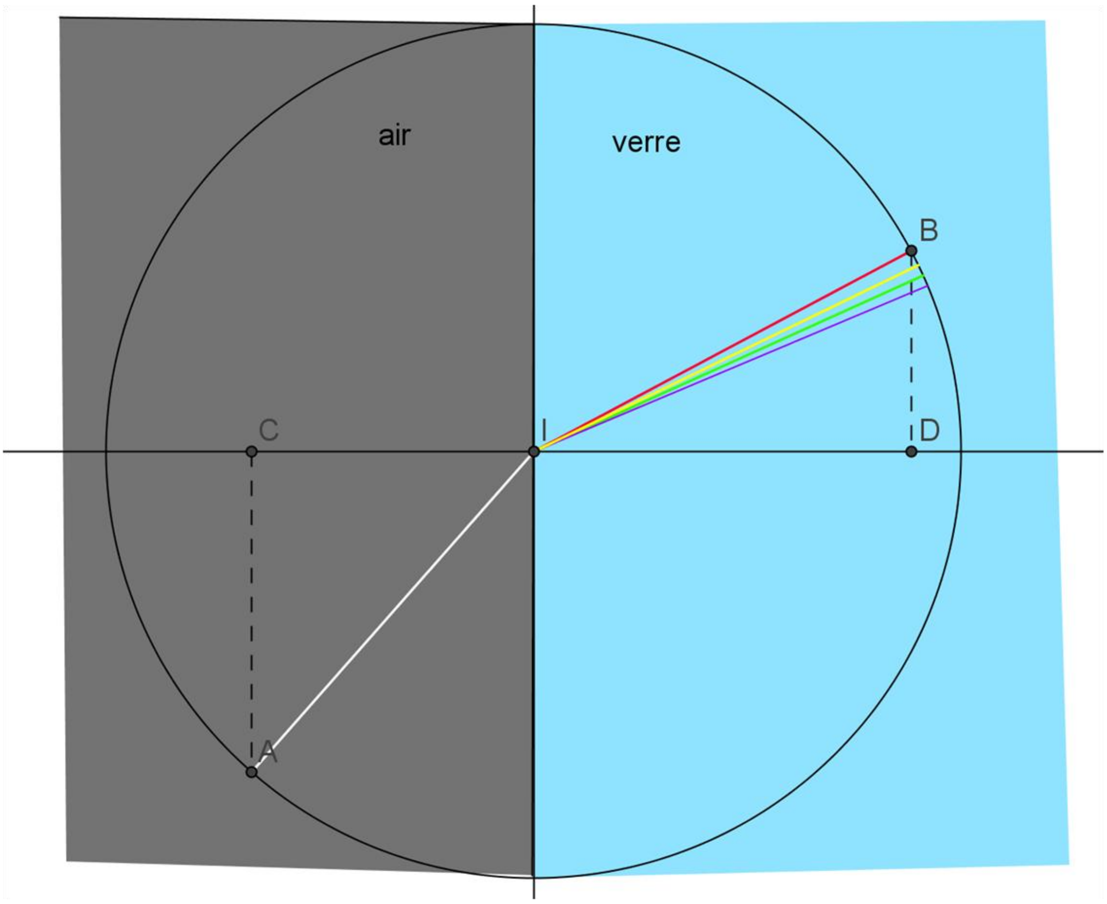
$$n = \frac{AC}{BD} = \frac{4}{2{,}5} = 1{,}6$$

5) Avec les angles, cela donne :

$$n = \frac{\sin(i)}{\sin(r)} = \frac{\sin(48{,}7°)}{\sin(28°)} = 1{,}6$$

Nous retrouvons bien la même valeur.

6) Pour un rayon incident qui serait la superposition de rayons monochromatiques rouge, jaune, vert et bleu, donc qui serait de couleur blanche dans le milieu incident, voilà l'allure des rayons réfractés



7) Plus un rayon est dévié, plus sa longueur d'onde est petite

Deuxième partie

1) Nous avons vu en première partie que :

$$\mathrm{n} = \frac{\mathrm{AC}}{\mathrm{BD}}$$

et nous connaissons n et AC. Il nous faut alors déterminer BD.

Or :

$$\mathrm{n} \times \mathrm{BD} = \mathrm{AC}$$

donc :

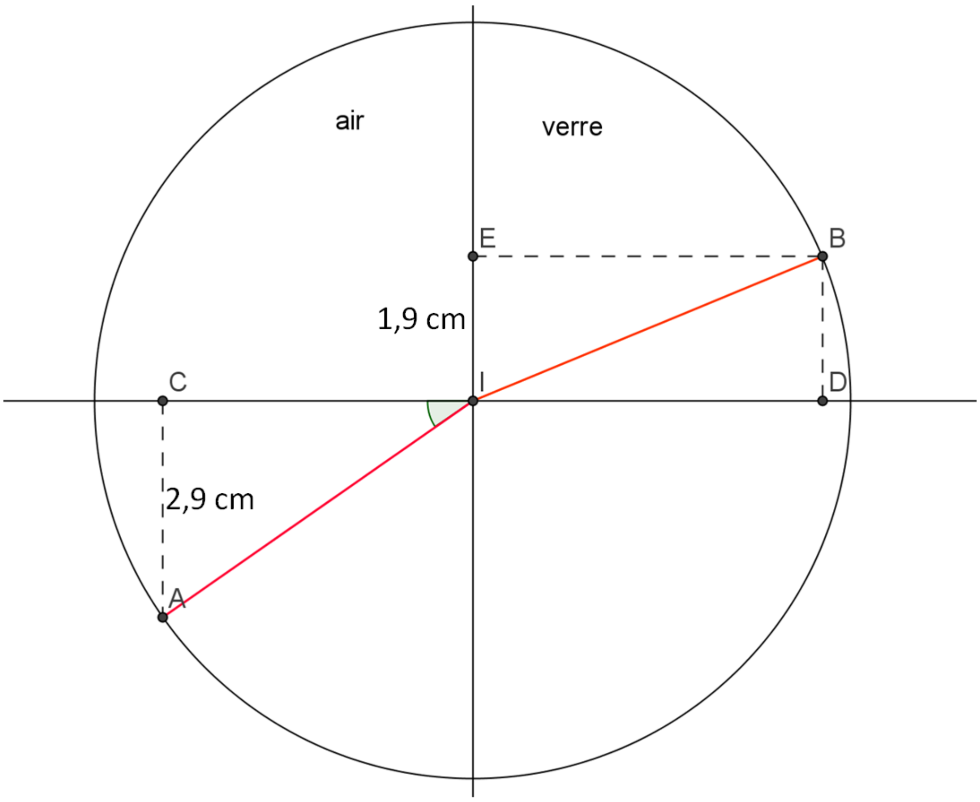
$$\mathrm{BD} = \frac{\mathrm{AC}}{\mathrm{n}}$$

La mesure de AC sur le dessin donne 2,9 cm. Sachant que $\mathrm{n} = 1{,}5$ on en déduit :

$$\mathrm{BD} = \frac{2{,}9}{1{,}5} \approx 1{,}9 \text{ cm}$$

On procède alors ainsi pour la construction du rayon réfracté :

- On porte un point E à 1,9 cm du point I comme indiqué sur la figure
- La parallèle à la normale passant par E coupe alors le cercle en un point B
- Le rayon réfracté est alors le rayon partant du point I et passant par B



2) La seconde loi de Snell-Descartes permet de calculer l'angle de réfraction. Elle s'écrit :

$$1 \sin(\mathrm{i}) = \mathrm{n} \sin(\mathrm{r})$$

Soit :

$$\sin(\mathrm{r}) = \frac{\sin(\mathrm{i})}{\mathrm{n}}$$

numériquement :

$$\sin(\mathrm{r}) = \frac{\sin(35°)}{1{,}5} \approx 0{,}382$$

donc :

$$\mathrm{r} \approx \sin^{-1}(0{,}382) \approx 22{,}5°$$

On peut vérifier sur la figure au rapporteur.

3) Si $\mathrm{r} = 30°$ on a alors :

$$\sin(\mathrm{i}) = 1{,}5 \times \sin(30°) = 0{,}75$$

soit :

$$\mathrm{i} \approx \sin^{-1}(0{,}75) \approx 48{,}6°$$