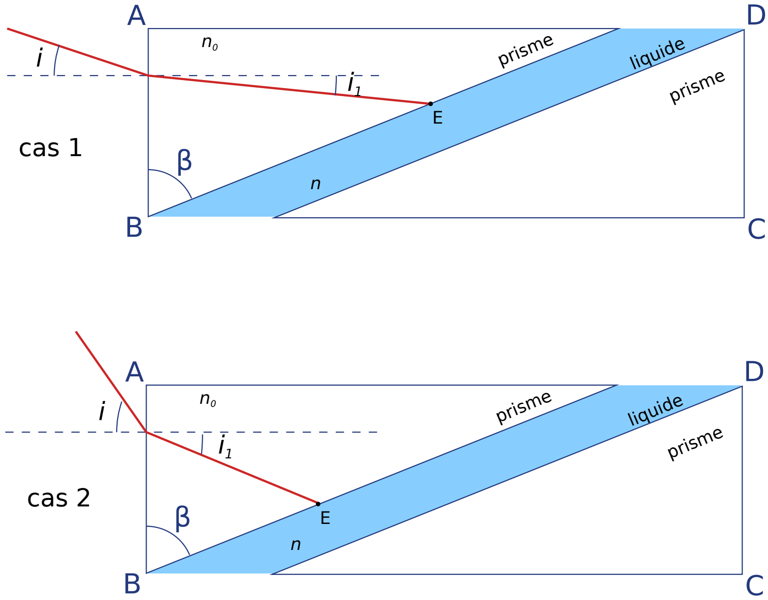
Partie II : Optique
Chapitre 1

Exercice libre – Réfractomètre d'Abbe



Un réfractomètre d'Abbe est un appareil servant à mesurer des indices optiques, très utilisé notamment à des fins de caractérisation rapide d'échantillons.

Ce réfractomètre est composé de deux prismes identiques, d'indice $n_0 = 1{,}732$, à base en forme de triangle rectangle. L'angle au sommet β vaut 60°. Entre ces prismes est intercalé un film de liquide d'indice n que l'on cherche à déterminer.

Pour ce faire, le réfractomètre est éclairé par la face AB par un rayon d'angle d'incidence i réglable.

1 - Dans le cas 1, on admet qu'il y a réflexion totale au point E.

Quelle relation n et n_0 doivent-ils vérifier pour que cela soit possible ?

Compléter alors la suite de la marche du rayon jusqu'à ce qu'il ressorte par la face AD.

On supposera dans toute la suite que $n < n_0$.

2 - Dans le cas 2, on se place dans une configuration où il n'y a pas réflexion totale au point E. Tracer alors la suite de la marche du rayon réfléchi en E et du rayon réfracté en E. Ce dernier ressort par la face BD ou CD. On ne fera pas les calculs pour les angles, mais on fera attention à si le rayon se rapproche ou s'éloigne de la normale à chaque réfraction.

L'idée du fonctionnement de cet appareil est choisir l'angle d'incidence i pour que l'on soit tout juste à la réflexion totale. Ce moment se repère facilement, puisque le rayon cesse de sortir de la face CD ou BD pour sortir de la face AD seulement.
La mesure de i dans cette configuration limite permet d'en déduire la valeur de n. C'est ce que nous allons démontrer.
On se place donc dans le cas 1, mais en supposant en plus que l'on est à l'angle limite de réflexion totale. On note i_2 l'angle entre le rayon incident en E et la normale en E.

3 - Redémontrer que le fait d'être à l'angle limite de réflexion totale impose la relation $\sin i_2 = \dfrac{n}{n_0}$.

4 - Démontrer avec un peu de géométrie dans un triangle bien choisi que l'on a la relation $\beta = i_1 + i_2$.

5 - Écrire la relation de Snell-Descartes reliant les angle i et i_1.

6 - Déduire des trois dernières questions la relation $n = n_0 \sin\left(\beta - \arcsin\left(\dfrac{\sin i}{n_0}\right)\right)$.

7 - Application numérique :

on mesure un début de réflexion totale en E pour un angle $i = 18°$. Que vaut l'indice optique n de l'échantillon ?

Correction disponible à partir de lundi : www.mmelzani.fr/downloads.php?id=721

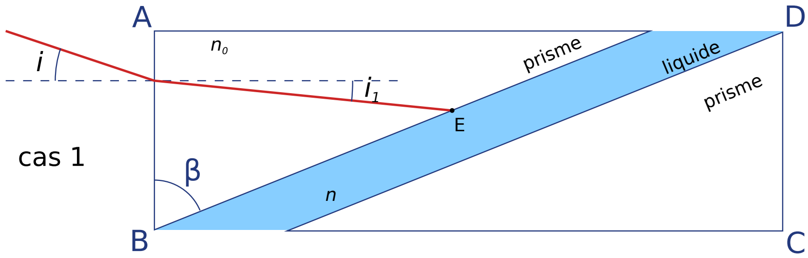
Partie II : Optique
Chapitre 1

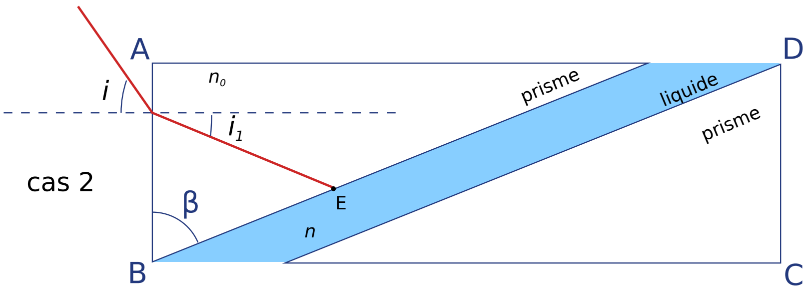
Exercice libre – Réfractomètre d'Abbe

Un réfractomètre d'Abbe est un appareil servant à mesurer des indices optiques, très utilisé notamment à des fins de caractérisation rapide d'échantillons.

Ce réfractomètre est composé de deux prismes identiques, d'indice $n_0 = 1{,}732$, à base en forme de triangle rectangle. L'angle au sommet β vaut 60°. Entre ces prismes est intercalé un film de liquide d'indice n que l'on cherche à déterminer.

Pour ce faire, le réfractomètre est éclairé par la face AB par un rayon d'angle d'incidence i réglable.





1 - Dans le cas 1, on admet qu'il y a réflexion totale au point E.

Quelle relation n et n_0 doivent-ils vérifier pour que cela soit possible ?

Compléter alors la suite de la marche du rayon jusqu'à ce qu'il ressorte par la face AD.

On supposera dans toute la suite que $n < n_0$.

2 - Dans le cas 2, on se place dans une configuration où il n'y a pas réflexion totale au point E. Tracer alors la suite de la marche du rayon réfléchi en E et du rayon réfracté en E. Ce dernier ressort par la face BD ou CD. On ne fera pas les calculs pour les angles, mais on fera attention à si le rayon se rapproche ou s'éloigne de la normale à chaque réfraction.

L'idée du fonctionnement de cet appareil est choisir l'angle d'incidence i pour que l'on soit tout juste à la réflexion totale. Ce moment se repère facilement, puisque le rayon cesse de sortir de la face CD ou BD pour sortir de la face AD seulement.
La mesure de i dans cette configuration limite permet d'en déduire la valeur de n. C'est ce que nous allons démontrer.
On se place donc dans le cas 1, mais en supposant en plus que l'on est à l'angle limite de réflexion totale.
On note i_2 l'angle entre le rayon incident en E et la normale en E.

3 - Redémontrer que le fait d'être à l'angle limite de réflexion totale impose la relation $\sin i_2 = \dfrac{n}{n_0}$.

4 - Démontrer avec un peu de géométrie dans un triangle bien choisi que l'on a la relation $\beta = i_1 + i_2$.

5 - Écrire la relation de Snell-Descartes reliant les angle i et i_1.

6 - Déduire des trois dernières questions la relation $n = n_0 \sin\left(\beta - \arcsin\left(\dfrac{\sin i}{n_0}\right)\right)$.

7 - Application numérique :

on mesure un début de réflexion totale en E pour un angle $i = 18°$. Que vaut l'indice optique n de l'échantillon ?

Correction disponible à partir de lundi : www.mmelzani.fr/downloads.php?id=721