

Devoir maison n°1 : le réfractomètre d'Abbe

Nom et Prénom : _____

Conseils pour travailler le DM

Pour travailler efficacement votre devoir maison, voici une proposition d'organisation :

- **Étape 1** : Bien connaître votre cours. Travailler le TD (au moins jusqu'aux exercices identifiés dans le cours comme « **Avant la khôlle** ») .
- **Étape 2** : Dans le DM, cherchez la réponse à une question pendant 5 minutes. Si vous n'avez aucune idée, passez à l'étape 3.
- **Étape 3** : Lisez les indications concernant la question travaillée. À partir de cela, cherchez à nouveau la réponse pendant 5 minutes. Si vous êtes bloqué, passez à l'étape 4.
- **Étape 4** : **Quand elle existe**, lisez la réponse partielle. À partir de celle-ci, essayez de construire le raisonnement qui aboutit à cette réponse. Donnez-vous 5 minutes. Si vous n'y parvenez pas, passez à l'étape suivante.
- **Étape 5** : Vous pouvez accepter le résultat de la réponse partielle (ou celui directement donné dans l'énoncé de la question traitée) pour passer à la question suivante.

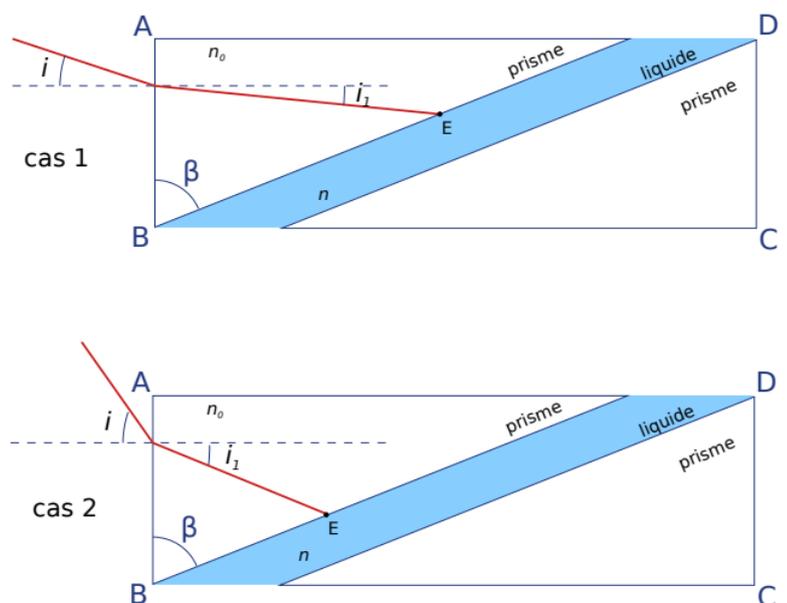
Pour progresser, votre intérêt est bien entendu de ne pas vous jeter immédiatement sur les indications et les réponses partielles.

Sujet

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 provenant d'un milieu assimilé à du vide.



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 sur le sujet 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 BC 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 de 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 BC 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 $\sin i_2 = \frac{n}{n_0}$.

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 $n = n_0 \sin \left(\beta - \arcsin \left(\frac{\sin i}{n_0} \right) \right)$.

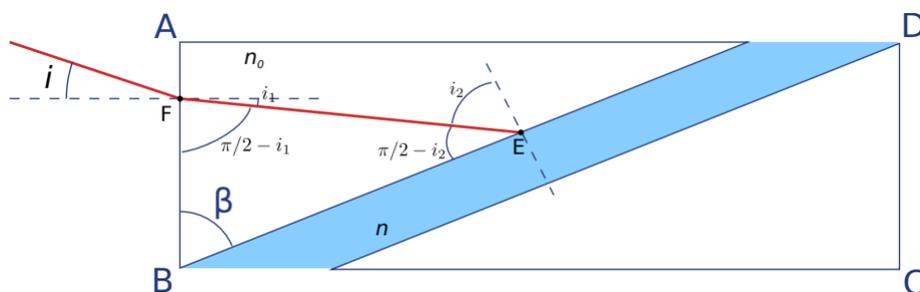
7. Application numérique : on mesure un début de réflexion totale en E pour un angle $i = 180^\circ$. Que vaut l'indice optique n de l'échantillon ?

Indications

1. Voir le III.3 du cours.
2. Aucun calcul n'est attendu. Le tracé des rayons doit être fait « à la louche » en respectant cependant l'éloignement ou le rapprochement du rayon (ça dépend de quoi ?) à la traversée du dipotre.
3. Voir le III.3 du cours.
4. Le rayon incident provenant du vide arrive sur la face AB au point F. Considérer alors les angles du triangle FEB. Que dire de la sommes des angles dans un triangle ?
5. Voir le III.2 du cours. Quel est l'indice du vide ?
6. Partir du résultat de la question 3, injecter celui de la question 4 et enfin celui de la question 5.
7. C'est une application numérique.

Réponses partielles

4. Les angles sont notés. La somme des angles d'un triangle est égale à π .



6. On a $n = n_0 \sin i_2 = n_0 \sin (\beta - \dots) = \dots$