

Devoir Surveillé n°1

Epreuve de Physique

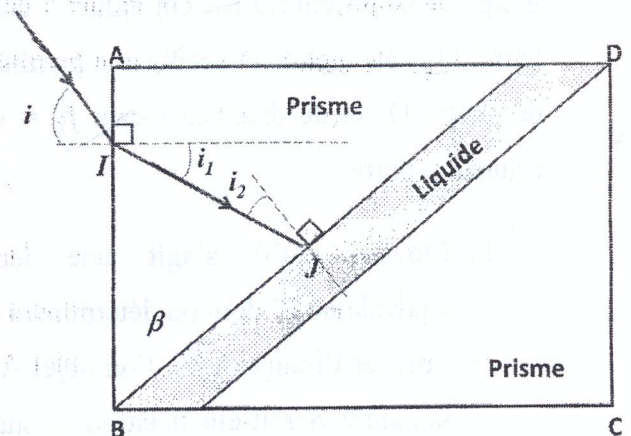
- L'usage des calculatrices est autorisé.
- Les résultats littéraux devront être encadrés.
- Toute application numérique ne comportant pas d'unité sera considérée comme fausse.
- Les résultats littéraux non homogènes entraîneront la perte de tous les points de la question.

EXERCICE 1: (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 $n_0 = \sqrt{3}$, à base en forme de triangle rectangle d'angle au sommet β . 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, voir figure.

I- Tout d'abord, on admet qu'il y a réflexion totale au point J.

- 1) Quelle relation n et n_0 doivent-ils vérifier pour que cela soit possible ?
- 2) Compléter alors la suite de la marche du rayon jusqu'à ce qu'il ressorte par la face AD.
- 3) Déterminer l'expression de la déviation totale D entre les rayons incident à la face AB et celui qui émerge de la face AD en fonction des données du problème.



On supposera dans toute la suite de l'exercice que $n < n_0$.

- 4) On se place maintenant dans une configuration où il n'y a pas réflexion totale au point J. On note i_1 l'angle de la première réfraction du rayon lumineux en I. Tracer alors la suite de la marche du rayon réfracté en J. 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.

II- L'idée du fonctionnement de cet appareil est choisir l'angle d'incidence i pour que l'on soit tout juste à la réflexion limite au point J. Ce moment se repère facilement, puisque le rayon cesse de sortir de la face CD ou BD pour émerger de la face AD seulement. On note i_2 l'angle entre le rayon incident et la normale en J.

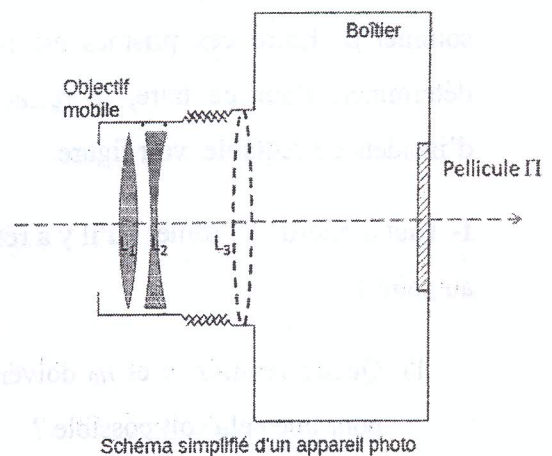
- 5) Écrire les relations de Snell-Descartes aux points I et J.
- 6) Calculer l'angle limite de réflexion totale en J en fonction de n et n_0 .
- 7) Démontrer que l'indice n s'écrit sous la forme suivante.

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

- 8) Faire l'application numérique pour un angle $i = 18^\circ$ et $\beta = 60^\circ$. Il s'agit de quel liquide échantillon ?

EXERCICE 2: (Téléobjectif d'un appareil photo)

Un objectif photographique est constitué d'une lentille convergente L_1 de centre O_1 , de distance focale image $f'_1 = 75 \text{ mm}$. La pellicule Π est placée dans le plan focal image de cette lentille L_1 . On ajoute à cet objectif une lentille L_2 , divergente et accolée à la première lentille L_1 , de centre O_1 et de distance focale $f'_2 = -25 \text{ mm}$, voir figure ci-contre.



- 1) Montrer qu'il s'agit d'une lentille mince équivalente L' dont on déterminera ses caractéristiques.
- 2) Trouver l'image A_1B_1 d'un objet AB réel placé à une très grande distance de O_1 . Quelle est sa nature. Serait-elle positionnée sur la pellicule ?
- 3) Vérifier ce résultat par une construction en précisant l'échelle utilisée.

On ajoute à ce système une lentille L_3 convergente, de centre O_3 et de distance focale $f'_3 = 25 \text{ mm}$ et positionnée entre l'objectif et la pellicule. La distance $\overline{O_1O_3}$, notée x , est évidemment réglée de manière à ce que l'image finale $A'B'$ de l'objet A_1B_1 soit nette sur la pellicule.

- 4) Etablir la relation de conjugaison relative à la lentille L_3 . Trouver une équation de second degré que vérifie la distance x . La résoudre en tenant compte des dimensions de cet appareil photo. Commenter.
- 5) On cherche maintenant à réduire la taille de cet appareil photo en plaçant la pellicule à une distance inférieure à f'_1 , notée d_m , du centre de l'objectif O_1 . Quelle est la distance optimale $\overline{O_1O_3} = x_{op}$ pour que d_m soit minimale. Calculer la valeur de d_m .

