

## Sujet 1

### I Grenouille intelligente

1. Pour se cacher des prédateurs, une grenouille s'est accrochée sous un nénuphar qui flotte sur l'étang. La grenouille a une hauteur  $h$  et le nénuphar un rayon  $R$  et une épaisseur très faible.

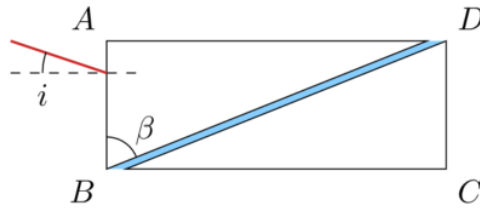
Quel doit être le rayon minimal  $R_0$  du nénuphar pour que les pieds de la grenouille ne soient pas visibles par un prédateur situé en-dehors de l'eau?



## Sujet 2

## I 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 de chantillons. 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  $\beta$  vaut  $60^\circ$ . 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. Si le rayon sort par la face  $CD$ , quelle sera sa direction ? Répondre par un argument physique sans calcul, éventuellement à confirmer par un schéma propre.
2. Expliquer comment la mesure de l'angle d'incidence pour laquelle le rayon transmis ne sort plus par la face  $CD$  mais par la face  $AD$  permet d'en déduire la valeur de l'indice du liquide.
3. Que vaut cet indice si l'angle d'incidence critique vaut  $18,0^\circ$  ?
4. Quelles sont les limites d'utilisation du dispositif?



## Sujet 3

## I Capteur de niveau d'eau

On désire connaître le niveau du liquide dans un château d'eau. Pour cela on l'équipe d'un capteur optique schématisé sur la figure 1.1. L'émetteur (E) est un faisceau laser et le récepteur (R) une photodiode. Cette dernière fournit un signal électrique lorsqu'elle reçoit de la puissance lumineuse. L'indice du verre est  $n = 1.5$ , celui de l'air est 1.0.

1. Montrer que le faisceau laser se réfléchit totalement sur les faces et ressort en (R).
2. À la place de l'air, il y a maintenant de l'eau d'indice  $n' = 1.33$ . Le récepteur (R) reçoit-il toujours de la lumière ?
3. Expliquer comment utiliser ce dispositif pour connaître le niveau de remplissage du château d'eau.

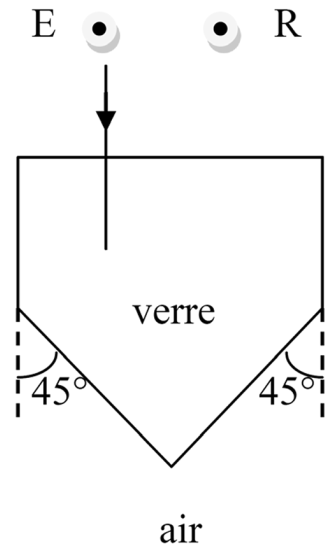


Figure 1.1: Schéma d'un capteur d'eau



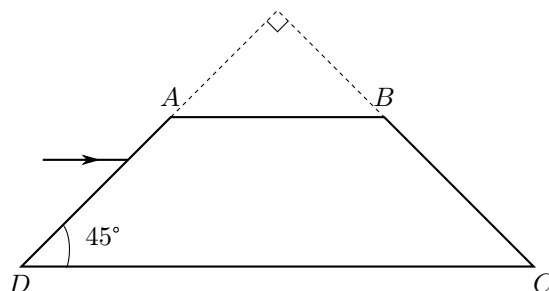
## Sujet 4

## I Prisme rectangle

1. On utilise un prisme de verre d'indice  $n = 1,5$ . Sa section principale est un triangle  $ABC$  rectangle en  $A$  tel que l'angle en  $B$  soit égal à  $70^\circ$ . Un rayon lumineux dans le plan  $ABC$  rencontre le prisme en  $I$  sur le côté  $AB$  perpendiculairement à  $AB$ . Sachant que le rayon incident est dans l'air, étudier la marche de la lumière jusqu'à la sortie du prisme.

## II Prisme de Dove

Le prisme de Dove est un prisme à angle droit tronqué parallèlement à sa base. Il a alors la forme suivante, celle d'un trapèze  $ABCD$  en vue de face.



On note  $n = 1,60$  l'indice du prisme placé dans l'air. On supposera dans la suite de l'exercice que le côté  $DC$  est tel que le rayon ne l'atteigne au plus, qu'une seule fois.

1. Un rayon entre par la face  $AD$  parallèlement à la face  $AB$ . Préciser par quelle face ressort le rayon, ainsi que sa direction.





## Sujet 5

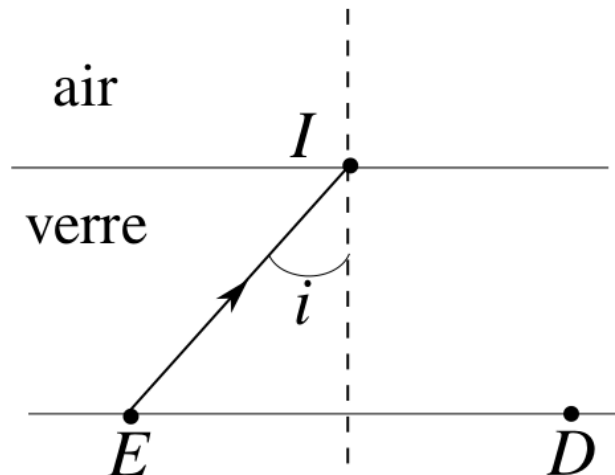
## I Incidence de Brewster

Un rayon lumineux arrive à l'interface plane séparant l'air d'un milieu d'indice  $n$ . Il se scinde en un rayon réfléchi et un rayon réfracté.

1. Trouver l'angle d'incidence  $i_B$ , appelé angle de Brewster, pour lequel ces deux rayons sont perpendiculaires entre eux.
2. Faire l'application numérique dans le cas de l'eau d'indice  $n = 1,33$ , puis d'un verre d'indice  $n = 1,5$ .

## II Détection de pluie sur un pare-brise

On modélise un pare-brise par une lame de verre à faces parallèles, d'épaisseur  $e = 5,00$  mm, d'indice  $n_v = 1,5$ . Un fin pinceau lumineux issu d'un émetteur situé en  $E$  arrive de l'intérieur du verre sur le dioptre verre/air en  $I$  avec un angle d'incidence  $i = 60^\circ$ .



1. Montrer que le flux lumineux revient intégralement sur le détecteur situé en  $D$  et déterminer la distance  $ED$ .
2. Lorsqu'il pleut, une lame d'eau d'indice  $n_e = 1,33$  et d'épaisseur  $e' = 1,00$  mm se dépose sur le pare-brise. Représenter le rayon lumineux dans ce cas. À quelle distance du détecteur arrive-t-il ?