

## Sujet 1

### I Question de cours

Donner et démontrer la relation de conjugaison d'un miroir plan.

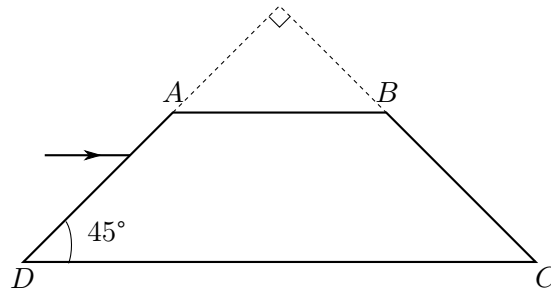
### II Grenouille intelligente

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?

### III 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.

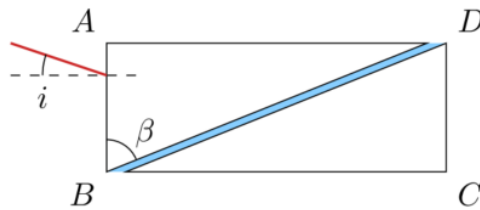
## Sujet 2

## I Question de cours

Définir un rayon lumineux et énoncer les propriétés liées à leur propagation.

## II 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 Question de cours**

Définir la notion de stigmatisme et d'aplanétisme, les conditions de Gauss et leur conséquence.

**II 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 ?? . 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. Á 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.

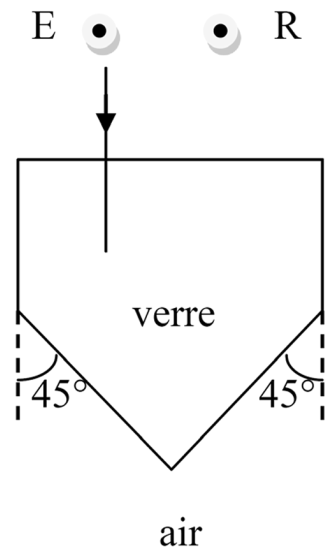


Figure 3.1 – Schéma d'un capteur d'eau

## Sujet 4

### I Question de cours

Qu'est-ce qu'un système optique centré ? Comment sont définis les points objet et image ? Comment sont définis le caractère réel et virtuel point un point et un objet ? Accompagner chaque réponse d'un schéma.

### II 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.

## Sujet 5

## I Question de cours

Énoncer les conditions de réflexion totale *avec un schéma*, donner et démontrer la valeur de l'angle limite  $i_{\text{lim}}$  en fonction de  $n_2$  et  $n_1$ .

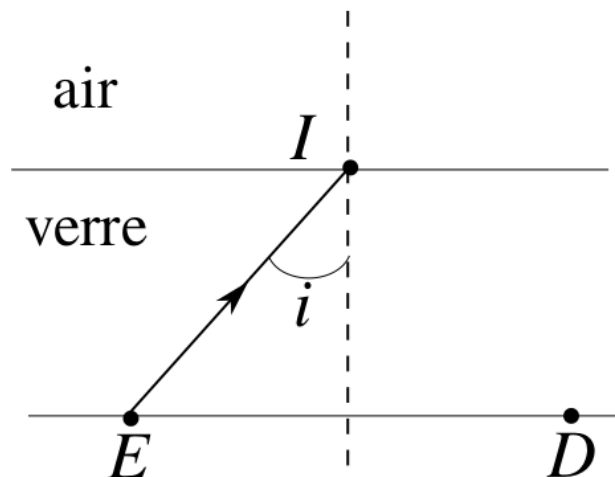
## II Incidence de Brewster

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

## III 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 ?