

Série d'exercices N° 02

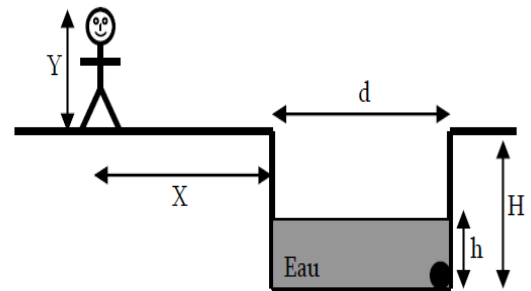
Systemes Optiques**Dioptre Plan & lame à faces parallèles & Prisme****Exercice N°01 :**

On a un objet lumineux appelé point A dans l'eau, à une profondeur AH (H projection orthogonal de A sur le dioptre plan). L'objet A émet de la lumière monochromatique les rayons émis se dirigent vers le dioptre plan eau-air que constitue la surface horizontale qui sépare les 2 milieux $n_{\text{eau}} = 1.331$; $n_{\text{air}} = 1.000$; $n = n_{\text{eau}} / n_{\text{air}}$. On appelle A' l'image du point A correspondant à un rayon incident AI.

1. Quelle est la relation entre HA, HA'.
2. Etablir la relation donnant, dans l'approximation des petits angles (dans les conditions de Gauss) , HA' en fonction de HA et de n.
3. Le dioptre plan est-il « un système optique non-stigmatique » ?

Exercice N°02 :

Un observateur mesurant $Y=1,8\text{m}$ est situé à $X=4\text{m}$ du bord d'une piscine, de profondeur $H=2,5\text{m}$, et de largeur $d=4\text{m}$. Un caillou est placé au fond de la piscine (voir figure ci-dessous).



1. Calculer la hauteur d'eau minimale pour que l'observateur puisse voir le caillou. L'indice de l'eau est $n=1,33$.
2. En déduire la position de l'image.

Exercice N°03:

Sur la face supérieure d'une lame de verre formée par deux dioptres plans parallèles, d'épaisseur $e = 8,0\text{ cm}$, d'indice $n_2 = 1,5$ plongée dans l'air dont on supposera l'indice n_1 égal à 1, arrive un pinceau lumineux sous une incidence $i_1 = 60^\circ$. Voir figure ci-dessous :

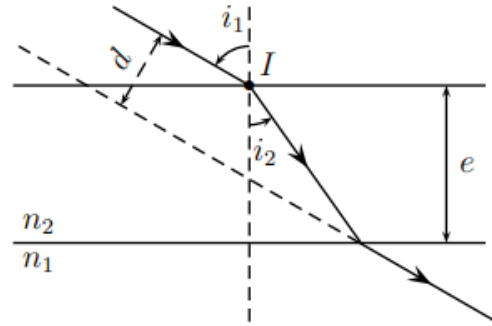
1. Peut-on affirmer qu'il y a toujours un rayon transmis de l'autre côté de la lame ?
2. Exprimer la déviation latérale du faisceau d en fonction de e , i_1 et i_2 .

3. À partir de la relation précédente, montrer que la déviation latérale d peut se mettre sous la forme :

$$d = e \left(1 - \frac{n_1 \cos i_1}{n_2 \cos i_2} \right) \sin i_1$$

Effectuez l'application numérique.

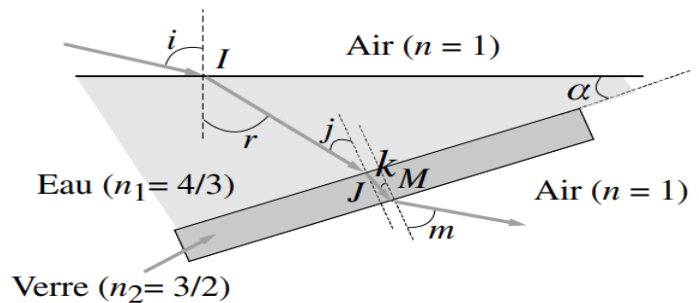
4. À quelle condition la déviation d sera-t-elle proportionnelle à e et i_1 ?
5. Si le rayon est émis par une source ponctuelle A ; Que peut-on dire de son image A' ? déterminer le déplacement latéral AA'.



Exercice N°04 :

Un observateur sous-marin voit le paysage (terrestre) à travers la vitre de son masque de plongée considérée comme une lame à faces planes, d'indice $n_2 = 3/2$. Cette vitre est placée sous l'eau (d'indice $n_1 = 4/3$) comme l'indique la figure ci-contre.

1. Quelle relation vérifient r , j et α ?
2. Le rayon peut-il se réfléchir en J ?
3. Déterminer les conditions sur j et α pour que le rayon sorte en M en émergence rasante.
4. L'observateur peut-il voir un rayon incident si $\alpha = 20^\circ$ et $i = 45^\circ$? Si oui, pour quelle valeur de α va-t-il disparaître.



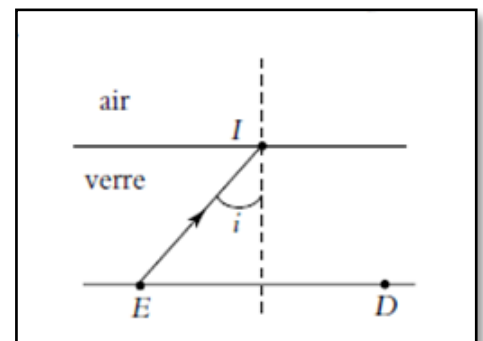
Exercice N°05 : (sur l'espace numérique)

On modélise un pare-brise par une lame de verre à faces parallèles, d'épaisseur e , d'indice $n_v=1,5$. Un rayon lumineux issu d'un détecteur E (figure ci-dessous) arrive sur le dioptre en I avec un angle d'incidence i .

1. Quelle est la condition sur i pour qu'il y ait réflexion totale en I ?

Pour la suite de l'exercice en prendra $i=60^\circ$.

2. Où faut-il placer le détecteur de lumière D ?



3. Dans le cas de pluie, une lame d'eau, d'épaisseur e' , se dépose sur le pare-brise. L'indice de réfraction de l'eau est $n_e=1,33$.
- Déterminer le trajet du rayon lumineux, en indiquant sur le schéma les angles incidents, réfractés et réfléchis. Positionner le point D.
 - En déduire le fonctionnement d'un détecteur de pluie.

Exercice N°06 :

Soit deux lames à faces parallèles de mêmes épaisseurs e et d'indices respectifs n_1 et n_2 . Les deux lames sont parallèles entre elles, plongées dans l'air et séparées par des couches d'épaisseurs a .

Soit A' l'image donnée par un point A par le système optique dans les conditions de Gauss.

- Déterminer la distance AA' .
- Montrer que ce système est équivalent à celui obtenu en accolant les deux lames.
- Trouver alors l'expression de l'épaisseur et l'indice n' de la lame équivalente.

Exercice N°07 : Prisme et lame à faces parallèles

On considère un prisme équilatéral d'indice $n=3/2$, plongé dans l'air (**Figure 1**).

Partie I/

- Donner sans démonstration les formules du prisme.
- Tracer le trajet du pinceau lumineux à travers le prisme, justifier.
- Calculer la valeur de la déviation Totale « D_1 » subie par ce rayon.

Partie II/

Le prisme précédant est recouvert sur la face d'entrée d'une couche d'eau formant une lame à faces parallèles d'indice $n'=4/3$ (Figure 2).

- Calculer le nouvel angle d'incidence sur le prisme en verre.

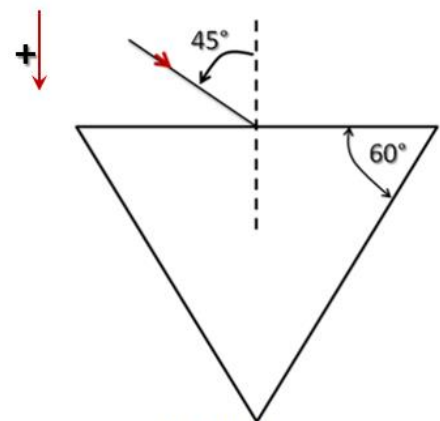


Figure 1

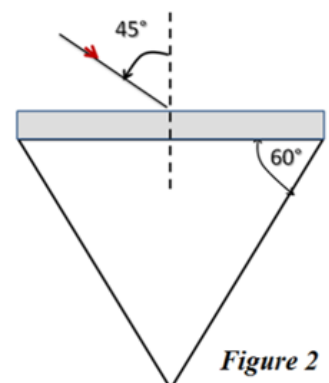


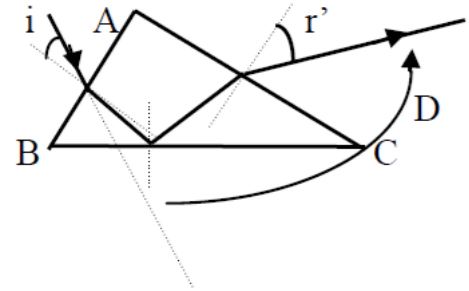
Figure 2

2. Calculer la déviation totale D provoquée par l'eau et par le prisme. Que constatez-vous ?

Exercice N°08:

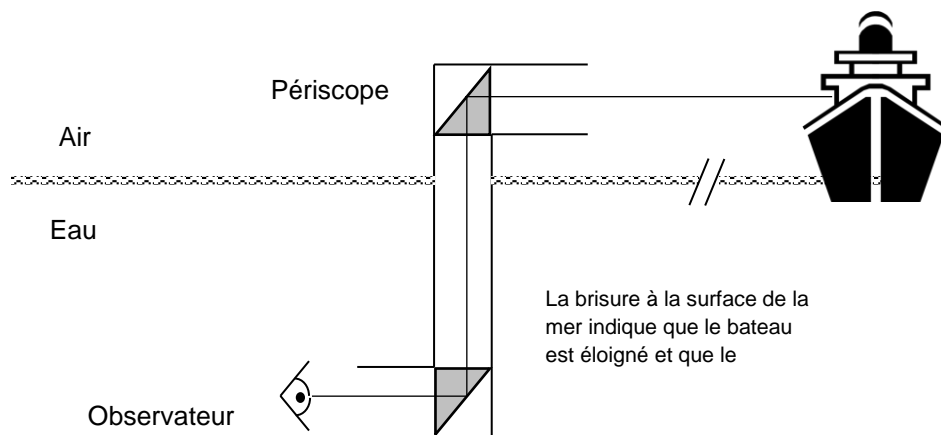
Un prisme rectangle en A , reçoit dans le plan de section principale, un rayon qui arrive sur AB sous l'incidence i au-dessus de la normale.

1. Trouver la condition sur l'angle i , pour qu'il y ait réflexion totale sur BC .
2. Calculer la déviation D en fonction de i , angle d'incidence, et de r' , angle d'émergence.
3. Peut-on la rendre égale à $\pi / 2$? Que devient dans ce cas la condition précédente ?



Exercice N°08:

Le périscopes est un instrument d'optique utilisant des prismes. Il permet à un observateur embarqué à bord d'un sous-marin en plongée de repérer un navire à la surface de l'eau. Le navire étant éloigné, les rayons lumineux issus de celui-ci et entrant dans le périscopes sont horizontaux. Le schéma simplifié du périscopes est donné ci-dessous. Les deux prismes isocèles et rectangles sont en verre. L'angle limite du *dioptr*e verre-air vaut 42° .



1. Expliquez, au moyen des lois de l'optique, le comportement de la lumière au passage de chacune des 3 faces des 2 prismes.