

APPROXIMATION DE L'OPTIQUE GEOMETRIQUE

Exercice n°1

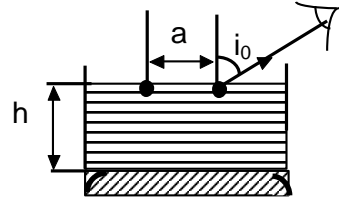
On considère l'atmosphère comme constituée par des couches concentriques dont les indices décroissent, quand on s'élève, de 1,000294 au niveau du sol jusqu'à 1 aux confins de l'atmosphère. Les surfaces d'égale indice étant assimilées à des plans parallèles, déterminer l'angle Δ dont est dévié un rayon lumineux issu d'un astre et arrivant au sol sous l'incidence i_0 .

Exercice n°2

Deux fils parallèles, distants de a , sont maintenus à la surface d'un liquide d'indice n , grâce à des flotteurs (non représentés sur la figure). Le liquide est placé dans un récipient dont le fond est garni de mercure, formant un miroir plan. Soit h la hauteur du liquide au-dessus du mercure; cette hauteur est réglable grâce à un dispositif à vases communicants.

On observe l'un des fils sous une incidence i_0 donnée, et on règle h de façon que l'image de l'autre fil coïncide avec le fil observé.

Donner l'expression de n en fonction de i_0 , a et h .



Exercice n°3

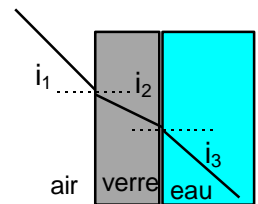
Poisson rouge dans un aquarium

la paroi d'un aquarium est constituée d'une lame de verre à faces parallèles, d'épaisseur $e = 5\text{ mm}$. L'indice optique de l'air est $n_1 = 1.00$, celui du verre est $n_2 = 1.50$ et celui de l'eau est $n_3 = 1.33$.

1°) Sachant que $i_1 = 46^\circ$, calculer i_2 et i_3 .

2°) Existe-t-il un phénomène de réflexion totale pour les rayons pénétrant dans l'aquarium ?

3°) Existe-t-il un phénomène de réflexion totale pour les rayons sortant de l'aquarium ?



Exercice n°4 Indice d'un liquide

Une cuve en verre a la forme d'un prisme de section droite rectangle isocèle. Elle est posée horizontalement sur une des arêtes de longueur l du triangle isocèle, et le sommet opposé à ce côté est ouvert pour permettre de remplir la cuve d'un liquide transparent d'indice n .

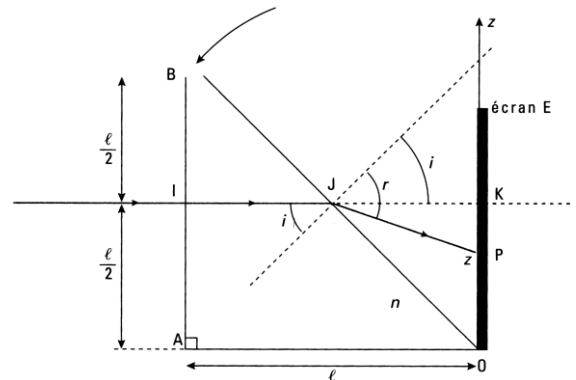
Un pinceau de lumière est envoyé horizontalement sur la face verticale de la cuve, dans un plan de section droite, à la hauteur $l/2$.

Ce rayon émerge au-delà de l'hypoténuse et rencontre en un point P un écran E placé verticalement à la distance l de la face d'entrée du dispositif. On néglige l'effet dû aux parois en verre sur la propagation du pinceau de lumière.

1) Quelle limite supérieure peut-on donner à la valeur de l'indice ?

2) Quel est l'indice n du liquide contenu dans la cuve en fonction de l et de z ?

3) A.N. : calculer n avec : $l = 30\text{ cm}$ et $z = 6,7\text{ cm}$.



Exercice n°5

Une fibre optique à « saut d'indice », d'axe Ox , est constituée de deux milieux homogènes, transparents, cylindriques et coaxiaux: le cœur d'indice n_1 et la gaine d'indice n_2 .

On ne considère que des rayons méridiens (dans un plan contenant Ox).

1) Quelle condition doit lier n_1 et n_2 pour que la fibre puisse être utilisée comme guide de lumière ?

2) Soit un rayon lumineux. Montrer qu'il ne peut se propager à l'intérieur de la fibre que si l'angle d'incidence i est supérieur à un angle i_0 que l'on exprimera en fonction de n_1 et n_2 .

3) θ est l'angle que fait, dans l'air, le rayon incident avec la normale à la face d'entrée. Montrer que la propagation de la lumière dans la fibre impose à θ d'être inférieur à une valeur θ_a (angle d'acceptance de la fibre). Exprimer $\sin \theta_a$ (ouverture numérique de la fibre) en fonction de n_1 et n_2 .

4) Application numérique: $n_1 = 1,45$; $n_2 / n_1 = 0,99$. Calculer i_0 et θ_a . Que pensez-vous des valeurs obtenues ?

