DEVOIR SURVEILLE TS1 **ER/PG+PI** 1H 45 07/10/2003

Nom : **Prénom :**

Note

=

Les résultats numériques seront donnés avec 3 chiffres significatifs dans tous les exercices, sauf dans l'exercice 1

EXERCICE 1 : La distance TERRE - LUNE

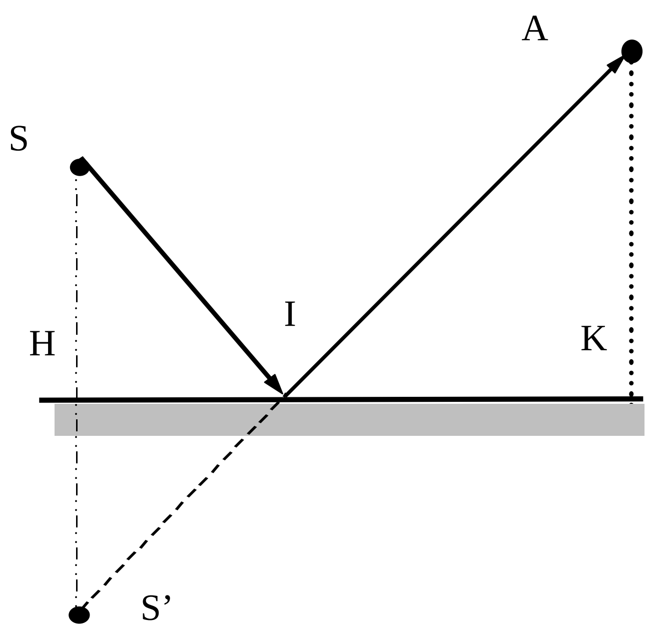
En 1969, les astronautes Armstrong et Aldrin ont déposé sur la Lune un réflecteur de rayons laser.Une impulsion lumineuse, émise depuis la Terre, fait l'aller-retour Terre-Lune en une durée qui est mesurable avec une très grande précision.

1. Au cours d'une telle mesure, on a trouvé une durée $\Delta t = 2{,}704\ 046$ s . Quelle était, ce jour-là et à l'endroit de la mesure, la distance Terre-Lune d ? On prendra pour vitesse de propagation de la lumière $c = 299\ 792\ km.s^{-1}$
2. La durée est mesurée avec appareil qui donne une mesure au millionième de seconde près. La distance d (Terre-Lune) est-elle mesurée avec une précision de quelques centmètres ? de quelques mètres ? de quelques kilomètres ? Justifier votre réponse par un calcul .

EXERCICE 2 :

Un rayon lumineux émis par la source S situéée à la distance SH = d = 20 cm d'un miroir plan se réfléchit et passe par le point A situé à la distance AK = d', avec d' = 30 cm du même miroir.
On donne la distance HK = D = 40 cm.

1. Déterminer l'expression littérale de la distance x = HI en fonction de D, d et d' .
2. Calculer numériquement x .

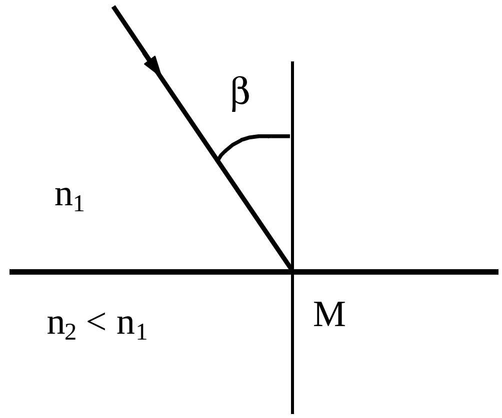


EXERCICE 3 : Sujet BTS session 1992

1) Enoncer les lois de Descartes :
   a- sur la réflexion de la lumière.
   b- sur la réfraction de la lumière.

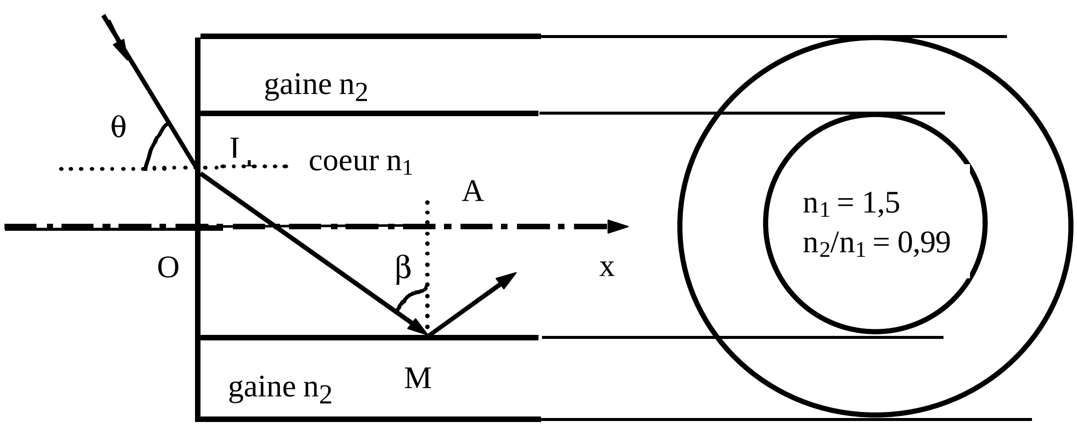
2) Après la traversée d'un milieu d'indice n_1, un rayon lumineux arrive sur la surface de séparation de ce milieu d'indice n_1 avec un milieu d'indice n_2. (voir figure ci-contre)

   Donner l'expression littérale de l'angle β pour lequel il n'y a plus de réfraction en M (il y a alors réflexion totale).



3) Une fibre "multimode" est formé d'un coeur d'indice n_1 et d'une gaine d'indice n_2. Les milieux sont homogènes, isotropes, cylindriques et coaxiaux ; on ne s'intéressse qu'aux rayons situés dans un plan passant par l'axe Ox.

NOTA : le schéma est un schéma de principe, ne respectant pas la réalité des proportions (angles, distances)



3.1. On veut déterminer en fonction de n_1 et n_2 la valeur θ à partir de laquelle il y a réflexion totale en M. On prendra pour l'air un indice $n = 1,00$. Pour cela :

   3.1.1. Ecrire $\sin \beta$ donnant la réflexion totale en M .
   3.1.2. En utilisant la loi de la réfraction en I, écrire $\sin \theta$ en fonction de $\cos \beta$ et n_1 .

3.1.3. On rappelle la relation trigonométrique $\sin^2 \beta + \cos^2 \beta = 1$. Démontrer alors que $\sin \theta$ peut se mettre sous la forme : $\sin \theta = n_1 . \sqrt{1 - \frac{n_2^2}{n_1^2}}$.

3.1.4. Calculer numériquement θ.

3.2. Que représente l'angle d'ouverture θ pour une fibre optique ?

3.3. Le rayon (1) pénètre dans la fibre en I et correspond au rayon donnant en M tout juste la première réflexion totale sur la gaine.
Le rayon (2) est un rayon entrant dans la fibre au point O avec une incidence nulle et se propageant en ligne droite suivant l'axe Ox de la fibre optique.

Calculer le rapport : $$\frac{L_1}{L_2} = \frac{\text{Distance parcourue par le rayon (1)}}{\text{Distance parcourue par le rayon (2)}} = \frac{IM}{OA}$$

3.4. Calculer la vitesse de propagation de la lumière dans le coeur de la fibre optique.

4)

4.1. Pour une fibre optique de longueur L = 10 km , calculer la distance parcourue D par un rayon lumineux arrivant sous un angle $\theta = 12°$.

4.2. Calculer le retard Δt entre ce rayon et un rayon se propageant suivant l'axe de la fibre. Conclusion .

DONNEE : dans l'air, vitesse de propagation de la lumière : c = 300.000 km/s .

EXERCICE 4 :

Deux cubes de verre, de mêmes dimensions : ABCD et DCEF , sont accollés par leur face DC . Leurs indices de réfraction par rapport à l’air sont respectivement $n_1 = 1,51$ et $n_2 = 1,62$.

1) Faire un schéma.
2) Un rayon incident SI tombe sur la face DF sous un angle $i = 30°$. Il se réfracte dans le verre et tombe en un point O de la face DC commune.
Calculer l’angle d’incidence i_1 du rayon IO par rapport à cette surface de séparation.

3) Entre quelles valeurs doit être compris i_1 pour qu’il y ait réflexion totale en O ?

3) Quelles sont les valeurs correspondantes de i ?

EXERCICE 5 : Appréciation d'une profondeur.

Un pêcheur voit depuis la berge un poisson immobile dans l'eau. Il a l'impression que le poisson se trouve à une profondeur $h_1 = O_1H = 50$ cm.
On prendra comme indice de réfraction : $n_a = 1{,}00$ et $n_e = 1{,}33$
On raisonnera sur le rayon qui va de l'œil du poisson à l'œil du pêcheur.

1) Le pêcheur a l'impression de voir l'œil du poisson en O_1 . Placer ce point O_1 sur la figure .

2) En supposant que le pêcheur se trouve presque à la verticale du poisson, on peut considérer que les angles i_1 et i_2 sont très petits.
On rappelle la propriété mathématique suivante :
quand un angle α est petit $\Rightarrow$ $\sin\alpha \approx \alpha \approx \tan\alpha$ (α exprimé en radians)

2.1. En écrivant la réfraction en I pour des angles petits, déterminer la profondeur réelle du poisson $O_2H = h_2$ en fonction de h_1 et des indices n_a et n_e .
2.2. Calculer numériquement h_2 .