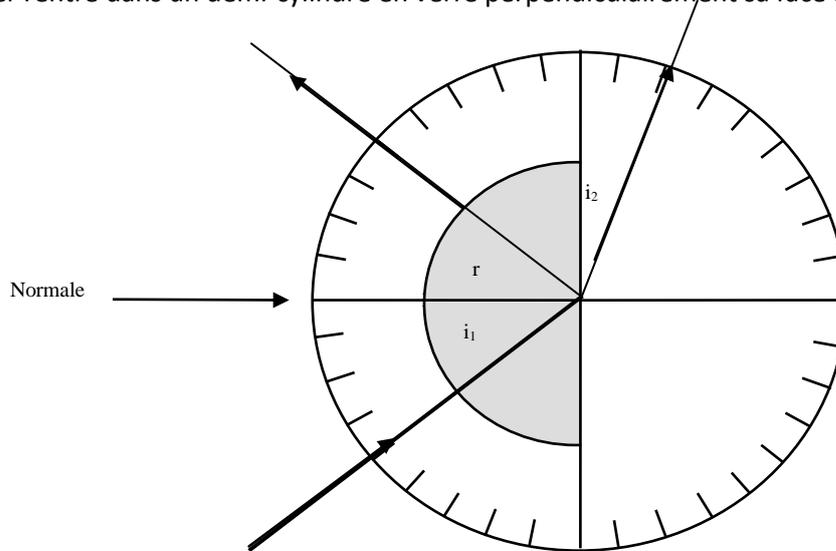


Composition 1 2011 2012

Exercice 1

Un rayon laser rentre dans un demi-cylindre en verre perpendiculairement sa face arrondie.



1. Quelle est la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide ?

La valeur de la vitesse de la lumière dans le vide est $c=3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$

2. Expliquer pourquoi le rayon n'est pas dévié après son entrée dans le demi-cylindre.

Le rayon n'est pas dévié lors de son entrée car le rayon arrive avec une incidence normale ($i=0$) sur la surface de séparation entre l'air et le verre, le rayon réfracté n'est alors pas dévié après son entrée dans le demi-cylindre.

3. Placer sur le schéma l'angle d'incidence i_1 et le mesurer.

Voir schéma. L'angle d'incidence se mesure entre la normale et le rayon incident : $i_1=40^\circ$

4. Énoncer la loi de la réflexion et tracer le rayon réfléchi, en indiquant l'angle de réflexion r .

D'après la loi de la réflexion : l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence. Voir schéma.

5. Tracer un rayon réfracté plausible, en justifiant sa direction. Indiquer l'angle de réfraction i_2 .

On passe d'un milieu d'indice plus élevé (verre) vers un milieu d'indice plus faible (air), l'angle de réfraction est alors plus élevé que l'angle d'incidence. L'angle de réfraction se mesure entre la normale et le rayon réfracté.

6. Calculer la vitesse de la lumière dans le verre v_{verre} sachant que l'indice de réfraction du verre est $n_{\text{verre}}=1,48$

Par définition :

$$v_{\text{verre}} = \frac{c}{n_{\text{verre}}}$$
$$v_{\text{verre}} = \frac{3,00.10^8}{1,48}$$
$$v_{\text{verre}} = 2,03.10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

7. Que va-t-il se passer si on augmente l'angle d'incidence i_1 ? Justifier. Comment nomme-t-on ce phénomène ?

On passe d'un milieu d'indice plus élevé (verre) vers un milieu d'indice plus faible (air), l'angle de réfraction est alors plus élevé que l'angle d'incidence.

Si on augmente l'angle d'incidence jusqu'à sa valeur limite i_{lim} , l'angle de réfraction atteindra alors une valeur limite $i_2=90^\circ$. Au-delà de cette valeur i_{lim} d'angle d'incidence, le rayon réfracté n'existe plus. On observe alors seulement un rayon réfléchi : on parle alors de réflexion totale.

Exercice 2 (15 points)

1.1. Quelle est la gamme de fréquences des ondes ultrasonores utilisées dans l'échographie ? (1 point)

La gamme de fréquence est 2 MHz à 15 MHz

1.2. Les ondes ultrasonores sont-elles audibles par l'Homme ? Justifier. (1 point)

Les ultrasonores ne sont pas audibles car l'Homme peut entendre des fréquences comprises entre 20 Hz et 20 kHz.

2.1. Sans faire de calcul, expliquer à l'aide des graphiques dans quel milieu la propagation des ultrasons est la plus rapide.

Le signal dans l'eau est reçu à la date $t_{\text{eau}} = 1,4 \times 10^2 \mu\text{s}$.

Le signal dans l'air est reçu à la date $t_{\text{air}} = 5,8 \times 10^2 \mu\text{s} > t_{\text{eau}}$ donc plus tard.

Les ultrasons ont parcouru la même distance ℓ entre l'émetteur et le récepteur. On peut dire que la propagation des ultrasons est donc plus rapide dans l'eau que dans l'air.

2.2. L'émetteur et le récepteur sont séparés par une distance $\ell = 20,0 \text{ cm}$. Calculer la vitesse de propagation des ultrasons dans l'air puis dans l'eau. (2 points)

$$v_{\text{eau}} = \frac{\ell}{t_{\text{eau}}} \quad v_{\text{eau}} = \frac{0,200}{1,40 \times 10^{-4}} \quad v_{\text{eau}} = 1,43 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}.$$

$$v_{\text{air}} = \frac{\ell}{t_{\text{air}}} \quad v_{\text{air}} = \frac{0,200}{5,80 \times 10^{-4}} \quad v_{\text{air}} = 3,45 \times 10^2 \text{ m.s}^{-1}.$$

3.1.1. À l'aide de l'oscillogramme **figure 10**, déterminer la durée t_R . (1 point)

Entre $t = 0 \text{ s}$ et t_R on mesure 7,0 divisions. La durée de balayage de l'oscilloscope étant de $20 \mu\text{s.div}^{-1}$, on a :

$$t_R = 7,0 \times 20 = 1,4 \times 10^2 \mu\text{s} = 1,4 \times 10^{-4} \text{ s}$$

3.1.2. Trouver, en la justifiant, l'expression de la durée t_R en fonction de la distance D et de la célérité v des ultrasons dans l'eau. (2 points)

Les ondes ultrasonores sont réfléchies sur l'objet : elles parcourent donc la distance $2D$ (aller et retour) pendant la durée t_R .

$$\text{Ainsi : } v = \frac{2D}{t_R} \text{ donc } t_R = \frac{2D}{v}$$

3.1.3. En déduire la distance D . (1 point)

$$\text{On a } t_R = \frac{2D}{v} \text{ donc } D = \frac{v \times t_R}{2} \text{ d'où } D = \frac{1,43 \cdot 10^3 \times 1,4 \cdot 10^{-4}}{2} \quad D = 10,0 \text{ cm}$$

3.2.1. Les ultrasons se propagent-ils plus vite dans l'eau ou dans le Plexiglas® ? Justifier en comparant les résultats obtenus sur **figures 10 et 11**. (2 points)

En comparant les deux figures, on constate que $t'_R < t_R$. Or la distance parcourue ($2D$) par les ultrasons est la même pour les deux expériences. Dans la seconde expérience, seule une partie de l'eau est remplacée par un morceau de Plexiglas.

Comme $t'_R < t_R$, les ultrasons se propagent plus vite dans le Plexiglas® que dans l'eau.

3.2.2. Donner l'expression littérale de la date t_A à laquelle la sonde reçoit l'écho dû à la réflexion partielle au point A en fonction de d et v . (1 point)

$$\text{De même qu'au 3.1.2. on a } t_A = \frac{2d}{v}$$

3.2.3. Expliquer l'expression littérale de la date t_B à laquelle la sonde reçoit l'écho dû à la réflexion partielle au point B qui est :

$$t_B = \frac{2d}{v} + \frac{2e}{v'} \text{ (où } v' \text{ est la vitesse des ultrasons dans le Plexiglas®). (1 point)}$$

À la durée t_A du parcours dans l'eau (avec la célérité v), s'ajoute la durée t'_{plexi} du parcours dans le plexiglas (distance $2e$ parcourue avec la célérité v').

$$\text{On a : } t_B = t_A + t'_{\text{plexi}} = \frac{2d}{v} + \frac{2e}{v'} = t_B$$

3.2.4. La relation permettant de calculer l'épaisseur e du Plexiglas® est : $e = \frac{v}{2} \cdot (t_R - t'_R + t_B - t_A)$

Connaissant les dates suivantes : $t'_R = 0,12 \text{ ms}$; $t_A = 62 \mu\text{s}$; $t_B = 72 \mu\text{s}$, calculer la valeur de l'épaisseur de la plaque en prenant $v = 1,43 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$ (1 point)

On exprime toutes les durées en secondes : $t'_R = 1,2 \times 10^{-4} \text{ s}$; $t_A = 6,2 \times 10^{-5} \text{ s}$; $t_B = 7,2 \times 10^{-5} \text{ s}$

$$e = \frac{1,43 \times 10^3}{2} \cdot (1,4 \times 10^{-4} - 1,2 \times 10^{-4} + 7,2 \times 10^{-5} - 6,2 \times 10^{-5}) = 2,1 \times 10^{-2} \text{ m.}$$

Exercice 3 (15 points)

1.1. Donner la composition de l'isotope $^{16}_8\text{O}$. (2 points)

Composition de l'isotope $^{16}_8\text{O}$: $Z=8$ et $A=16$ donc 8 protons, 8 électrons (pour assurer l'électronéutralité de l'atome) et $A-Z=8$ neutrons.

1.2. Pourquoi ne peut-on pas distinguer les isotopes par la charge électrique de leur noyau ? (2 points)

Les isotopes ont mêmes charges électriques car ils ont le même nombre de protons mais se différencient par leurs nombres de neutrons qui sont des particules non chargées.

1.3. Expliquer la raison pour laquelle $^{18}_8\text{O}$ est plus lourd que $^{16}_8\text{O}$. (1 point)

$^{18}_8\text{O}$ est plus lourd que $^{16}_8\text{O}$ car possèdent 2 neutrons supplémentaires.

1.4. On mesure la masse d'un des isotopes de l'oxygène et on trouve $3,1 \cdot 10^{-26}$ kg. De quel isotope s'agit-il ? On admet que le proton et le neutron ont la même masse égale à $1,7 \cdot 10^{-27}$ kg. (2 points)

La masse des électrons étant négligeables devant celle des nucléons, la masse de l'atome est essentiellement concentrée dans le noyau.

$$m_{\text{atome}} = A \times m_{\text{nucléon}} \text{ donc } A = m_{\text{atome}} / m_{\text{nucléon}} = 3,1 \cdot 10^{-26} / 1,7 \cdot 10^{-27} = 18 \text{ Il s'agit donc de l'oxygène 18}$$

1.5. Sachant que la masse de la Terre est de $6 \cdot 10^{24}$ kg, quel est l'ordre de grandeur du nombre d'atomes d'oxygène sur Terre ? (1 point)

Soit $M_T = 6 \cdot 10^{24}$ kg la masse de la Terre, soit $m = 2,7 \cdot 10^{-26}$ kg la masse de l'isotope de l'oxygène 16 (le plus abondant à 99,8%) et soit N le nombre d'atomes d'oxygène sur Terre.

Les atomes d'oxygène représentent la moitié de la masse de la Terre :

$$N = \frac{M_T}{2 \times m} = \frac{6 \cdot 10^{24}}{2 \times 2,7 \cdot 10^{-26}} = 1 \cdot 10^{50} \text{ atomes soit en ordre de grandeur } 10^{50} \text{ atomes}$$

2.1. Énoncer les règles de stabilité des éléments. (1 point)

Règles de stabilité des éléments : Les atomes afin d'acquérir une structure électronique stable en duet ou en octet des gaz nobles captent, cèdent ou mettent en commun des électrons.

2.2. Donner la structure électronique de l'atome d'oxygène. (1 point) :



2.3. Pourquoi l'atome d'oxygène n'est-il pas naturellement stable ? (1 point)

L'atome d'oxygène n'est pas naturellement stable car il n'a pas une structure électronique en octet.

2.4. Justifier que l'ion oxyde a pour formule O^{2-} . (1,5 point)

L'ion oxyde a pour formule O^{2-} car pour respecter la règle de l'octet l'atome gagne 2 électrons pour que sa couche externe soit saturée a donc pour représentation électronique : $(\text{K})^2(\text{L})^8$.

2.5. Calculer la charge électrique de l'ion oxyde. (1 point)

Soit q la charge électrique de l'ion oxyde. L'ion oxyde possède deux charges négatives excédentaires donc

$$q = -2 e = -2 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = -3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

2.6. Sachant que l'ion aluminium a pour formule Al^{3+} , trouver la formule de l'oxyde d'aluminium. Vous détaillerez le raisonnement. (1,5 point)

Formule de l'oxyde d'aluminium : afin de respecter l'électronéutralité, il faut 2 ions aluminium pour 3 ions oxyde :

