

Exercice 1 : athlétic start

1. During an athlétic contest, the starter fires a shot at the beginning of a 100 m race. The runner in the first lane is 5,0 m away from the starter. How long does it take for this runner to hear the gunshot ?
2. Lors d'un orage, la foudre tombe à 6000 m d'un coureur. L'éclair et le tonnerre sont émis simultanément.
 - a) Au bout de combien de temps le coureur verra-t-il l'éclair ?
 - b) Au bout de combien de temps entendra-t-il le tonnerre ?

/4 pts

1

1.5

1.5

Exercice 2: L'échographie médicale : choix de la fréquence des ultrasons.

/ 6 pts

Pour réaliser une échographie médicale, l'échographiste doit choisir la fréquence des ultrasons qui seront émis par la sonde.

« En échographie, les fréquences des ondes sont choisies en fonction de la zone à visualiser. Les ondes de basses fréquences sont moins atténuées et pénètrent plus profondément dans les milieux. Par exemple, à 5 MHz, on peut explorer des zones jusqu'à 12 cm de profondeur, alors qu'à 10 MHz, on atteint seulement 6 cm. Pourquoi alors ne pas se cantonner aux ondes de plus basses fréquences ? Parce que la précision spatiale dépend également de la fréquence : elle est d'autant meilleure que la fréquence est élevée, atteignant 0,3 mm à 5 MHz et 0,15 mm à 10 MHz ».

Sur son site Internet, un fabricant d'échographes à usage médical propose de nombreuses sondes. On trouve en particulier les sondes S4-2 et L12-5, dont quelques caractéristiques sont données ci-dessous.

Sonde S4-2	Sonde L12-5
 <ul style="list-style-type: none"> - L'intervalle de fréquence des ultrasons émis s'étend de 2 à 4 MHz. - Cette sonde est adaptée aux examens cardiaques, aux explorations de structures abdominales profondes (foie, reins, rate, estomac, pancréas, etc.) chez l'adulte, ainsi qu'aux études obstétricales. 	 <ul style="list-style-type: none"> - La fréquence des ultrasons émis vaut de 5 à 12 MHz. - Cette sonde convient particulièrement pour l'étude en haute résolution des structures superficielles : vaisseaux et parties molles (muscles, tendons, hématomes, etc.).

1. Quelle est la durée du parcours des ultrasons dans le corps pour une profondeur de 12 cm sachant que la vitesse des ultrasons dans les tissus du corps vaut $1,5 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$.
2. Calculer la période des ultrasons pour les deux fréquences citées dans le texte.
3. Comment la profondeur atteinte lors de l'examen échographique évolue-t-elle quand la fréquence des ultrasons augmente ?
4. Quelle limite de fréquence empêcherait d'atteindre les organes très profonds par échographie sonore ?

2

1.5

1

1.5

Exercice 3 : Le sonar.

Un sonar utilise un émetteur-récepteur qui envoie de brèves impulsions d'ondes de fréquence 40 kHz. La vitesse de propagation de ces ondes dans l'eau de mer est égale à 1500 m/s.

1. Le sonar reçoit un signal réfléchi 0,530 s après l'émission. A quelle distance se trouve-t-il de l'obstacle ?
2. Le sonar veut étudier les fonds marins. Sachant que le fond est à 1883 m, déterminer le temps entre l'émission et la réception.

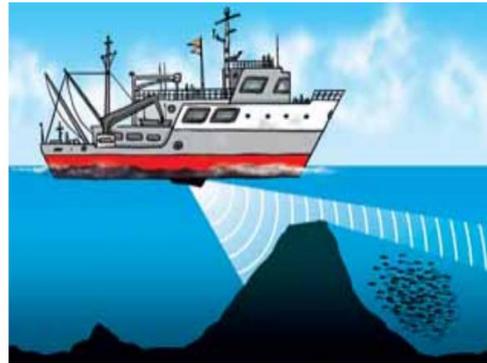


fig. 1 : Propagation des ondes sonores pour l'exploration sous-marine.

/3 pts

1.5

1.5

Exercice 4 : une lumière laser...

Un rayon laser de fréquence 666×10^{12} Hz se propage dans le milieu eau.

Il arrive sur la surface de contact eau/air. L'angle entre ce rayon et la surface de contact eau/air est de 50° .

Données : vitesse de la lumière dans l'eau $2,2 \cdot 10^8$ m/s

Angle de réfraction limite : $i_m = 42^\circ$

1. Faire un schéma du rayon incident arrivant sur la surface de contact eau/air.
2. Donner la valeur de l'angle incident et la comparer à l'angle de réfraction limite.
3. Donner la vitesse de la lumière dans l'air et comparer cette valeur à celle dans l'eau.
4. Indiquer les 2 conditions pour qu'un rayon subisse une réflexion totale.
5. Indiquer si dans ce cas précis, il y a réflexion totale ou non.
6. Compléter le schéma et l'annoter judicieusement (rayon incident, angle incident, ...).

/ 7 pts

1

1

1.5

1

1

1.5

Exercice 1 : athlétic start / 4 pts

- The runner in the first lane is 5,0 m away from the starter.
The speed of the gunshot is : $V = d/t = 340$ m/s (because it's a sound)
now $t = d/V = 5,0 / 340 = 1,47 \cdot 10^{-2}$ s = **$1,5 \cdot 10^{-2}$ s** (2CS)
- Lors d'un orage, la foudre tombe à 6000 m d'un coureur. L'éclair et le tonnerre sont émis simultanément.
 - L'éclair est une onde électromagnétique donc $v = 3,0 \cdot 10^8$ m/s.
Le temps pour arriver est : $t = d/V = 6000/3,0 \cdot 10^8 =$ **$2,0 \cdot 10^{-5}$ s**
 - Le tonnerre est une onde sonore donc $v=340$ m/s
Le temps pour arriver est : $t = d/V = 6000/340 =$ **17,6 s** (3CS)

Exercice 2: L'échographie / 6 pts

- On utilise des ultrasons dans le corps : $V = 1,5 \times 10^3$ m.s⁻¹.
La durée du parcours correspond à un aller-retour : $t = 2 d/ V = 0,24 / 1,5 \times 10^3 = 1,6 \cdot 10^{-4}$ s.
- Période des ultrasons à 5 MHz : $T = 1/f = 1/(5 \cdot 10^6) = 2 \cdot 10^{-7}$ s
à 10 MHz : $T = 1/f = 1/(10 \cdot 10^6) = 1 \cdot 10^{-7}$ s.
- On lit « à 5 MHz, on peut explorer des zones jusqu'à 12 cm de profondeur, alors qu'à 10 MHz, on atteint seulement 6 cm ». La profondeur atteinte lors de l'examen échographique diminue lorsque la fréquence des ultrasons augmente.
- Pour atteindre des organes très profonds par échographie sonore il faut diminuer la fréquence. En dessous de 20 kHz on est plus dans les ultrasons.

Exercice 3 : Le sonar / 3 pts

- La vitesse $V = 2d/t$ donc $d = V \cdot t / 2 = 1500 \cdot 0,53 / 2 =$ **398 m**
- Le temps $t = 2d/V = 2 \cdot 1883 \text{ m} / 1500 =$ **2,511 s**

Exercice 4 : une lumière laser... / 7pts

Il arrive sur la surface de contact eau/air. L'angle entre ce rayon et la surface de contact eau/air est de 50°.
Données : vitesse de la lumière dans l'eau $2,2 \cdot 10^8$ m/s
Angle de réfraction limite : $i_m = 42^\circ$

- Faire un schéma :
- L'angle incident est $i = 90 - 50 = 40^\circ$ et $i < 43^\circ$
- La vitesse de la lumière dans l'air est de $3,0 \cdot 10^8$ m/s qui est supérieur à celle de l'eau.
- Un rayon subit une réflexion totale si la vitesse de la lumière du milieu où il se trouve est inférieure à la vitesse de la lumière dans le milieu où il veut aller et si son angle d'incidence est supérieur à l'angle de réfraction limite.
- Dans notre cas, $V(\text{eau}) < V(\text{air})$ et $i < 43^\circ$, il n'y a donc pas réflexion totale.
- Compléter le schéma :

