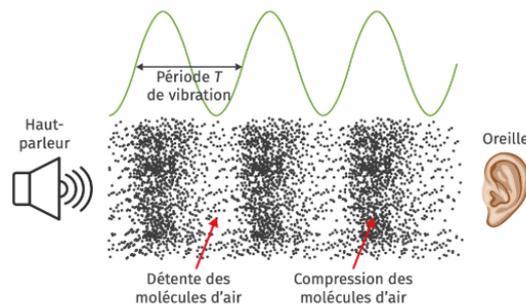


Correction des exercices - son.

Bilan

Les sons et leur propagation

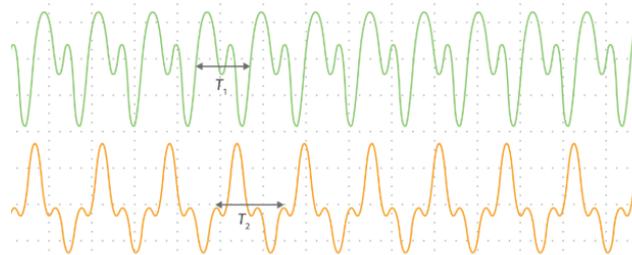


Un signal sonore résulte de la mise en vibration des molécules ou des atomes d'un milieu de propagation.

Un son ne peut donc exister que dans un milieu matériel. Dans ce milieu, il n'y a pas de déplacement de matière et la vitesse de propagation du son dépend de ce milieu.

Dans l'air, cette vitesse est de 340 m/s à 20 °C.

Caractéristiques d'un signal sonore



Ces graphiques représentent deux signaux sonores de périodes T_1 et T_2 distinctes et de timbres différents. Le temps est en abscisse.

La période T : la plus petite durée (en secondes) pour laquelle le signal se reproduit identique à lui-même.

La fréquence f : $f = \frac{1}{T}$ exprimée en hertz (Hz) et T en secondes (s).

Le timbre : il s'agit de la forme du signal périodique. Il est caractéristique de la source sonore émettrice (piano, violon, etc.).

Exercices

QCM

1. Création et propagation du son

1. Un son (ou un signal sonore) est créé : **A.** quand un objet se met à vibrer dans un milieu matériel.
2. Quand un son se propage : **C.** les molécules ou les atomes du milieu ne se déplacent pas.

2. Des sons périodiques

1. Un son périodique est un son : **B.** dont l'origine est une vibration elle-même périodique.
2. La hauteur d'un son : **C.** est liée à la fréquence de ce son.
3. La période est : **B.** inversement proportionnelle à la fréquence.

3. Les sons et l'oreille

1. Un microphone : **A.** permet de transformer un son en signal électrique.
2. Quand l'intensité sonore double, le niveau sonore associé : **A.** augmente de 3 dB.
3. Le domaine de fréquences des sons audibles par l'Homme s'étend de : **B.** 20 Hz à 20 000 Hz.

10. Comparaisons de durées de propagation

◆ $\Delta t = \frac{d}{v}$ donc :

- Dans l'air : $\Delta t = \frac{d}{v_{\text{air}}} = \frac{154}{340} = 0,453 \text{ s.}$
- Dans l'eau : $\Delta t = \frac{d}{v_{\text{eau}}} = \frac{154}{1500} = 0,103 \text{ s.}$

12. Le moustique

1. Le domaine de fréquence des sons audibles est de 20 Hz à 20 000 Hz.
2. La fréquence est le nombre de phénomènes périodiques qui se produit en 1 seconde, donc ici $f = 720 \text{ Hz}$. Il doit ainsi être audible. Qui n'a d'ailleurs jamais été gêné par un moustique qui vole près de l'oreille ?

14. Sensibilité de l'oreille humaine

1. D'après le graphique, le seuil d'audibilité à 1 000 Hz est d'environ -4 dB.
Remarque : il est intéressant d'expliquer que le niveau sonore est une grandeur relative et qu'une valeur négative ne correspond pas obligatoirement à une absence de son (ce cas correspond à un niveau égal à $-\infty$).
2. C'est pour les sons graves (de basse fréquence, donc sur la gauche du graphique) que le seuil d'audibilité est le plus élevé. L'oreille est donc plus sensible sur la partie centrale et à droite, soit pour les sons aigus.

15. Le pétard

1. C'est la définition de la vitesse moyenne : $v_{\text{lum}} = \frac{d_{\text{lac}}}{\Delta t'}$.

2. $\Delta t' = \frac{d_{\text{lac}}}{v_{\text{lum}}} = \frac{480}{3,00 \times 10^8} = 1,60 \times 10^{-6} \text{ s.}$

3. Cette durée écoulée entre l'explosion et la vision de l'explosion est extrêmement petite, non-mesurable avec un chronomètre standard. On peut donc considérer que l'on voit l'explosion quasiment au moment où elle se produit.

4. Δt peut ainsi être considérée comme la durée écoulée entre la production du son (l'explosion - correspondant à la leur dans l'énoncé) et son arrivée de l'autre côté du lac (correspondant à sa perception).

5. C'est la définition de la vitesse moyenne du son sur la distance d_{lac} .

6. On trouve :
$$v_{\text{son}} = \frac{d_{\text{lac}}}{\Delta t} = \frac{480}{1,4} = 3,4 \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Ce résultat est cohérent avec la valeur du cours et de l'énoncé.

17. Où est tombée la foudre ?

1. Lorsque l'éclair se produit, un son (le tonnerre) est émis à l'endroit de la décharge électrique. L'éclair est immédiatement visible puisque la durée entre l'émission de la lumière et la perception par les yeux est infiniment petite (en raison de la très grande célérité de la lumière). On peut donc savoir à quel moment le son est émis et déclencher le chronomètre. Cette onde sonore met davantage de temps pour arriver à nos oreilles. Quand c'est le cas, on peut arrêter le chronomètre. La durée mesurée Δt est la durée mise par le son pour parcourir la distance L entre l'éclair et l'observateur.

Le lien entre ces deux grandeurs est la célérité du son :

$$v_{\text{son}} = \frac{L}{\Delta t}.$$

2. On en déduit que : $L = v_{\text{son}} \times \Delta t = 340 \times 2,3 = 7,8 \times 10^2 \text{ m}.$

19. Accordage d'une guitare

1. Pour répondre, il faut connaître la fréquence du son émis. On peut déterminer graphiquement sa période : $2 \times T = 4,25 \text{ ms}$, donc $T = 2,1 \text{ ms}$.

Par conséquent,
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,1 \times 10^{-3}} = 4,8 \times 10^2 \text{ Hz}.$$

La guitare n'est donc pas bien accordée, elle n'est pas à 440 Hz.

2. Il faut baisser la fréquence, c'est-à-dire rendre le son plus grave. Il est nécessaire de détendre la corde.

3. La caisse de résonance permet d'amplifier l'onde sonore générée par la vibration de la corde afin d'augmenter l'intensité sonore du son émis.

4. Seule l'intensité est modifiée : la fréquence et la période sont imposées par la vibration de la corde.

5. La « caisse » de la *silent guitar* n'en est pas une. Il y a juste un manche et un cerclage qui dessine le contour de la guitare pour la rendre plus ergonomique. Il n'y a donc pas de matière pour amplifier la vibration des cordes à part le manche, mais l'effet de celui-ci est très faible.

22. Le laboratoire

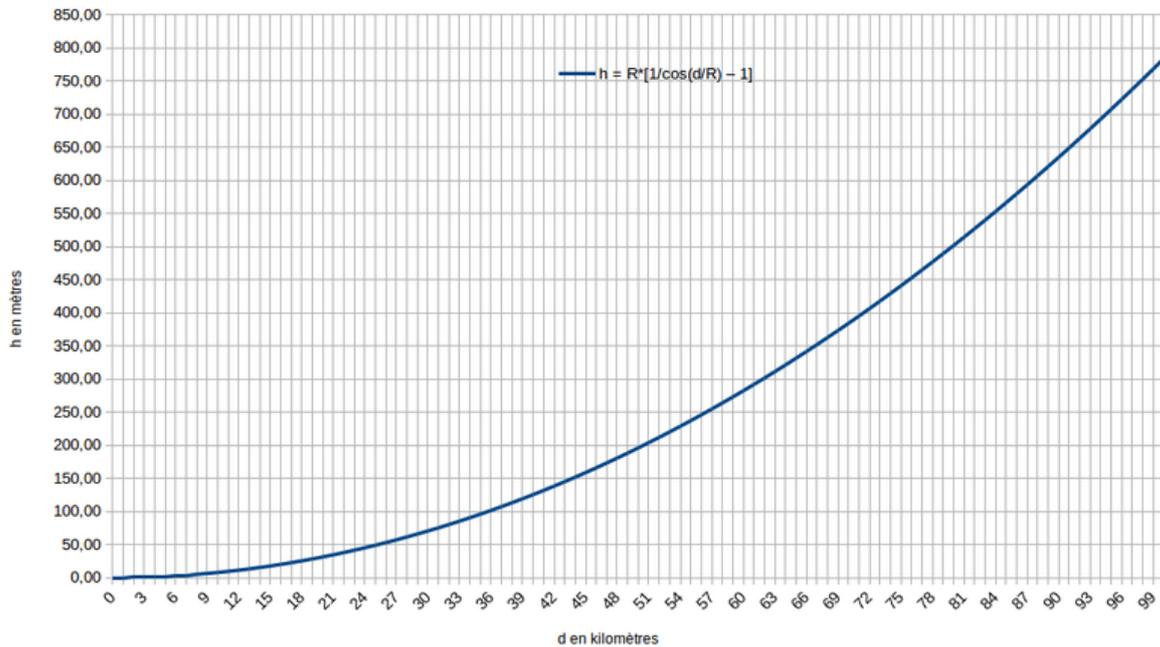
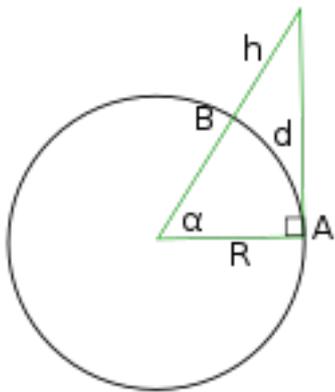
1. D'après le document, ce niveau sonore est supportable puisque le début de la zone fatigante est à 60 dB.
2. Le son de la deuxième machine s'ajoute à celui de la première, mais le niveau sonore ne double pas, il augmente de 3 dB. Le nouveau niveau sonore sera donc de 61 dB.
3. On passe ainsi dans la zone considérée comme fatigante. Les conditions de travail seront plus pénibles pour les employés.
4. a. La période du signal vaut $T = 5 \times 5 = 25 \mu\text{s} = 25 \times 10^{-6} \text{ s}$. Sa fréquence, qui en est l'inverse, correspond alors à $f = \frac{1}{25 \times 10^{-6}} = 40 \text{ kHz}$.
b. Il n'est pas nécessaire d'en tenir compte. En effet, cette fréquence est ultrasonore ($f > 20\,000 \text{ Hz}$) et n'est donc pas perçue par les humains.

27. La première mesure de la vitesse du son

1. La distance d parcourue par l'onde sonore dans le lac et sa durée de propagation Δt sont données. La vitesse ou célérité du son est définie par :

$$v_{\text{son}} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{13887}{9,1} = 1,5 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

2. Le déclenchement du chronomètre se fait à la vue du signal lumineux, qui est produit en même temps que le signal sonore sous l'eau. La lumière met un peu de temps pour arriver jusqu'aux yeux de M. Colladon. Cependant, cette durée est infiniment petite parce que la lumière est très rapide. Elle est donc négligeable. L'approximation faite est de considérer que la durée de propagation de la lumière entre les deux barques est négligeable (quasi-nulle) par rapport aux autres durées mesurées. Dans ce cas, le signal lumineux est considéré comme perçu à l'instant où il est créé.
3. La distance entre les deux barques est supérieure à 13 km. Par conséquent, la courbure de la Terre (et donc la courbure de la surface du lac) est perceptible. Sans cette précaution, la barque de l'assistant serait cachée par l'eau aux yeux de M. Colladon.



29. Le mur du son

1. Il faut comparer la vitesse du véhicule avec la vitesse du son en les mettant dans la même unité.

$$763,035 \text{ mph} = (763,035 \times 1,609) \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} = 1,228 \times 10^3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} = 3,41 \times 10^2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}.$$

Thrust SSC a donc bien dépassé la vitesse du son ce jour-là.

2. De la même façon, on convertit la vitesse de l'avion : $800 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} = 222 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

La vitesse du son dans ces conditions particulières vaut :

$$v_{\text{son}}(-50^\circ\text{C}) = 330 \times \sqrt{1 + \frac{-50}{273}} = 298 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}.$$

L'avion n'a donc pas franchi le mur du son.