

Corrigé et barème – Ondes mécaniques et son

Modélisation d'une onde, période, fréquence, célérité du son

Durée : 55 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Physique 3^e

Exercice 1 – Mesurer la vitesse du son (démarche expérimentale) (4 pts)

- a) Le son met du temps à parcourir la distance entre les micros (célérité finie). Dans le vide, aucune matière ne transmet la vibration : aucun micro ne recevrait de signal. (1)
- b) $v = d / \Delta t$: $0,50 / 0,0015 \approx 333$ m/s ; $1,00 / 0,0029 \approx 345$ m/s ; $1,50 / 0,0044 \approx 341$ m/s ; $2,00 / 0,0059 \approx 339$ m/s. Moyenne ≈ 340 m/s. (1)
- c) L'erreur de lecture ($\approx 0,1$ ms) est la même pour tous les retards ; elle représente 7 % de 1,5 ms mais moins de 2 % de 5,9 ms : la mesure longue est plus précise. (1)
- d) Air : $\Delta t = 5,10 / 340 = 0,015$ s = 15 ms. Eau : $5,10 / 1\,480 \approx 0,0034$ s = 3,4 ms. (1)

Repère — une célérité se calcule toujours par d / t avec des mètres et des secondes : 5,9 ms = 0,0059 s, jamais 5,9 s.

Exercice 2 – Trois sons à l'oscilloscope (lecture d'un tableau) (4 pts)

- a) $f = 1 / T$: A et B : $1 / 0,002 = 500$ Hz ; C : $1 / 0,0005 = 2\,000$ Hz. (1)
- b) Le plus aigu : C (fréquence la plus élevée, 2 000 Hz). Le plus fort : B (amplitude la plus grande, 5 divisions). (1)
- c) Oui, même fréquence 500 Hz donc même hauteur. On les distingue par le timbre, lié à la forme du motif (dentelé pour le piano, arrondi pour la flûte). (1)
- d) Oui : 500 Hz et 2 000 Hz sont entre 20 Hz et 20 kHz. D : $T = 1 / 25\,000 = 0,00004$ s = 0,04 ms ; 25 kHz > 20 kHz, c'est un ultrason, inaudible. (1)

Le point clé — hauteur $\leftrightarrow$ période/fréquence, intensité $\leftrightarrow$ amplitude, timbre $\leftrightarrow$ forme du motif : trois grandeurs indépendantes que l'on lit sur un même oscillogramme.

Exercice 3 – Le sonar d'un bateau de pêche (calculs) (4 pts)

- a) Onde mécanique (a besoin de l'eau pour se propager), longitudinale ; 50 kHz > 20 kHz : ultrason, inaudible. (1)
- b) $d = v \times t / 2 = 1\,500 \times 0,64 / 2 = 480$ m. (1)
- c) $d = 1\,500 \times 0,21 / 2 = 157,5$ m. (1)
- d) $d = 340 \times 0,64 / 2 = 108,8$ m. Pour la même durée, la distance est plus petite car la célérité du son est bien plus faible dans l'air que dans l'eau. (1)

Erreur fréquente — oublier que la durée mesurée par un sonar est celle d'un aller-retour : la distance de l'obstacle est la moitié de la distance parcourue.

Exercice 4 – Concert et santé auditive (lecture d'un tableau) (4 pts)

- a) L'amplitude du signal augmente (intensité). La fréquence (hauteur de la note) reste la même. (1)
- b) À chaque +3 dB, la durée est divisée par 2. 103 dB $\rightarrow$ 7,5 min ; 106 dB $\rightarrow$ 3,75 min (environ 4 min). (1)
- c) $106 - 22 = 84$ dB, sous le seuil de 85 dB : 2 h sont sans risque (jusqu'à 8 h). (1)
- d) $t = 68 / 340 = 0,2$ s. Il voit la baguette frapper 0,2 s avant d'entendre le coup, car la lumière arrive quasi instantanément. (1)

Attention — l'échelle des décibels n'est pas proportionnelle : +3 dB double la puissance sonore, +10 dB la multiplie par 10 ; on soustrait les décibels d'atténuation, on ne les divise pas.

Exercice 5 – Vrai ou faux argumenté, et prise d'initiative (4 pts)

- a) Faux : la célérité ne dépend que du milieu (et de sa température), pas de la fréquence. Les deux sons arrivent en même temps. (1)
- b) Vrai : sans atmosphère, il n'y a pas de milieu matériel pour propager l'onde sonore (la vibration existe dans le rocher, mais rien ne la transmet à l'oreille). (1)
- c) Il a pris la durée de 5 périodes pour une seule ($T = 12,5 / 5 = 2,5$ ms) et n'a pas converti en secondes ($2,5$ ms = 0,0025 s). $f = 1 / 0,0025 = 400$ Hz. (1)
- d) Distances : $340 \times 1,5 / 2 = 255$ m puis $340 \times 0,6 / 2 = 102$ m ; rapprochement 153 m en 300 s : $v = 153 / 300 \approx 0,51$ m/s $\approx 1,8$ km/h (marche lente en montée). (1)

Astuce — avant tout calcul de fréquence, isoler une seule période et l'écrire en secondes ; avant tout calcul d'écho, écrire « aller-retour » et diviser par 2.