Corrigé et barème – Son : caractéristiques et perception

Ondes sonores, fréquence, amplitude, vitesse et perception auditive — programme de Spécialité Physique-Chimie 1re

Durée : 120 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Spécialité Physique-Chimie 1re

Exercice 1 – Oscillogramme d'un signal sonore *(4 pts)*

a) $T = 18{,}0 \times 10^{-3} / 4 = 4{,}50 \times 10^{-3}$ s, soit $T = 4{,}50$ ms. (1)

b) $f = 1/T = 1 / (4{,}50 \times 10^{-3}) = 222$ Hz. (1)

c) $\lambda = v/f = 347 / 222 = 1{,}56$ m. (1)

d) 222 Hz appartient à l'intervalle 20 Hz – 20 kHz : le son est audible, et plutôt grave. (1)

Erreur fréquente — La durée lue à l'écran contient plusieurs périodes : diviser par leur nombre avant de calculer la fréquence, et convertir les millisecondes en secondes.

Exercice 2 – Intensité et niveau d'intensité sonore *(4 pts)*

a) $I = I_0 \times 10^{(58/10)} = 1{,}0 \times 10^{-12} \times 10^{5{,}8} = 6{,}31 \times 10^{-7}$ W·m^{-2}. (1)

b) $L = 10 \log(8{,}0 \times 10^{-4} / 1{,}0 \times 10^{-12}) = 10 \log(8{,}0 \times 10^{8}) = 89{,}0$ dB. (1)

c) L'intensité est multipliée par 4 : $L = 58 + 10 \log 4 = 58 + 6{,}0 = 64{,}0$ dB. (1)

d) Le décibel mesure un logarithme de rapport d'intensités : les niveaux ne s'additionnent pas. Il faut additionner les intensités (4I) puis revenir au niveau, ce qui donne 64,0 dB — une valeur de 232 dB dépasserait largement le seuil de douleur. (1)

Le point clé — Toute addition de sources se traite sur les intensités en W·m^{-2}, jamais sur les niveaux en décibels.

Exercice 3 – Corde vibrante et harmoniques *(4 pts)*

a) $f_1 = v/(2L)$ donc $v = 2\,L\,f_1 = 2 \times 0{,}72 \times 196 = 282$ m·s^{-1}. (1)

b) $f_3 = 3\,f_1 = 3 \times 196 = 588$ Hz. (1)

c) La tension étant inchangée, v reste égale à 282,2 m·s^{-1} : $L' = v/(2f_1') = 282{,}2 / (2 \times 294) = 0{,}48$ m. (1)

d) Le mode fondamental correspond à une demi-longueur d'onde entre les extrémités fixes : $\lambda_1 = 2L = 2 \times 0{,}72 = 1{,}44$ m. Vérification : $\lambda_1 = v/f_1 = 282{,}2/196 = 1{,}44$ m. (1)

Repère — La célérité d'une onde sur une corde dépend de sa tension et de sa masse linéique, pas de sa longueur : raccourcir la corde ne change que la fréquence.

Exercice 4 – Source ponctuelle isotrope *(4 pts)*

a) $I = P / (4\pi\, d^2) = 0{,}50 / (4\pi \times 4{,}0^2) = 0{,}50 / 201 = 2{,}5 \times 10^{-3}$ W·m^{-2}. (1)

b) $L = 10 \log(2{,}5 \times 10^{-3} / 1{,}0 \times 10^{-12}) = 10 \log(2{,}5 \times 10^{9}) = 94{,}0$ dB. (1)

c) $I' = I_0 \times 10^{8{,}4} = 2{,}51 \times 10^{-4}$ W·m^{-2}, d'où $d' = \sqrt{(P / (4\pi\, I'))} = \sqrt{(0{,}50 / 3{,}16 \times 10^{-3})} = \sqrt{158} = 12{,}6$ m. (1)

d) $\Delta L = 20 \log(d'/d) = 20 \log(12{,}6/4{,}0) = 20 \log(3{,}15) = 10{,}0$ dB : le niveau passe bien de 94,0 dB à 84,0 dB. (1)

Attention — L'intensité varie comme l'inverse du carré de la distance : un écart de niveau s'écrit $20 \log(d'/d)$, et non $10 \log(d'/d)$.

Exercice 5 — Spectres et perception *(4 pts)*

a) Pour X : $698 = 2 \times 349$, $1047 = 3 \times 349$, $1396 = 4 \times 349$. Pour Y : $1047 = 3 \times 349$, $1745 = 5 \times 349$. Les deux fondamentaux valent $f_1 = 349$ Hz : les deux sons ont la même hauteur. (1)

b) $T = 1/f_1 = 1/349 = 2{,}87 \times 10^{-3}$ s, soit 2,87 ms. (1)

c) X contient les rangs 1, 2, 3 et 4 ; Y seulement les rangs impairs 1, 3 et 5. Les spectres diffèrent alors que la hauteur est identique : les deux sons se distinguent par leur timbre. (1)

d) I_X / I_Y = 10^((87−81)/10) = 10^0,6 = 4,0 : l'intensité du son X est environ quatre fois celle du son Y, pour un écart de seulement 6 dB. (1)

À retenir — Même hauteur, même période, spectres différents : c'est la définition même du timbre.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).