Fête de la musique

Bac 2023 Nouvelle-Calédonie Jour 2 · Exercice 2 **5 points** **Durée conseillée 53 min**

A.1.1 Exprimer l'intensité sonore I_1 de la sono réglée pour les concerts traditionnels en fonction de L_1.

Par définition du niveau d'intensité sonore : $L_1 = 10\log\left(\frac{I_1}{I_0}\right)$.

Donc $\log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = \frac{L_1}{10}$, soit $\frac{I_1}{I_0} = 10^{L_1/10}$.

$$I_1 = I_0 \times 10^{L_1/10}$$

MÉTHODE
Isoler d'abord le log, puis utiliser $\log(x) = a \Leftrightarrow x = 10^a$.

A.1.2 Vérifier que I_1 est égale à $1{,}00 \times 10^{-2}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$.

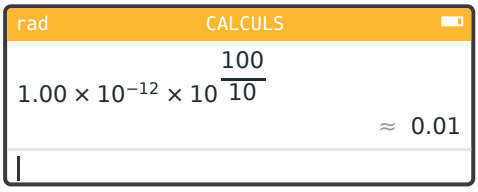
Données utiles $L_1 = 100$ dB ; $I_0 = 1{,}00 \times 10^{-12}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$; expression de I_1 (A.1.1)

$$I_1 = I_0 \times 10^{L_1/10} = 1{,}00 \times 10^{-12} \times 10^{100/10} = 1{,}00 \times 10^{-12} \times 10^{10}$$

$I_1 = 1{,}00 \times 10^{-2}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, ce qui est bien la valeur attendue.

COMPRENDRE
Le résultat est écrit avec trois chiffres significatifs, comme I_0. Une intensité sonore s'exprime en $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, un niveau en dB.

À LA CALCULATRICE



A.2 Calculer l'intensité sonore I_{tot} émise par l'ensemble {tracteur + sono}.

Données utiles $I_1 = 1{,}00 \times 10^{-2}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ (A.1.2) ; $I_2 = 1{,}00 \times 10^{-3}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

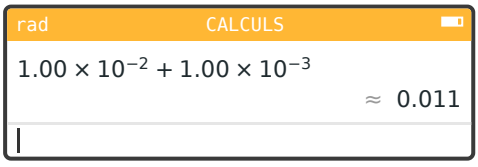
Les intensités sonores de deux sources s'additionnent (à la même distance, ici 2 m) :

$$I_{tot} = I_1 + I_2 = 1{,}00 \times 10^{-2} + 1{,}00 \times 10^{-3}$$

$I_{tot} = 1{,}10 \times 10^{-2}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

PIÈGE
Additionner les niveaux en décibels : ce sont les intensités sonores qui s'ajoutent, jamais les niveaux.

À LA CALCULATRICE



A.3 En déduire le niveau d'intensité sonore L_{tot} correspondant à I_{tot}.

Données utiles $I_{tot} = 1{,}10 \times 10^{-2}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ (A.2) ; $I_0 = 1{,}00 \times 10^{-12}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

$$L_{tot} = 10\log\left(\frac{I_{tot}}{I_0}\right) = 10\log\left(\frac{1{,}10 \times 10^{-2}}{1{,}00 \times 10^{-12}}\right)$$

$L_{tot} = 100{,}4$ dB, soit environ 100 dB.

COMPRENDRE
Dix fois moins intense que la sono, le tracteur n'ajoute que 0,4 dB.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$10 \times \log\left(\frac{1.10 \times 10^{-2}}{1.00 \times 10^{-12}}\right) \approx 100.4139$$

A.4 Indiquer, en justifiant, si le DJ a besoin de faire de nouveaux réglages de sa sono pour cette fête de la musique.

Données utiles $L_{tot} = 100{,}4$ dB (A.3) ; niveau sonore maximal autorisé : 102 dB

Avec le tracteur en marche, $L_{tot} = 100{,}4\ \text{dB} < 102\ \text{dB}$: le niveau sonore maximal autorisé n'est pas dépassé.

Le DJ n'a pas besoin de modifier le réglage de sa sono.

A.5 Préciser, sans calcul, si un spectateur situé sur le trottoir à 10 m de la source {tracteur + sono} perçoit un niveau sonore supérieur, égal ou inférieur à L_{tot}. Justifier.

L_{tot} est le niveau à 2 m de la source. En s'éloignant, la puissance sonore émise se répartit sur une surface de plus en plus grande : l'intensité sonore diminue quand la distance augmente (atténuation géométrique), donc le niveau d'intensité sonore aussi.

À 10 m, le spectateur perçoit un niveau sonore **inférieur** à L_{tot}.

COMPRENDRE
Pour une source qui émet dans toutes les directions, $I = \frac{P}{4\pi d^2}$: l'intensité est divisée par 25 quand la distance est multipliée par 5.

A.6 Répondre à la même question pour un habitant, situé à 2 m de la source {tracteur + sono}, qui regarde passer le char derrière la fenêtre fermée de sa cuisine.

L'habitant est à la même distance (2 m) que celle où L_{tot} est évalué, mais le son doit traverser la fenêtre fermée. Le vitrage absorbe (et réfléchit) une partie de l'énergie sonore : c'est une atténuation par absorption.

L'habitant perçoit un niveau sonore **inférieur** à L_{tot}.

PIÈGE
Répondre « égal » parce que la distance est toujours de 2 m. Il existe deux causes d'atténuation : la distance (géométrique) et le milieu traversé (absorption).

B.1 À partir de la figure 1, déterminer la fréquence f de la note émise par le trompettiste en explicitant la démarche.

Données utiles figure 1 : tension en fonction du temps, de 0 à 0,004 s

Le signal est périodique : le même motif se répète à l'identique. Pour plus de précision, on mesure plusieurs périodes : le signal part de 0 V en montant à $t = 0$ s et se retrouve dans le même état, après deux motifs complets, à $t = 0{,}004$ s.

$2T = 0{,}004$ s, donc $T = 0{,}002\ \text{s} = 2 \times 10^{-3}$ s.

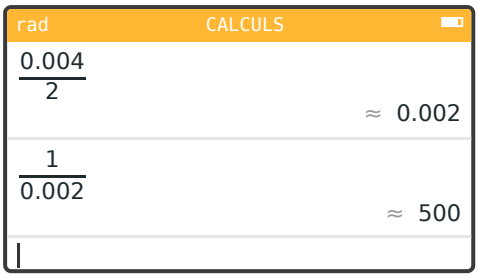
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \times 10^{-3}}$$

$f = 5 \times 10^{2}$ Hz, soit 500 Hz.

PIÈGE
Prendre pour période l'écart entre deux maximums voisins (environ 0,001 s) : ils n'ont pas la même hauteur, le motif complet n'est pas terminé. La période est la durée du plus petit motif qui se répète à l'identique.

MÉTHODE
Mesurer la durée du plus grand nombre possible de périodes, puis diviser : l'incertitude de lecture est répartie. Convertir T en secondes avant de calculer f.

À LA CALCULATRICE



B.2 Indiquer, en justifiant, si le seuil de douleur est atteint pour un spectateur placé à 2 m du char, lorsque la note de fréquence f émise par le trompettiste est diffusée.

Données utiles $f = 500$ Hz (B.1) ; $L_1 = 100$ dB à 2 m de la sono ; figure 2

Le moteur du tracteur est à l'arrêt : à 2 m du char, le spectateur ne reçoit que le son de la sono, de niveau $L_1 = 100$ dB.

Sur la figure 2, à la fréquence $f = 500$ Hz, la courbe du seuil de douleur se situe à environ 120 dB.

$100 \text{ dB} < 120 \text{ dB}$: le point (500 Hz ; 100 dB) est en dessous de la courbe du seuil de douleur.

Le seuil de douleur n'est pas atteint pour ce spectateur.

PIÈGE

Utiliser L_{tot} : le tracteur est arrêté pendant l'enregistrement. Attention aussi à l'axe des fréquences, qui est logarithmique : 500 Hz se lit sur la graduation marquée 500, pas au milieu entre 100 et 1000.

COMPRENDRE

Le seuil de douleur dépend de la fréquence : il descend vers 110 dB autour de 3000 à 4000 Hz, domaine où l'oreille est la plus sensible.