Nos oreilles on y tient !

Bac 2022 Polynésie Jour 2 · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 53 min**

1 Exprimer l'intensité sonore I_1 reçue par le conducteur 1 en fonction de P et d_1, puis l'intensité sonore I_2 reçue par le conducteur 2 en fonction de P et d_2.

Données utiles source ponctuelle : $I = \dfrac{P}{4\pi d^2}$

Les deux conducteurs reçoivent le son de la même source (l'autoradio), de puissance sonore P. On applique la relation donnée à chaque distance.

$$I_1 = \frac{P}{4\pi d_1^2} \quad \text{et} \quad I_2 = \frac{P}{4\pi d_2^2}$$

COMPRENDRE
La puissance P se répartit sur une sphère d'aire $4\pi d^2$ centrée sur la source : plus on s'éloigne, plus l'aire est grande et plus l'intensité reçue est faible.

2 Montrer que l'atténuation géométrique $A_{géo}$ du conducteur 1 au conducteur 2, en décibels, s'écrit $A_{géo} = 10 \times \log\left(\dfrac{I_1}{I_2}\right)$.

Données utiles $L = 10 \times \log\left(\dfrac{I}{I_0}\right)$

L'atténuation est la différence entre le niveau d'intensité sonore près de la source et le niveau plus loin : $A_{géo} = L_1 - L_2$.

$$A_{géo} = 10 \times \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) - 10 \times \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) = 10 \times \left[\log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) - \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right)\right]$$

Or $\log a - \log b = \log\left(\dfrac{a}{b}\right)$, donc :

$$A_{géo} = 10 \times \log\left(\frac{I_1}{I_0} \times \frac{I_0}{I_2}\right)$$

$A_{géo} = 10 \times \log\left(\dfrac{I_1}{I_2}\right)$: I_0 se simplifie, c'est l'expression attendue.

PIÈGE
Soustraire les intensités au lieu des niveaux : une atténuation en décibels est une différence de niveaux $L_1 - L_2$, qui correspond à un quotient d'intensités I_1/I_2, pas à $I_1 - I_2$.

MÉTHODE
Pour un « montrer que », partir de la définition ($A = L_{\text{proche}} - L_{\text{loin}}$), remplacer par les relations données, puis citer la propriété mathématique utilisée avant de conclure.

3 Vérifier que l'atténuation $A_{géo}$ est égale à 9,8 dB.

Données utiles $d_1 = 1{,}0$ m ; $d_2 = 3{,}1$ m ; I_1 et I_2 (Q1) ; $A_{géo}$ (Q2)

D'après la question 1 : $\dfrac{I_1}{I_2} = \dfrac{P}{4\pi d_1^2} \times \dfrac{4\pi d_2^2}{P} = \dfrac{d_2^2}{d_1^2}$

En reportant dans l'expression de la question 2 :

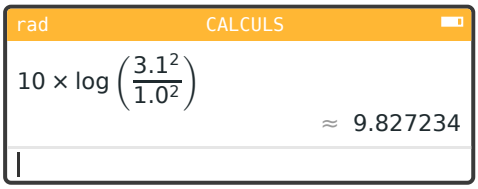
$$A_{géo} = 10 \times \log\left(\frac{d_2^2}{d_1^2}\right) = 10 \times \log\left(\frac{3{,}1^2}{1{,}0^2}\right)$$

$A_{géo} = 9{,}8$ dB : on retrouve la valeur annoncée.

PIÈGE
Oublier les carrés sur les distances (on trouverait 4,9 dB) ou inverser le quotient (on trouverait $-9{,}8$ dB, alors qu'une atténuation est positive).

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme d_1 et d_2. Le résultat ne dépend ni de P ni de I_0 : seul le rapport des distances compte.

À LA CALCULATRICE



4 À l'aide des mesures des deux conducteurs, calculer la valeur expérimentale A_{mesure} de l'atténuation géométrique.

Données utiles $L_1 = (80 \pm 3)$ dB ; $L_2 = (68 \pm 3)$ dB

$$A_{\text{mesure}} = L_1 - L_2 = 80 - 68$$

$$\boxed{A_{\text{mesure}} = 12 \text{ dB}}$$

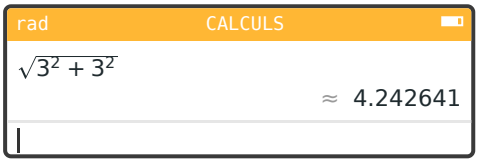
5 Calculer l'incertitude-type de l'atténuation A_{mesure}.

Données utiles $u(A_{\text{mesure}}) = \sqrt{u(L_1)^2 + u(L_2)^2}$; $u(L_1) = u(L_2) = 3$ dB

$$u(A_{\text{mesure}}) = \sqrt{u(L_1)^2 + u(L_2)^2} = \sqrt{3^2 + 3^2} = \sqrt{18}$$

$$\boxed{u(A_{\text{mesure}}) = 4{,}2 \text{ dB}}$$

À LA CALCULATRICE



PIÈGE
Soustraire les incertitudes parce que l'on soustrait les niveaux : on trouverait 0. Les incertitudes ne se compensent jamais, elles se composent toujours avec un signe « + » sous la racine.

COMPRENDRE
Une incertitude-type s'écrit avec un ou deux chiffres significatifs. Arrondie par excès à un seul chiffre, elle vaut 5 dB : cette écriture est aussi acceptée et ne change pas la conclusion de la question 6.

6 Comparer, à l'aide du z-score, l'atténuation $A_{\text{géo}}$ et l'atténuation mesurée A_{mesure}, puis conclure sur la compatibilité de ces deux valeurs.

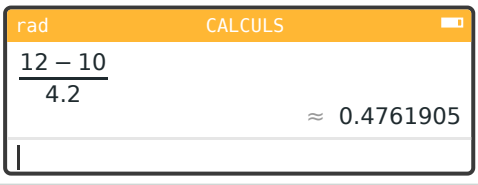
Données utiles $z = \dfrac{|x - x_{\text{ref}}|}{u(x)}$; $A_{\text{géo}} = 10$ dB ; $A_{\text{mesure}} = 12$ dB (Q4) ; $u(A_{\text{mesure}}) = 4{,}2$ dB (Q5)

La valeur de référence est celle du modèle, $A_{\text{géo}}$; la valeur mesurée est A_{mesure}.

$$z = \frac{|A_{\text{mesure}} - A_{\text{géo}}|}{u(A_{\text{mesure}})} = \frac{|12 - 10|}{4{,}2} = 0{,}48$$

$\boxed{z \approx 0{,}48 < 2}$: la valeur mesurée et la valeur du modèle sont compatibles.

À LA CALCULATRICE



COMPRENDRE
L'écart entre mesure et modèle (2 dB) est plus petit qu'une seule incertitude-type. Le modèle de l'atténuation géométrique décrit donc correctement la situation fenêtres baissées.

MÉTHODE
Z-score : 1) identifier la valeur de référence ; 2) diviser l'écart, en valeur absolue, par l'incertitude-type de la mesure ; 3) comparer à 2 et conclure par une phrase.

7 Choisir la nature de l'atténuation $A_{\text{fenêtres}}$ due à la fermeture des deux fenêtres : atténuation géométrique ou atténuation par absorption.

Les distances entre l'autoradio et les conducteurs ne changent pas. La diminution supplémentaire du niveau sonore vient de la traversée d'un milieu matériel, le verre des deux vitres, qui absorbe une partie de l'énergie de l'onde.

$\boxed{A_{\text{fenêtres}} \text{ est une atténuation par absorption.}}$

COMPRENDRE
L'atténuation géométrique vient de la seule répartition de l'énergie dans l'espace quand la distance augmente ; l'atténuation par absorption dépend du matériau traversé et de son épaisseur.

8 Déterminer si le conducteur 1 est exposé à un niveau d'intensité sonore supérieur à la limite de nocivité.

Données utiles $L'_2 = 63$ dB ; $A_{\text{géo}} = 10$ dB ; $A_{\text{fenêtres}} = 18$ dB ; limite de nocivité : 85 dB

Entre le conducteur 1 et le conducteur 2, les deux atténuations s'ajoutent :

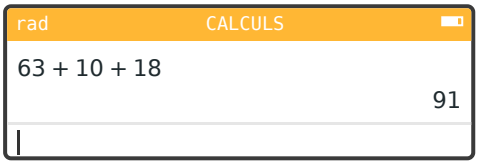
$$L'_1 - L'_2 = A_{\text{géo}} + A_{\text{fenêtres}} \quad \text{donc} \quad L'_1 = L'_2 + A_{\text{géo}} + A_{\text{fenêtres}}$$

$$L'_1 = 63 + 10 + 18 = 91 \text{ dB}$$

$91 \text{ dB} > 85 \text{ dB}$: le conducteur 1 dépasse la limite de nocivité. L'affirmation du guide est vérifiée.

$L'_1 = 91 \text{ dB} > 85 \text{ dB}$: le conducteur 1 est exposé à un niveau sonore nocif.

À LA CALCULATRICE



PIÈGE
Oublier l'atténuation géométrique : avec les fenêtres seules, on trouverait 81 dB et la conclusion serait inversée. Fermer les vitres ajoute une atténuation, cela ne supprime pas celle due à la distance.

MÉTHODE
Les atténuations en décibels s'additionnent. On remonte du récepteur vers la source en ajoutant chaque atténuation au niveau mesuré.