

30 min

cours : / 7
application : / 13Exercice 1 (7)

1. Définir le son.

(1) Le son est un cas particulier d'ondes mécaniques. Dans un fluide il se caractérise par la propagation d'une perturbation qui affecte le milieu. Une onde sonore transporte de l'énergie (mais pas de matière).

2. Définir l'intensité sonore. Préciser les limites d'intensités sonores audibles par l'oreille humaine.

(1) L'intensité sonore I caractérise l'intensité du signal reçue par l'oreille, c'est la puissance reçue par unité de surface. Son unité est le $W.m^{-2}$.

$$I = \frac{P}{S} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} I \text{ en } W.m^{-2} \\ P \text{ en } W \\ S \text{ en } m^2 \end{cases}$$

(1) L'oreille humaine perçoit des signaux sonores d'intensité comprise entre $I_0 = 1,0 \cdot 10^{-12} W.m^{-2}$ (valeur min = seuil d'audibilité) et $25 W.m^{-2}$ (valeur max = seuil de douleur).

3. Définir les deux types d'atténuation rencontrées en précisant leur spécificité.

(1) L'atténuation géométrique est la diminution du niveau d'intensité sonore L lorsque la distance à la source sonore augmente

$$A = L_{\text{proche}} - L_{\text{éloigné}} = 10 \cdot \log \left(\frac{I_{\text{proche}}}{I_{\text{éloigné}}} \right)$$

(1) L'atténuation par absorption évalue l'efficacité d'un matériau à lutter contre la transmission de bruit :

$$A = L_{\text{incident}} - L_{\text{transmis}} = 10 \cdot \log \left(\frac{I_{\text{incident}}}{I_{\text{transmis}}} \right)$$

4. Expliquer ce qu'est l'effet Doppler.

(1) L'effet Doppler est le changement apparent de la fréquence d'une onde reçue par un observateur mobile par rapport à une source émettrice fixe (ou bien par un observateur fixe par rapport à une source émettrice mobile.)

(1) On l'utilise pour déterminer la vitesse des globules rouges, d'un véhicule, de déplacement d'une étoile

Exercice 2 (7)

Les cornes de brume sont utilisées dans le domaine maritime pour signaler un obstacle ou un danger. Elles peuvent produire un son dont le niveau d'intensité sonore peut atteindre 115 dB.

1. Déterminer l'intensité maximale du son émis par une corne de brume.

(2) $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$

$$\frac{L}{10} = \log \frac{I}{I_0}$$

$$10^{\frac{L}{10}} = \frac{I}{I_0}$$

Intensité sonore maximale du son émis :

$$I = I_0 \times 10^{\frac{L}{10}} \quad \text{avec ...}$$

$$I = 1,00 \cdot 10^{-12} \times 10^{115/10}$$

$$I = 3,16 \cdot 10^{-1} W.m^{-2}$$

2. A 50 m de la corne de brume, l'intensité sonore est égale à $1,0 \cdot 10^{-4} W.m^{-2}$.

a. Déterminer le niveau d'intensité sonore correspondant. Commenter le résultat.

(2) Niveau d'intensité sonore à 50 m :

$$L = \log \frac{I}{I_0}$$

$$L = \log \frac{1,0 \cdot 10^{-4}}{1,00 \cdot 10^{-12}}$$

$$L = 80 \text{ dB}$$

(1) Le seuil de risque étant placé à 85 dB et la durée d'exposition étant courte, ce niveau d'intensité sonore est raisonnable,

b. En déduire l'atténuation du signal.

(1) Atténuation du signal :

$$A = L_{\text{proche}} - L_{\text{éloigné}}$$

$$A = 115 - 80 = 35 \text{ dB}$$

c. Quel type d'atténuation est ici mis en avant ?

(1) C'est une atténuation géométrique, aucun matériau n'intervient, seule la distance à la source est modifiée.

Exercice 3 (6)

Le klaxon d'une voiture se déplaçant à la vitesse v émet un son de fréquence $f_E = 300 \text{ Hz}$. Un observateur immobile perçoit un son de fréquence $f_R = 315 \text{ Hz}$.

1. Le son perçu est-il plus grave ou plus aigu que le son émis ?

(1) Un son est d'autant plus aigu que sa fréquence est élevée, or $f_E < f_R$ l'observateur perçoit donc le son émis plus aigu.

2. La voiture s'approche-t-elle ou s'éloigne-t-elle de l'observateur ?

(1) Une fréquence plus élevée est relevée lorsque le son s'approche de l'observateur.

3. Calculer le décalage Doppler.

(1,5) Décalage Doppler : $\delta f = f_R - f_E = 315 - 300 = 15 \text{ Hz}$

4. En déduire la vitesse v du véhicule dans l'unité du SI puis dans l'unité d'usage courant pour la vitesse d'une voiture.

(1,5) Or on peut aussi noter le décalage Doppler en fonction de la vitesse en phase d'approche :

$$\delta f = f_E \left(\frac{v}{v_{\text{onde}} - v} \right)$$

Or la vitesse du véhicule est considérée négligeable devant la vitesse du son, on peut alors négliger v devant v_{onde} et ainsi noter :

$$\delta f = f_E \left(\frac{v}{v_{\text{onde}}} \right)$$

Vitesse du véhicule :

$$v = v_{\text{onde}} \times \frac{\delta f}{f_E}$$

$$v = 340 \times \frac{15}{300}$$

$$v = 17 \text{ m.s}^{-1}$$

(1) Soit une vitesse de $v = 17 \times 3,6 = 61 \text{ km.h}^{-1}$