

Exercices sur les sons et ultrasons (chap. 3)

Exercice 1: détermination de la vitesse du son dans l'air

Lors de leur mesure de la vitesse du son dans l'air en 1822, Arago, Prony et Gay-Lussac avaient mesuré avec précision la distance entre Villejuif et Monlhéry, soit 18611,5 m. Ils mesurèrent la durée séparant l'observation de l'éclair produit par un coup de canon et la réception du son correspondant. A 10°C, la durée moyenne obtenue par les chronométrateurs étaient de 55,2s.

- 1- **Calculer** la célérité du son.
- 2- **Pourquoi** précise-t-on la température de l'air ?
- 3- **Peut-on admettre** que la propagation de l'éclair est instantanée ?

Exercice 2: localiser le point de chute de la foudre

Le tonnerre est perçu par un observateur 7,0 s après l'éclair. **A quelle distance** la foudre est-elle tombée ?
Données: célérité du son dans l'air: 340 m.s⁻¹; célérité de la lumière dans l'air: 3,00.10⁸ m.s⁻¹.

Exercice 3: détermination d'une distance

Sur une canalisation en dans laquelle circule de l'eau, on provoque un choc. Un capteur situé à une distance d détecte deux signaux sonores brefs séparés par une durée $\tau = 1,8$ s. **Déterminer** la distance d .

Données: célérité du son dans l'acier: 5,0 km.s⁻¹; dans l'eau: 1,5 km.s⁻¹.

Exercice 4: ultrasons émis par les dauphins

Pour communiquer entre eux les dauphins émettent des ultrasons dont les fréquences sont comprises entre 16kHz et 100kHz. La célérité moyenne des ultrasons dans l'eau de mer est d'environ 5,7.10³ km.h⁻¹.

Calculer le domaine de longueurs d'onde des ondes émises par les dauphins.

Exercice 5: mesure de la fréquence d'un son

Un haut-parleur relié à un GBF produit une onde sonore sinusoïdale. Un microphone relié à un oscilloscope capte le son émis. La sensibilité horizontale est de 1 ms/div.

- 1- **Quelle est** la fréquence de l'onde sonore sachant que la distance entre deux crêtes successives de l'oscillogramme est de 4 divisions.
- 2- Ce son **est-il** audible ? **Pourquoi** ?
- 3- **Proposer** une expérience qui permettrait de déterminer la longueur d'onde de cette onde sonore.

Exercice 6: niveaux sonores

Les niveaux sonores ne peuvent s'additionner arithmétiquement. Seules les énergies peuvent le faire. On rappelle la définition du niveau sonore: $L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$, avec L en dB et $I_0 = 10^{-12}$ W.m⁻².

- 1- **Calculer** le niveau sonore pour une oreille qui reçoit une intensité de 10 W.m⁻².
- 2- **Quelle intensité** ne doit pas être dépassée pour une oreille dont le seuil de douleur se situe à 130 dB ?
- 3- Dans une conversation normale, le niveau sonore atteint 50 dB lorsqu'une seule personne s'exprime. **Quel niveau** est atteint:
 - a- lorsque deux personnes parlent simultanément ?
 - b- lorsque dix personnes parlent simultanément ?

Exercice 7: du calme au bruit

Quel est le rapport des intensités sonores lorsqu'on passe d'un bureau calme (40 dB) à un atelier où on mesure 90 dB ?

Exercice 8: audibilité

Indiquer si les sons du tableau suivant sont audibles. Sinon, dire pourquoi.

	A	B	C	D	E	F
Fréquence (Hz)	25000	5000	10	200	40	3000
Intensité (W.m ⁻²)	10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	10 ⁻⁸	10 ⁻¹⁴	10 ⁻²

Exercice 9: Effet Doppler

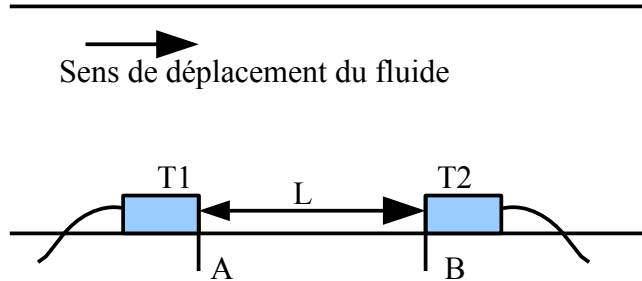
Sur le trottoir à une intersection, vous percevez une fréquence de 510 Hz provenant de la sirène d'une voiture de police qui s'approche. Après le passage de la voiture, vous ne percevez plus le son de la sirène qu'à une fréquence de 430 Hz. **Déterminez** la vitesse de la voiture de police (en m/s puis en km/h) d'après ces observations. **Quelle est** la fréquence de la sirène ?

Données: célérité du son dans l'air: 340 m.s⁻¹;

Exercice 10: ultrasons dans un fluide en mouvement (application de l'effet Doppler) (BTS AE 2006)

On se propose de calculer la vitesse d'écoulement u d'un fluide dans une canalisation (pétrole dans un oléoduc par exemple). Pour cela, on place en 2 points A et B de la canalisation deux transducteurs sonores T1 et T2 pouvant fonctionner indifféremment en émetteur ou en récepteur d'ultrasons.

A l'aide d'un oscilloscope, on mesure la durée θ que mettent les ultrasons pour parcourir la distance L qui sépare les points A et B.



Dans le fluide au repos, les ultrasons se propagent à la vitesse V. Dans le fluide en mouvement à la vitesse u, les ultrasons se propagent:

- à la vitesse (V+u) dans le sens de déplacement du fluide;
- à la vitesse (V-u) dans le sens opposé.

1- **Établir** l'expression littérale de la durée θ_1 que mettent les ultrasons pour aller de A en B en fonction de L, V et u.

2- **Établir** une expression analogue pour la durée θ_2 mises par les ultrasons pour aller de B vers A.

3- **En déduire** la différence τ entre θ_2 et θ_1 en fonction de L, V et u.

4- La vitesse d'écoulement u du fluide étant très faible devant la célérité V des ultrasons dans le fluide

immobile, **établir** l'expression approchée suivante: $u \approx \frac{\tau \cdot V^2}{2L}$.

5- Application numérique: distance entre A et B: L = 2,00 m
 $V = 1,5 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1}$,
 $\tau = 5,0 \mu\text{s}$.

Calculer la vitesse d'écoulement u du fluide dans la canalisation.

6- Le diamètre de la canalisation est D = 30 cm. **Calculer** le débit volumique du fluide exprimé en unités S.I puis en m³.h⁻¹.