

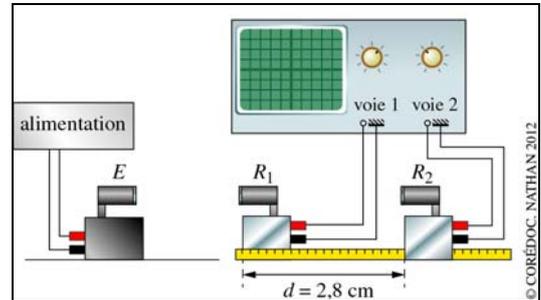
EXERCICE RÉSOLU 2

Onde ultrasonore

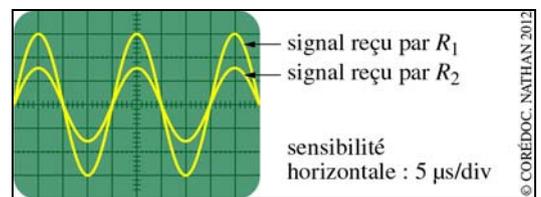
Énoncé

Au cours d'une séance de travaux pratiques, les élèves réalisent le montage ci-contre. E est un émetteur d'ultrasons permettant de générer une onde ultrasonore progressive sinusoïdale, R_1 et R_2 sont deux récepteurs d'ultrasons reliés à un oscilloscope.

L'oscillogramme observé lorsque le récepteur R_2 est situé à une distance $d = 2,8$ cm du récepteur R_1 est représenté ci-contre.



Dispositif de l'expérience.



Oscillogramme observé.

Première expérience

On éloigne lentement R_2 le long de la règle : on constate que le signal reçu par R_2 se décale vers la droite, puis les deux signaux se retrouvent de nouveau en phase.

Soit d' la nouvelle distance séparant désormais R_1 de R_2 ; on mesure $d' = 3,5$ cm.

Deuxième expérience

On immerge, en veillant à leur étanchéité, l'émetteur et les deux récepteurs R_1 et R_2 dans l'eau contenue dans une cuve de dimensions suffisantes. Sans changer la fréquence f de l'émetteur, on constate que, pour observer deux signaux successifs captés par R_2 en phase, il faut éloigner R_2 de R_1 sur une distance quatre fois plus grande que dans l'air.

1. Déterminer la fréquence f des ultrasons émis.
2. Définir en une phrase la longueur d'onde λ , puis déterminer sa valeur.
3. Calculer la célérité v_{air} des ultrasons dans l'air.
4. Déterminer la célérité v_{eau} des ultrasons dans l'eau.

Une solution

1. On mesure deux périodes T pour améliorer la précision du résultat, soit 8 divisions. En tenant compte de la sensibilité horizontale égale à $5 \mu\text{s}/\text{div}$:

$$2T = 8 \times 5 = 40 \mu\text{s}, \text{ soit } T = 20 \mu\text{s}.$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{20 \times 10^{-6}} = 5,0 \times 10^4 \text{ Hz}.$$

2. La longueur d'onde λ est la plus petite distance séparant deux points du milieu présentant le même état vibratoire.

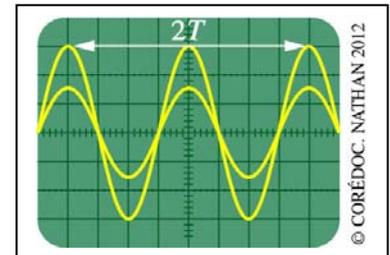
$$\lambda = 3,5 - 2,8 = 0,7 \text{ cm}.$$

3. La longueur d'onde est égale à la distance parcourue par l'onde progressive sinusoïdale, à la célérité v_{air} , pendant une durée égale à la période T .

$$\lambda = v_{\text{air}} \times T, \text{ soit } v_{\text{air}} = \frac{\lambda}{T} = \lambda \times f = 0,7 \times 10^{-2} \times 5,0 \times 10^4 = 3,5 \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

La mesure de λ ne permet de retenir qu'un chiffre significatif, donc $v_{\text{air}} = 4 \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

4. $f = \frac{v_{\text{air}}}{\lambda} = \frac{v_{\text{eau}}}{4\lambda}$, donc $v_{\text{air}} = \frac{v_{\text{eau}}}{4}$, soit $v_{\text{eau}} = 4 \times v_{\text{air}} = 1,4 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ soit, en ne conservant qu'un chiffre significatif, $v_{\text{eau}} = 1 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.



Raisonner
Il faut rappeler la relation entre la fréquence et la période.

Connaissances
La définition de la longueur d'onde permet de justifier la réponse.

Raisonner
Rappeler la relation entre la célérité, la longueur d'onde et la période d'une onde sinusoïdale progressive.

Raisonner
Exprimer la fréquence, inchangée, en fonction des célérités dans les deux milieux.