

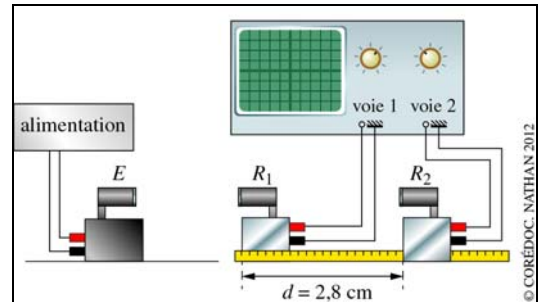
EXERCICE RÉSOLU 2

Onde ultrasonore

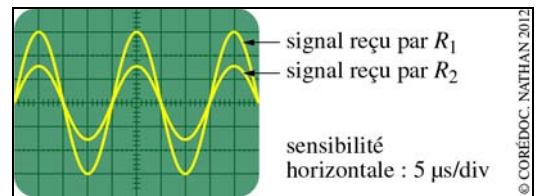
Énoncé

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.

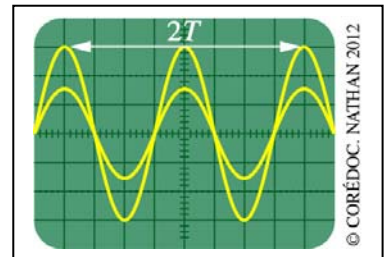
1. Déterminer la fréquence f des ultrasons émis.
2. Définir en une phrase la longueur d'onde λ , puis déterminer sa valeur.
3. Calculer la célérité v_{air} des ultrasons dans l'air.
4. Déterminer la célérité v_{eau} des ultrasons dans l'eau.

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 $5 \mu\text{s}/\text{div}$:

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

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



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.

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

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

Raisonner

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

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 .

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

Raisonner

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

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

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