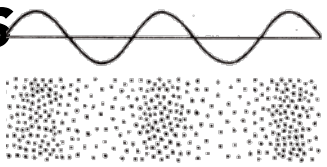
ONDES MECANIQUES PROGRESSIVES PERIODIQUES : EXEMPLE DES ULTRASONS



OBJECTIFS

✓ Mesurer la période et la longueur d'onde des ultrasons.
✓ Déterminer la période et la longueur d'onde des ultrasons.
✓ En déduire la célérité des ultrasons dans l'air et comparer le résultat au « modèle du gaz parfait ».
✓ Manipuler l'oscilloscope.
✓ Evaluer des incertitudes.

MATERIEL

✓ Emetteur d'ultrasons à 40 kHz
✓ Récepteur d'ultrasons
✓ Oscilloscope
✓ Alimentation
✓ Fils de connexion
✓ Règle graduée

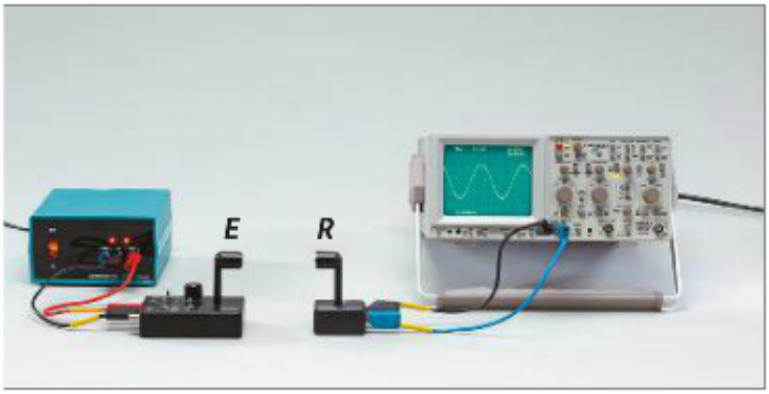
1. PERIODE TEMPORELLE ET FREQUENCE

PROCEDURE EXPERIMENTALE

Un émetteur E émet des ultrasons en continu. Un récepteur R, situé à proximité de l'émetteur E, est relié à un oscilloscope.

1) Régler l'émetteur à ultrasons en mode continu.

2) Modifier le réglage de l'oscilloscope de façon à visualiser un peu plus d'une période de la sinusoïde

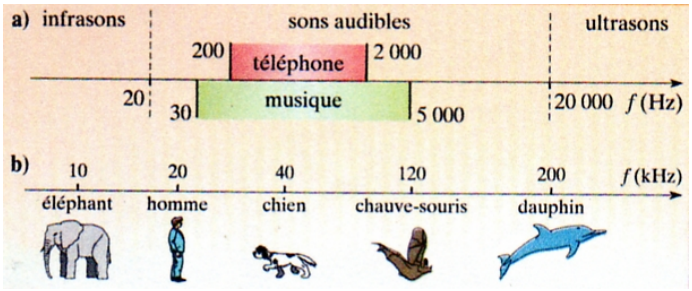


EXPLOITATION ET ANALYSE

1) Mesurer, avec la plus grande précision possible, la période T de la tension visualisée.

2) Estimer l'incertitude absolue δT puis l'incertitude relative $\delta T/T$ sur la mesure de la période T.

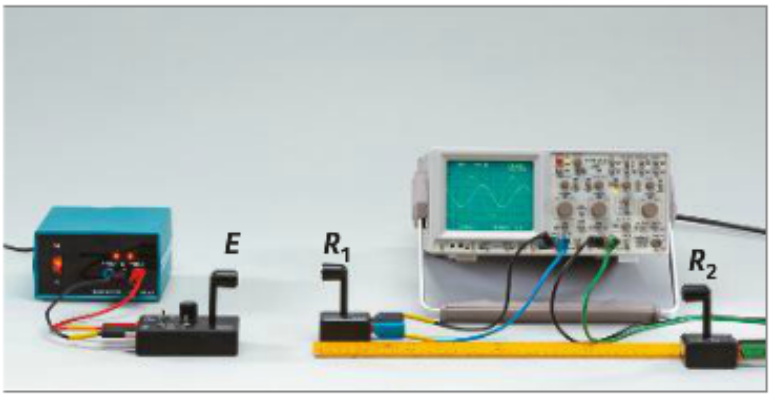
3) En déduire la fréquence du signal ultrasonore qui sera donnée sous la forme $\bar{f} \pm \delta f$. Vérifier que les ondes émises sont bien des ondes ultrasonores grâce au schéma ci-dessous.



2. LONGUEUR D'ONDE

PROCEDURE EXPERIMENTALE

Un émetteur E émet des ultrasons en continu. Deux récepteurs R_1 et R_2 sont reliés à un oscilloscope



1) Placer les deux récepteurs côte à côte, face à l'émetteur. Les relier à l'oscilloscope.

2) Eloigner progressivement l'un des deux récepteurs en maintenant l'autre fixe. Observer l'évolution du signal de ce récepteur par rapport au signal de l'autre récepteur .

EXPLOITATION ET ANALYSE

1) Déplacer lentement R_2 par rapport à R_1 de 3 à 4 mm.

Qu'observe-t-on sur l'écran de l'oscilloscope ? On note τ le décalage horizontal entre les deux sinusoïdes. Que représente physiquement τ ?

2) Continuer de déplacer lentement R_2 par rapport à R_1 jusqu'à ce que les ondes soient reçues de nouveau en phase par R_1 et R_2.

En déduire une mesure de la longueur d'onde λ de l'onde ultrasonore dans l'air et à la température de l'expérience.

3) La détermination précédente de λ est peu précise. On souhaite améliorer cette précision en mesurant au moins 10 mises en phase consécutives des signaux reçus par R_1 et R_2.

Mettre en œuvre cette mesure et donner le résultat sous la forme $\overline{\lambda} \pm \frac{\sigma_\lambda}{\sqrt{N}}$ où $\overline{\lambda}$ est la valeur moyenne de λ et σ_λ la déviation standard (cf. cours sur les incertitudes). Quelle incertitude a été prise en compte ici et laquelle a été ignorée ?

3. CELERITE (VITESSE) DE L'ONDE

1) A partir des résultats précédents, en déduire la valeur de la célérité des ondes ultrasonores sous la forme $\overline{v} \pm \delta v$.

2) Selon le modèle du « gaz parfait » (voir cours de thermodynamique), la célérité des ondes ultrasonores dans l'air est donnée par la relation :

$$v_{mod} = \sqrt{\gamma RT/M}$$

avec $\gamma = 1{,}4$, $R = 8{,}31$ J.K^{-1}.mol^{-1} la constante des gaz parfaits, $M = 28{,}8$ g.mol^{-1} la masse molaire de l'air et T la température. Calculer v_{mod} pour la température de l'expérience et comparer ce résultat à votre mesure expérimentale de v . Conclusion.