

SUJET 13 (Banque 2006)

*Sujet : Mesure de la célérité des ultrasons dans l'air
Étude à l'aide d'un tableur-grapheur*

Fiche n° 3 : ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

Ce sujet est accompagné de deux feuilles individuelles de réponses sur lesquelles vous devez consigner vos résultats.

But de la manipulation :

- Mettre en évidence la périodicité temporelle et spatiale d'une onde ultrasonore émise par un émetteur d'ultrasons (E).
- Mesurer la période T et la longueur d'onde λ de l'onde ultrasonore et déterminer la célérité de l'onde, dans les conditions de l'expérience, à l'aide d'un tableur-grapheur.

Travail à effectuer :

1. Alimentation de la source d'ultrasons

L'émetteur d'ultrasons (E) est un cristal piézoélectrique qui émet des ondes ultrasonores sinusoïdales de fréquence voisine de 40 kHz lorsqu'il est soumis à une tension sinusoïdale de même fréquence.

- Régler le générateur d'ultrasons sans utiliser l'oscilloscope comme indiqué ci-dessous.
- L'émetteur d'ultrasons (E) est alimenté par un générateur d'ultrasons qui délivre une tension sinusoïdale d'amplitude maximale et de fréquence voisine de 40 kHz.
- Placer l'émetteur (E) à l'extrémité du banc à la graduation 0,00 m et le brancher aux bornes du générateur d'ultrasons.

Appeler le professeur pour la vérification du montage de l'émetteur (E) (appel 1).

2. Étude de la périodicité temporelle de l'onde ultrasonore : T

Pour observer la périodicité temporelle T de l'onde ultrasonore émise par l'émetteur (E) on place dans l'axe de l'émetteur, en un point de l'espace, un récepteur d'ultrasons (R_1) qui délivre une tension « image » de l'onde ultrasonore qu'il reçoit à cet endroit.

- Placer le récepteur (R_1) au voisinage de la graduation 0,6 m et visualiser la tension aux bornes de (R_1) sur la voie 1 de l'oscilloscope.
- Régler alors l'oscilloscope pour observer un peu plus d'une période de la sinusoïde.
- Mesurer la période de la sinusoïde, le plus précisément possible, à l'aide de l'oscilloscope.

Appeler le professeur pour la vérification du montage du récepteur (R_1) (appel 2).

Répondre aux questions 2.1. et 2.2. de la feuille de réponses.

3. Étude de la périodicité spatiale de l'onde ultrasonore : λ

Pour observer la périodicité spatiale λ de l'onde ultrasonore il faut étudier, dans l'axe de l'émetteur, l'état vibratoire de l'onde en deux endroits distants. On utilise alors un second récepteur (R_2).

- Placer derrière le récepteur (R_1) un second récepteur (R_2) à la graduation entière 1,00 m.
- En utilisant simultanément les deux voies de l'oscilloscope, observer les courbes « image » des ondes reçues par les deux récepteurs (R_1) et (R_2). S'assurer, qu'en l'absence de tension, les deux traces sont confondues et au milieu de l'écran.

On définit la position initiale de (R_2) par l'abscisse $x_0 = 0,00$ m mesurée sur un axe confondu avec l'axe du banc.

Appeler le professeur pour la vérification du montage du récepteur R_2 (appel 3).

- Déplacer le récepteur (R_1) par rapport au récepteur (R_2) maintenu fixe jusqu'à ce que les sinusoïdes de la voie 1 et 2 soient dans le même état vibratoire. Cette coïncidence initiale sera notée $n = 0$.
- Dans la suite c'est le récepteur (R_1) qui restera fixe pendant tout le reste de la manipulation.
- Éloigner le récepteur (R_2) du récepteur (R_1) jusqu'à ce que les deux sinusoïdes soient une nouvelle fois dans le même état vibratoire. Cette nouvelle coïncidence sera notée $n = 1$.
 - Relever la mesure de l'abscisse x_1 du récepteur (R_2) par rapport à sa position d'origine $x_0 = 0,00$ m

- Reporter dans le tableau de mesures de la feuille de réponses (question 3.1.) et sur le schéma (question 3.2.), la valeur x_1 de l'abscisse correspondant à $n = 1$.
- Continuer l'expérience en repérant l'ensemble des abscisses x_n pour lesquelles les sinusoides sont une $n^{\text{ième}}$ fois dans le même état vibratoire de $n = 1$ jusqu'à $n = 12$.
- Compléter la ligne x_n (m) du tableau de mesures (question 3.1) et le schéma (questions 3.2) de la feuille de réponses.
- Répondre aux questions 3.3. à 3.6. de la feuille de réponses.

4. Détermination de la célérité de l'onde ultrasonore

- À partir du tableau de mesures de la feuille de réponses, utiliser la feuille de calcul du tableur-grapheur pour tracer la courbe $d_n = f(\tau)$.
- À l'aide des fonctionnalités du tableur-grapheur trouver l'expression mathématique de $d_n = f(\tau)$.

Appeler le professeur pour la vérification du traitement de données (appel 4).

- Répondre aux questions 4.1. et 4.2. de la feuille de réponses.

Défaire le montage et ranger le matériel sur la paillasse.

Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.