

EXERCICES COMPLÉMENTAIRE CHAPITRE ONDES

Exercice 1: calcul d'incertitude

À la surface d'une cuve à onde, un vibreur génère des ondes progressives sinusoïdales avec une fréquence 50 Hz. Son incertitude est de l'ordre de $U(f)=2$ Hz. En eau peu profonde, la célérité de l'onde est donnée par la relation $v = \sqrt{g \times h}$ avec $g=9,8 \text{ N.kg}^{-1}$ où h est la profondeur de l'eau.



L'incertitude de la hauteur d'eau se calcule par la relation :
$$\frac{U(h)}{h} = \sqrt{\left(\frac{U(\lambda)}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{U(f)}{f}\right)^2}$$

1. Une crête de l'onde correspond à une ligne lumineuse. Schématiser une coupe de la surface de l'eau à un instant t .
2. Déterminer la nature de l'onde observée.
3. Déterminer précisément la longueur d'onde λ . On supposera que l'incertitude de la longueur d'onde $U(\lambda)=0,2$ mm.
4. Calculer la célérité de l'onde v .
5. En déduire la hauteur d'eau h à cet endroit.
6. Calculer l'écart relatif $\frac{U(h)}{h}$, puis l'incertitude $U(h)$.
7. Proposer un encadrement de la hauteur et conclure.

Exercice 2: Calcul d'incertitude

Lors d'une séance expérimentale, chaque élève réalise la mesure des ultrasons dans l'air à 20 °C. Tous les résultats sont regroupés dans un tableau (doc. 1) afin d'établir l'incertitude sur la célérité des ultrasons avec une calculatrice ou un tableur.

Doc 1. Calcul d'incertitude

On rappelle les différentes formules intervenant dans la détermination de l'incertitude sur le résultat du mesurage d'un ensemble de n valeurs $\{x_1, x_2 \dots x_n\}$:

Écart-type : $\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ et l'incertitude-type sur la moyenne : $u(\bar{x}) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$

Incetitude élargie sur la moyenne : $U(\bar{x}) = k.u(\bar{x})$,

- avec : $k = 1$ pour un niveau de confiance de 68 % ;
 $k = 2$ pour un niveau de confiance de 95 % ;
 $k = 3$ pour un niveau de confiance de 98 % ;

Doc 2. Tableau de résultats

n°mesure	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Vitesse (m.s ⁻¹)	336	336	343	338	338	339	340	340	337	341	341
n°mesure	12	13	14	15	16	17	18				
Vitesse (m.s ⁻¹)	344	341	339	343	342	343	342				

1. À l'aide d'un schéma annoté, proposer un protocole expérimental permettant de réaliser la mesure des ultrasons dans l'air.
2. Calculer la valeur moyenne v de la célérité.
3. Pour une confiance de 95 %, calculer l'écart type expérimental S_{n-1} .
4. Calculer l'incertitude type $U(v)$.
5. Donner une estimation de la valeur de v .

Exercice 3: Robinet mal fermé

Un robinet goutte au centre O d'un seau au rythme de 50 gouttes d'eau à la minute.

Une succession de rides circulaires se propagent à partir du point O. La distance qui sépare 10 amplitudes maximales successives est de 72 cm.

1. Déterminer la longueur d'onde λ de l'onde circulaire.
2. En déduire la célérité des ondes à la surface de l'eau.