

Exercice

Les ondes mécaniques progressives périodiques

Les ondes ultrasonores , ce sont des ondes mécaniques de fréquence plus grande que celle des ondes audibles . On l'exploit dans des différents domaines comme l'examen par échographie . Le but de cette exercice est :

L'étude de la propagation d'une onde ultrasonore et détermination des dimensions d'une tube métallique .

I- Propagation d'une onde mécanique

1-1- Donner la définition d'une onde mécanique progressive .

1-2- Citer la différence entre une onde mécanique transversale et une onde mécanique longitudinale .

2- Propagation d'une onde ultrasonore dans l'eau

On dispose un émetteur E et deux récepteurs R1 et R2 dans une cuve rempli d'eau , de tel sorte que l'émetteur E et les deux récepteurs sont alignés sur une règle graduée . (fig 1)

L'émetteur émet une onde ultrasonore progressive sinusoïdale qui se propage dans l'eau et reçue par R1 et R2 .

Les deux signaux qui sont reçues par les deux récepteurs R1 et R2 successivement, sont visualisés à les entrées Y1 et Y2 d'un oscilloscope .

Lorsque les deux récepteurs R1 et R2 sont placés sur le zéro de la règle graduée, on observe sur l'écran de l'oscilloscope l'oscillogramme de la figure 2 , où les deux courbes qui correspond aux deux signaux reçus par R1 et R2 sont en phase .

On éloigne le récepteur R2 suivant la règle graduée , on observe que la courbe correspondant au signal détecté par R2 se translate vers la droite et les deux signaux reçus par R1 et R2 deviendront , à nouveau , en phase lorsque la distance qui les sépare est de $d = 3cm$.

2-1- Donner la définition de la longueur d'onde λ .

2-2- Écrire la relation entre la longueur d'onde λ , la fréquence N des ondes ultrasonores et sa vitesse de propagation V dans milieu quelconque .

2-3- En déduire de cet expérience la valeur V_e de la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans l'eau.

3- Propagation des ondes ultrasonores dans l'air .

On maintient les éléments du montage expérimentales dans ces positions ($d=3cm$) et on vide la cuve de l'eau de tel façon que le milieu de propagation devient l'air , dans ce cas , on observe que les deux signaux reçus par R1 et R2 ne sont plus en phase.

3-1- Donner une explication à cette observation .

3-2- Calculer la distance minimale qu'elle faut pour éloigner R2 de R1 suivant la règle graduée , pour que les deux signaux soient à nouveau en phase , sachant que la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans l'air est $V_a = 340m/s$

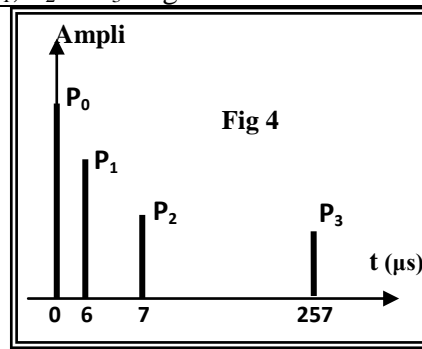
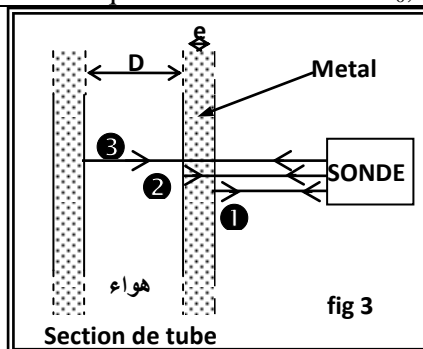
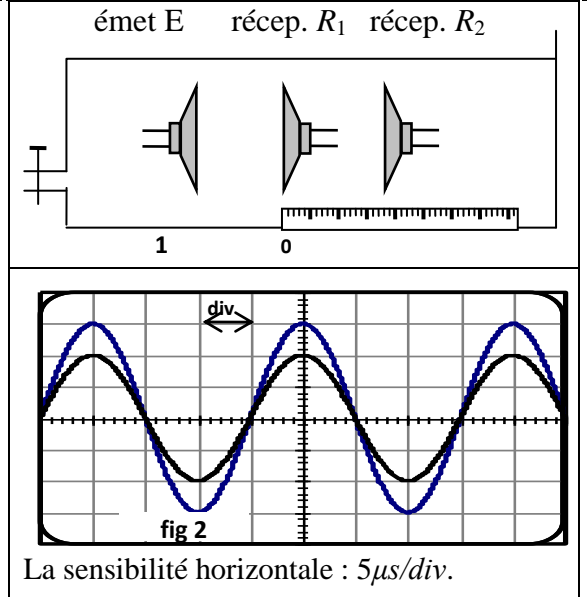
II. Exploitation des ondes ultrasonores pour la mesure les dimensions d'une tube métallique.

Soit une sonde qui joue le rôle d'un émetteur et récepteur , qui émet un signal ultrasonore de direction perpendiculaire à l'axe du tube métallique de la forme cylindrique , d'une durée très brève ; figure 3 .

Le signal ultrasonore traverse le tube en se propageant et il se réfléchit tant que le milieu de propagation change et revient à la sonde où il se transforme en signal électrique , d'une durée très brève .

On visualise à l'aide d'un oscilloscope à mémoire les deux signaux, émet et reçus en même temps .

L'oscillogramme obtenu au cours de l'analyse de la tube métallique permet d'obtenir le graphe de la figure 4 . On observe quatre raies verticales P0, P1, P2 et P3. Figure 4



P1 : la sonde capte le signal réfléchi (1) .
P2 : la sonde capte le signal réfléchi (2) .
P3 : la sonde capte le signal réfléchi (3) .
- La vitesse de propagation des ondes ultrason :
* dans le tube métallique $V_m = 1.10^4 m/s$
* Dans l'air $V_a = 340m/s$.
- P0 : correspond à la date d'instant $t=0$ de l'émission du signal.

1- Trouver l'épaisseur e du tube métallique.

2- Trouver le diamètre interne du tube métallique.