

Série 2 : Les ondes mécaniques progressives périodiques



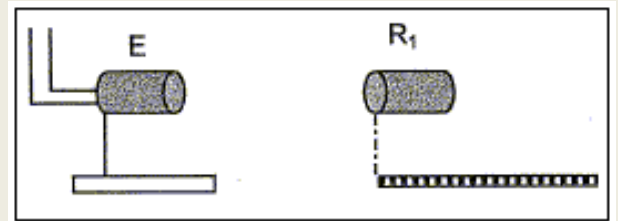
EXERCICE 1 :

Lors d'une séance des travaux pratiques, on a mesuré la fréquence N et la longueur λ d'une onde sonore sinusoïdale se propageant dans l'air. On a trouvé $N = 1200 \text{ Hz}$ et $\lambda = 28 \text{ cm}$.

- Quelle est la nature de cette onde ?
 - Pourquoi cette onde est-elle audible ?
- Une telle onde possède une double périodicité. Préciser.
 - Donner les valeurs des deux grandeurs précédentes.
- Si on devait "visualiser" graphiquement cette onde à un instant donné, que porterait-on en abscisse et ordonnée ?
 - Faire cette représentation en faisant apparaître la grandeur caractéristique.
- Calculer la célérité de l'onde.

EXERCICE 2: Ondes ultrasonores

On dispose face à face, un émetteur et un récepteur d'ondes ultrasonores. Émetteur et récepteur sont respectivement reliés aux voies Y_1 et Y_2 d'un oscilloscope. On observe deux sinusoïdes décalées horizontalement. Pour chaque sinusoïde, la distance entre deux crêtes successives est égale à 2,4 divisions.



La sensibilité horizontale est de $10\mu\text{s}/\text{div}$.

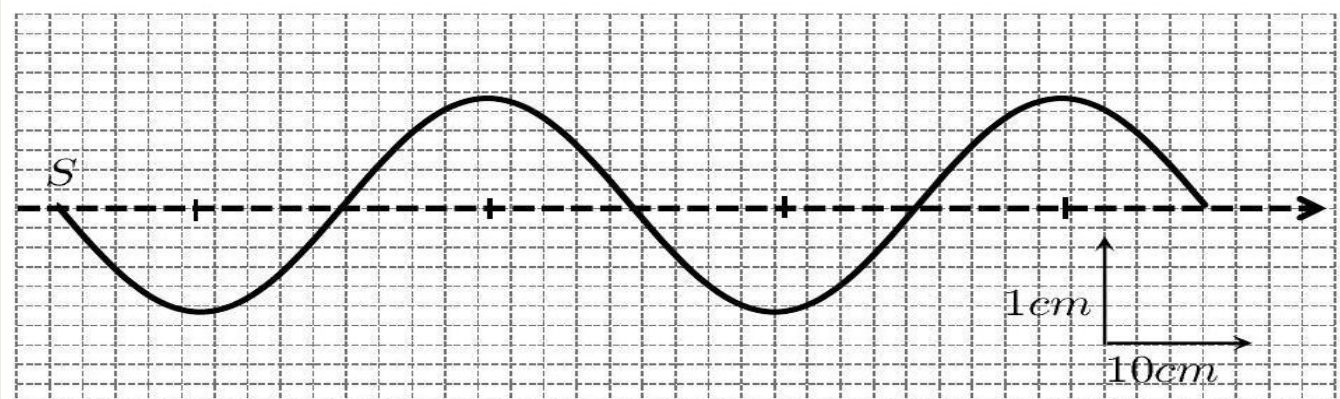
- Quelle est la fréquence de cette onde ?
 - Pourquoi cette onde est-elle qualifiée d'ultrasonores ?
- Quelle est la périodicité de l'onde qui est mise en évidence ?
- Émetteur et récepteur restant face à face, on éloigne le récepteur. On note D la distance.
 - Pourquoi pour certaine valeur de D , les sinusoïdes sont-elles en phase ?
 - Quelle est la périodicité de l'onde qui est mise en évidence ?
 - Entre $D_1 = 20,3 \text{ cm}$ et $D_2 = 28,6 \text{ cm}$, les sinusoïdes se retrouvent dix fois en phase. Calculer la longueur d'onde.
- Calculer la célérité des ondes ultrasonores.

EXERCICE 3 : Propagation d'un onde le long d'une corde :

Une lame métallique effectue des vibrations sinusoïdales qui se propagent le long d'une corde élastique, à partir de l'extrémité gauche notée S .

La figure ci-contre représente l'aspect de la corde à l'instant $t = 0,08\text{s}$.

- L'onde est-elle transversale ou longitudinale ? Justifier votre réponse.
- Calculer la célérité de l'onde. (On considère que la source commence à vibrer à l'instant $t = 0\text{s}$).



3. Déterminer la longueur d'onde, déduire la fréquence de la source.
4. Dans quel sens, la source a-t-elle vibré à l'instant $t = 0\text{ s}$? Justifier votre réponse.
5. Considérons deux points de la corde M et N tels que $SM = 30\text{ cm}$ et $SN = 70\text{ cm}$.
 - 5.1. Les deux points M et N vibrent-ils en phase ou en opposition de phase ?
 - 5.2. Calculer le retard de chaque point par rapport à la source.
6. Représenter l'aspect de la corde à l'instant $t' = 0,1\text{ s}$.

EXERCICE 4: Propagation des ondes ultrasonores

I. Etude de la propagation d'une onde ultrasonore.

Afin d'étudier la propagation des ondes ultrasonores dans l'air, nous réalisons le montage expérimental représenté dans la fig.1. E est un émetteur des ondes et R leur récepteur.

1- Définir l'onde mécanique progressive.

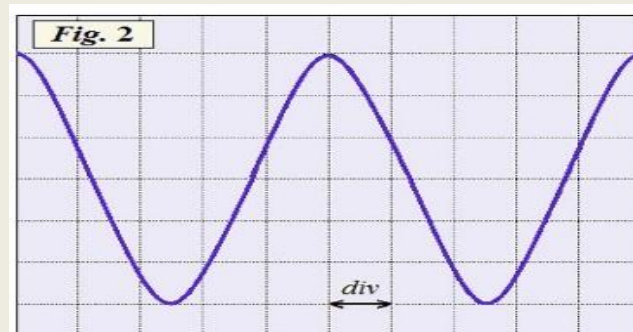
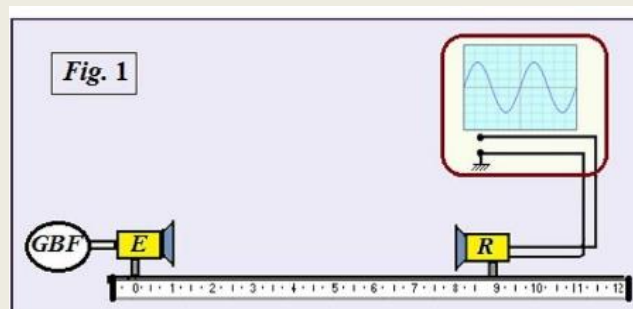
2- L'onde ultrasonore est-elle longitudinale ou transversale ?

3- L'oscillogramme présenté dans la fig. 2 montre la variation de la tension entre les bornes du récepteur R.

La sensibilité horizontale utilisée est : $2\mu\text{s}/\text{div}$

3-1 Indiquer la valeur de la période T de l'onde reçue par R

3-2 Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ , sachant que la célérité des ultrasons dans l'air est égale à $v = 3,44 \cdot 10^2\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$



EXERCICE 5 : ondes ultrasonores

Les ondes ultrasonores sont des ondes de fréquence supérieure à celle des ondes sonores audibles par l'homme. Elles sont exploitées dans plusieurs domaines, comme l'échographie.

Le but de cet exercice est :

- L'étude de la propagation des ondes ultrasonores ;
- Détermination des dimensions d'un tube métallique.

1. Propagation des ondes mécaniques :

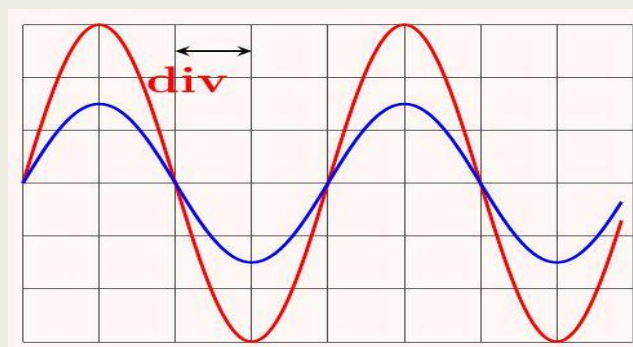
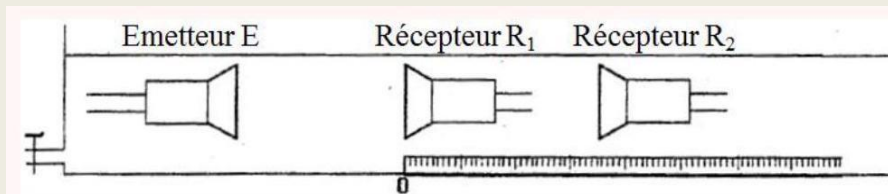
1.1. Écrire la définition de l'onde mécanique progressive.

1.2. Quelle est la différence entre l'onde mécanique longitudinale et l'onde mécanique transversale ?

1.3. Propagation des ondes ultra-sonores dans l'eau :

On pose un émetteur E et deux récepteurs R_1 et R_2 des ondes ultrasonores dans une cuve remplie d'eau, de façon que l'émetteur et les deux récepteurs sont alignés suivant une règle graduée (Figure 1).

L'émetteur émet une onde ultrasonore qui se propage dans l'eau et arrive aux récepteurs R_1 et R_2 . Les deux signaux captés par les deux récepteurs R_1 et R_2 , sont appliqués successivement aux entrées d'un oscilloscope.



Lorsque les deux récepteurs R_1 et R_2 se trouvent au zéro de la règle, on constate sur l'écran de l'oscilloscope l'oscillogramme représenté sur la figure 2, où les deux courbes correspondant aux signaux captés par R_1 et R_2 sont en phases. La sensibilité horizontale est fixée sur $5\mu s. div^{-1}$.

On éloigne R_2 suivant la règle graduée, on constate que la courbe correspondante au signal capté par R_2 est décalée vers la droite. Les deux signaux captés par R_1 et R_2 deviennent à nouveau en phase, lorsque la distance entre R_1 et R_2 est $d = 3\text{ cm}$.

1.3.1. Écrire la définition de la longueur d'onde λ .

1.3.2. Écrire la relation entre la longueur d'onde λ , la fréquence N des ultrasons et sa célérité de propagation dans un milieu quelconque.

1.3.3. En déduire de cette expérience, la valeur V_e de la célérité de propagation des ultrasons dans l'eau.

1.4. Propagation des ultrasons dans l'air : On conserve le même dispositif précédent ($d = 3\text{ cm}$), et on vide la cuve, le milieu de propagation des ultrasons devient ainsi l'air. On observe que les deux courbes correspondant aux signaux captés par R_1 et R_2 ne sont plus en phases.

a) Expliquer le phénomène observé.

b) Calculer la valeur minimale de la distance de laquelle il faut éloigner le récepteur R_2 pour que les deux signaux deviennent à nouveau en phase.

On donne : La célérité de propagation des ultrasons dans l'air

$$V_a = 340\text{ m.s}^{-1}.$$

2. Utilisation des ultrasons pour mesurer les dimensions d'un tube métallique.

Une sonde jouant le rôle d'un émetteur et récepteur, émet une onde ultra-sonore de courte durée dans une direction normale à l'axe du tube cylindrique (Figure 3 : Section longitudinale d'un tube métallique).

Cette onde traverse le tube et se réfléchit à chaque changement de milieu de propagation, pour revenir à la sonde, qui la transforme en signal électrique de courte durée.

On visualise à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, les signaux émis et reçus.

L'oscillogramme obtenu au cours du test fait sur le tube, a permis de tracer le diagramme de la figure 4.

On observe des raies sous forme de pics verticaux : P_0, P_1, P_2, P_3 .

- P_0 : correspond à l'instant de l'émission.
- P_1 : correspond à l'instant de la réception, par la sonde, de l'onde réfléchi 1
- P_2 : correspond à l'instant de la réception, par la sonde, de l'onde réfléchi 2
- P_3 : correspond à l'instant de la réception, par la sonde, P_0 de l'onde réfléchi 3

On donne : la vitesse de propagation des ultrasons :

- Dans le métal du tube : $v_m = 1,00.10^4\text{ m.s}^{-1}$
- Dans l'air : $v_a = 340\text{ m.s}^{-1}$.

2.1. Trouver l'épaisseur e du métal du tube ;

2.2. Trouver la valeur D du diamètre interne du tube.

