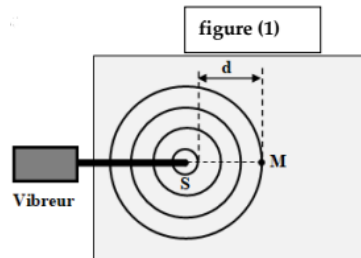


Exercice 9 (3pts)

Cet exercice vise l'étude de la propagation des ondes à la surface de l'eau dans deux situations différentes.

À l'aide d'un vibreur de fréquence réglable, on crée à l'instant $t_0 = 0$, en un point S de la surface de l'eau d'une cuve à ondes, des ondes progressives **sinusoïdales**. Ces ondes se propagent sans atténuation et sans réflexion. On règle la fréquence du vibreur sur la valeur $N = 50\text{Hz}$. Le document de la figure (1), représente l'aspect de la surface de l'eau à un instant donné.

Donnée : $d = 15\text{ mm}$.



1. Définir une onde mécanique progressive.
2. Recopier, sur votre copie, le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie.

2.1. La valeur de la longueur d'onde λ de l'onde qui se propage à la surface de l'eau est :

- A : $\lambda = 15\text{ mm}$
- B : $\lambda = 7,5\text{ mm}$
- C : $\lambda = 5\text{ mm}$
- D : $\lambda = 1,5\text{ mm}$

2.2. La valeur de la vitesse v de propagation de l'onde à la surface de l'eau est :

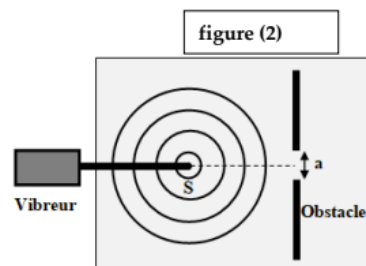
- A : $v = 0,75\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- B : $v = 0,35\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- C : $v = 0,25\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- D : $v = 0,15\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

2.3. On considère un point M de la surface de l'eau, tel que $SM = 17,5\text{ mm}$. L'élongation $Y_M(t)$ du point M en fonction de l'élongation $Y_S(t)$ de la source s'écrit :

- A : $Y_M(t) = Y_S(t + 0,07)$
- B : $Y_M(t) = Y_S(t - 0,35)$
- C : $Y_M(t) = Y_S(t - 0,07)$
- D : $Y_M(t) = Y_S(t + 0,35)$

3. On règle la fréquence du vibreur sur la valeur $N' = 100\text{ Hz}$, la longueur d'onde devient $\lambda' = 3\text{ mm}$. L'eau est-elle un milieu dispersif ? Justifier.

4. On règle à nouveau la fréquence du vibreur sur la valeur $N = 50\text{ Hz}$ et on place dans l'eau de la cuve un obstacle contenant une ouverture de largeur $a = 4,5\text{ mm}$ (figure 2).



4.1. Nommer le phénomène qui se produit. Justifier.

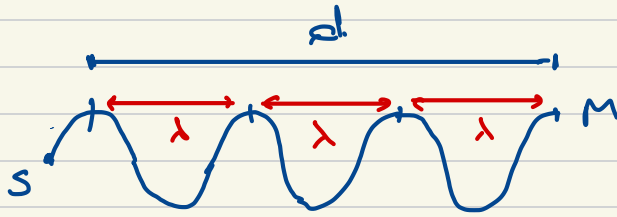
4.2. Recopier, sur votre copie, le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie.

Les valeurs de la longueur d'onde et de la vitesse de propagation des ondes à la surface de l'eau lorsque l'onde dépasse l'ouverture sont :

- A : $\lambda = 3\text{ mm}$, $v = 0,15\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- B : $\lambda = 15\text{ mm}$, $v = 0,10\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- C : $\lambda = 5\text{ mm}$, $v = 0,25\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- D : $\lambda = 5\text{ mm}$, $v = 0,35\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

- 1) Une onde mécanique progressive est le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu matériel élastique avec transport d'énergie et sans transport de matière de proche en proche

2) 2-1)



Graphiquement, $3\lambda = d \Rightarrow \lambda = \frac{d}{3}$

A.N.: $\lambda = \frac{15 \text{ mm}}{3} = 5 \text{ mm}$

2-1) C

2-2)

$v = \lambda \cdot N$. A.N.: $v = 5 \times 10^{-3} \times 50 = 0,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

2-2) C

2-3) $y_m(t) = y_s(t - \tau_m)$

$\tau_m = \frac{SM}{v}$. A.N.: $\tau_m = \frac{17,5 \times 10^{-3}}{0,25} = 0,07 \text{ s}$

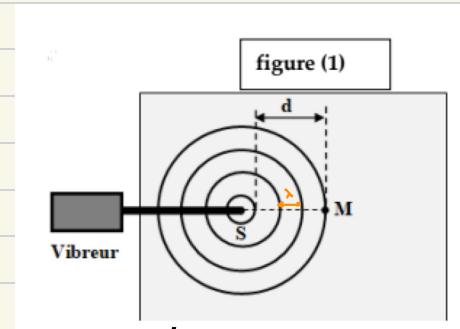
$y_m(t) = y_s(t - 0,07)$

2-3) C

3) $N = 50 \text{ Hz}$, $\lambda = 5 \text{ mm} \Rightarrow v = 0,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$N' = 100 \text{ Hz}$, $\lambda' = 3 \text{ mm} \Rightarrow v = 100 \times 3 \times 10^{-3} = 0,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

lorsque la fréquence change, la vitesse change aussi
 \Rightarrow d'eau est un milieu dispersif.



4)

4-1) Phénomène: Diffraction

Justification: $a = 4,5 \text{ mm}$
 $\lambda = 5 \text{ mm} \Rightarrow a < \lambda$

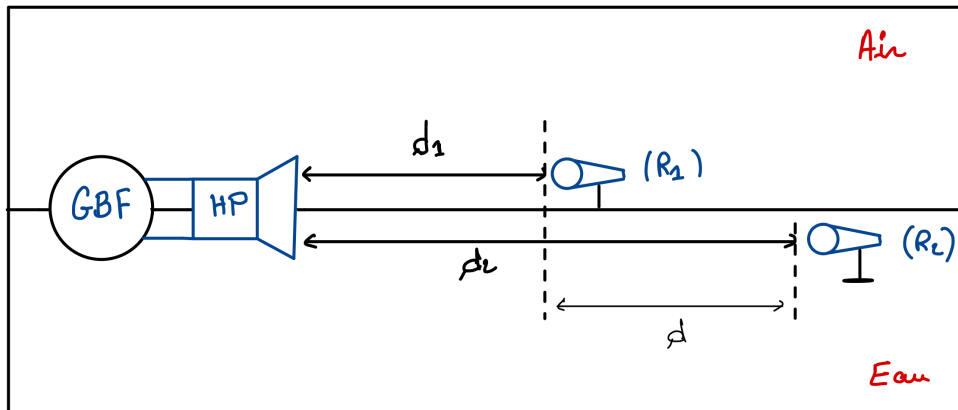
4-2) L'onde diffractée a les mêmes caractéristiques que l'onde incidente et puisque $N = 50 \text{ Hz}$, Alors l'onde incidente et diffractée ont les caractéristiques

$$v = 0,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, \quad \lambda = 5 \text{ mm}$$

4-2) C

Exercice 10 (4pts)

Une source sonore émet une onde sonore qui se propage dans l'air à la vitesse $v_1 = 340 \text{ m. s}^{-1}$ et dans l'eau à la vitesse $v_2 = 1500 \text{ m. s}^{-1}$. Cette onde est captée par le récepteur R_1 à l'instant t_1 et par le récepteur R_2 à l'instant t_2 . La distance entre R_1 et R_2 est de $d = 1,3 \text{ m}$, et le retard temporel entre les deux ondes captées par les récepteurs est $\tau = t_1 - t_2 = 3 \text{ ms}$



1. Quelle est la nature de l'onde sonore ? Justifier votre réponse.
2. Quelle est la différence entre l'onde sonore et l'onde ultrasonore ?
3. L'onde sonore transversale ou longitudinale ? Justifier votre réponse.
4. Sachant que l'onde est émise à l'instant $t_0 = 0$, trouver l'expression de t_1 en fonction de d_1 et v_1 et celle de t_2 en fonction de d_2 et v_2 .
5. Démontrer que

$$t_2 = \frac{d + \tau \cdot v_1}{v_2 - v_1}$$

6. Calculer t_1, t_2
7. La vitesse de propagation du son dans l'air, donnée par la relation suivante :

$$v_1 = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

où T est la température en $^{\circ}\text{K}$

$M = 29 \text{ g/mol}$, $R = 8,314 \text{ (SI)}$, $\gamma = 1,4$, et $v_1 = 340 \text{ m. s}^{-1}$.

7.1 Calculer la température de l'air θ en $^{\circ}\text{C}$.

7.2 Montrer que

$$v_1^2 = A \cdot \theta + B$$

et déduire les expressions de A et B .

1) l'onde sonore est une onde **mécanique**.

Justification: Elle a besoin d'un milieu matériel pour se propager (Air, eau, verre)...

2) la différence entre l'onde sonore et l'onde ultrasonore est la fréquence. Pour une onde sonore : $20\text{Hz} < N < 20\text{kHz}$
et Pour une onde ultrasonore : $N > 20\text{kHz}$.

3) l'onde sonore est une onde **longitudinale**.

Justification: la direction de propagation est parallèle à la direction de la perturbation.

4)

$$v = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow \begin{cases} v_1 = \frac{d_1}{\Delta t_1} = \frac{d_1}{t_1 - t_0} = \frac{d_1}{t_1} \Rightarrow t_1 = \frac{d_1}{v_1} \\ v_2 = \frac{d_2}{\Delta t_2} = \frac{d_2}{t_2 - t_0} = \frac{d_2}{t_2} \Rightarrow t_2 = \frac{d_2}{v_2} \end{cases}$$

5)

$$\begin{aligned} \frac{d + \tau v_1}{v_2 - v_1} &= \frac{d_2 - d_1 + (t_1 - t_2) v_1}{v_2 - v_1} \\ &= \left(\frac{d_2 - d_1 + t_1 v_1 - t_2 v_1}{v_2 - v_1} \right) \\ &= \left(\frac{t_2 v_2 - \cancel{d_1} + \cancel{d_1} - t_2 v_1}{v_2 - v_1} \right) \\ &= \frac{t_2 (v_2 - v_1)}{v_2 - v_1} \end{aligned}$$

$$\boxed{\frac{d + \tau \cdot v_1}{v_2 - v_1} = t_2}$$

$$6) t_2 = \frac{d + \tau \cdot v_1}{v_e - v_1} \quad \text{A.N.} : t_2 = \frac{1,3 + 3 \times 10^{-3} \times 340}{1500 - 340}$$

$$t_2 = 2 \times 10^{-2} \text{ s}$$

$$\tau = t_1 - t_2 = 3 \text{ ms} \Rightarrow t_1 = t_2 + 3 \text{ ms} = 2 \times 10^{-2} + 3 \times 10^{-3}$$

$$t_1 = 23 \times 10^{-3} \text{ s} = 23 \text{ ms}$$

$$7) 7-1) v_1 = \sqrt{\frac{\gamma R T}{M}} \Rightarrow v_1^2 = \frac{\gamma R \cdot T}{M} \Rightarrow T = \frac{v_1^2 M}{\gamma R}$$

$$\text{A.N.} : T = \frac{(340)^2 \times 29 \times 10^{-3}}{1,4 \times 8,314} = 288,016 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$\theta(^{\circ}\text{C}) = T(^{\circ}\text{K}) - 273,15 = 288,016 - 273,15$$

$$\theta = 14,86 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$7-2) v_1 = \sqrt{\frac{\gamma R \cdot T}{M}} \Rightarrow v_1^2 = \frac{\gamma R \cdot T}{M}$$

$$v_1^2 = \frac{\gamma R \cdot (\theta + 273,15)}{M} = \frac{\gamma R \theta}{M} + \frac{273,15 \gamma R}{M}$$

$$v_1^2 = \left(\frac{\gamma R}{M} \right) \cdot \theta + \frac{273,15 \gamma \cdot R}{M}$$

$$v_1^2 = A \cdot \theta + B$$

$$\text{avec } A = \frac{\gamma R}{M} \quad \text{et } B = \frac{273,15 \gamma R}{M}$$

$$\theta(^{\circ}\text{C}) + 273,15 = T(^{\circ}\text{K})$$

Fin (II)



Elite⁷⁸
academy

www.elites.ac