Correction des exercices

Exercice 1 :

1- Période du son :

Sur l'écran de de l'oscillogramme, la durée de deux périodes correspond à 9 div environ.

$$T = \frac{9 \times 0,5}{2} = 2,25\ ms$$

2- Longueur d'onde du son :

$$\lambda = \text{v}.T$$

$$\lambda = 340 \times 2,25.10^{-3} = 0,765\ m$$

Exercice 2 :

1- Calcul de la fréquence et la longueur d'onde de l'onde :

D'après l'enregistrement le signal a parcouru la distance $d = 3\lambda$ pendant la durée $\Delta t = 0{,}060s$.

-Fréquence de l'onde ν :

$$\begin{cases} d = \text{v}.\Delta t \Rightarrow 3\lambda = \text{v}.\Delta t \\ \lambda = \text{v}.T = \frac{\text{v}}{f} \end{cases} \Longrightarrow 3\frac{\text{v}}{f} = \text{v}.\Delta t \Longrightarrow f = \frac{3}{\Delta t}$$

$$f = \frac{3}{0,060} = 50\ Hz$$

-Longueur d'onde de l'onde λ:

$$\lambda = \text{v}.T = \frac{\text{v}}{f}$$

$$\lambda = \frac{2}{50} = 0,040\ m \Longrightarrow \lambda = 4\ cm$$

2- Sens de vibration du vibreur, au début du fonctionnement :

Au début du fonctionnement, le vibreur s'est déplacé vers le bas.

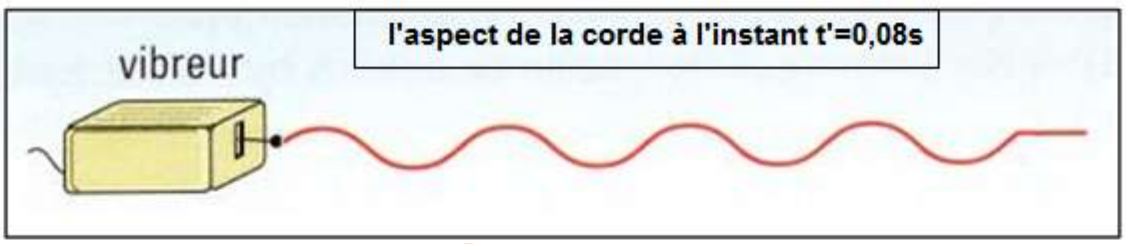
3- L'aspect de la corde à l'instant $t' = 0{,}08\ s$:

Cherchons la distance d' parcourue par le front de l'onde à l'instant t' :

$$\text{V} = \frac{d'}{t'} \Longrightarrow d' = \text{V}.t' \Longrightarrow d' = 2,0 \times 0,08 = 0,16\ m = 16\ cm$$

Cherchons le nombre d'onde qui se trouve dans la distance d' : $n = \frac{d'}{\lambda} = \frac{16}{4} = 4$

Le front de l'onde a parcouru 4 longueur d'onde à l'instant t'.



Exercice 3 :

1)- La fréquence N :

Pour avoir une immobilité apparente de l'onde progressive périodique il faut que la relation $N = k.N_e$ soit vérifiée.

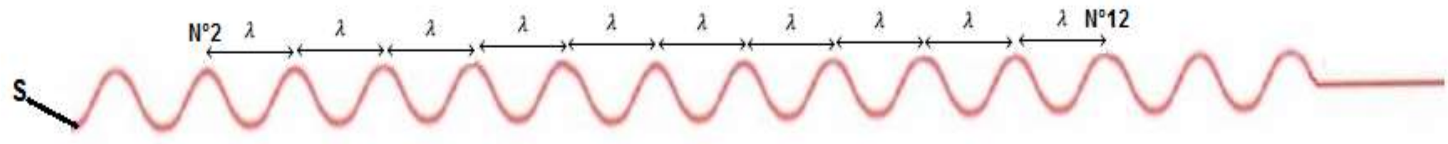
La plus grande valeur de la fréquence des éclairs qui nous permettant de voir l'immobilité apparente est : $N_{e\,max} = \frac{N}{1} = N$

$$N = N_e = 60\ Hz$$

2)- Explication de l'immobilité apparente :

Si on éclaire le milieu de propagation avec une fréquence d'éclairs égale à la fréquence de l'onde (60 Hz), entre deux éclairs consécutifs chaque crête d'onde va exactement remplacer la précédente (va parcourir une longueur d'onde), on observe l'immobilité apparente.

3)- Longueur d'onde λ :



Entre la crête N°2 et la crête N°12, il y a 10 longueur d'ondes (10λ)

$$d = 10\lambda \Longrightarrow \lambda = \frac{d}{10} = 0,5\ cm$$

4)- La célérité de l'onde progressive :

$$V = \lambda . N$$

$$V = 0,5 \times 10^{-2} \times 60 = 0,30\ m/s$$

5)- Comparaisons des deux vibrations :

On compare la distance $SM = 1,25\ cm$ avec la longueur d'onde $\lambda = 0,5\ cm$,

$$\frac{SM}{\lambda} = \frac{1,25}{0,5} = \frac{5}{2}$$

$$SM = 5\frac{\lambda}{2}$$

Cette distance est égale à un nombre impair de demi-longueur d'onde.

Donc M vibre en opposition de phase avec la source S.

6)- Dans quelle condition les ondes émises par un vibreur à la surface d'eau ne seraient-elles plus circulaires ?

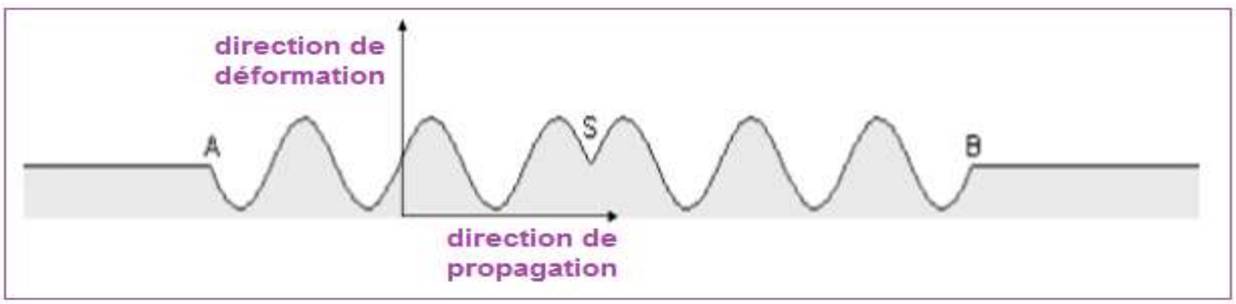
La géométrie circulaire des vagues est due au caractère quasi ponctuel de la source S.

Ainsi, par exemple, si on remplace le vibreur quasi ponctuel par une source rectiligne, on obtiendra des vagues rectilignes.

Exercice 4 :

1)- L'onde est-elle longitudinale ? Transversale ? Circulaire ? Rectiligne ?

L'onde est transversale car la direction de déformation est perpendiculaire à la direction de propagation.



L'onde est circulaire car la source est ponctuelle.

2)- Longueur d'onde :

Graphiquement on constate :

$$SA = \frac{AB}{2} = 3\lambda \Longrightarrow \lambda = \frac{AB}{6} = 0,5\ cm$$

Vitesse de propagation :

$$V = \lambda . N$$

$$V = 0,5 \times 10^{-2} \times 50 = 0,25\ m.s^{-1}$$

3)- Le sens du mouvement de la source à l'instant $t = 0$:

D'après le graphe on constate que l'onde arrive aux points A et B de la surface de l'eau à l'instant t_1 qui vibrent vers le bas, puisque les points A et B répète le mouvement de la source S, donc à l'instant $t_0 = 0$ S vibre vers la bas aussi.

4)- Comparaison du mouvement de M et S :

Comparons la distance SA et la longueur d'onde λ : $\boldsymbol{SA = 3\lambda}$

Donc M vibre en phase avec S.

5)- Détermination de l'instant t_1 :

Le front de l'inde parcourt la distance SA en une durée $\Delta t = t_1 - t_0 = t_1$:

$$\mathrm{V} = \frac{SA}{t_1} \Longrightarrow t_1 = \frac{SA}{\mathrm{V}} \quad avec \;\; SA = \frac{AB}{2} = 1,5\,cm$$

$$t_1 = \frac{1,5.10^{-2}}{0,25} = 0,06\,s$$

6)- Description la surface de l'eau :

La fréquence des vibrations $\boldsymbol{N = 50Hz}$ est légèrement inférieure à la fréquence des éclairs $\boldsymbol{N_e = 51\,Hz\ (N \lesssim N_e)}$.

On observe un mouvement ralenti apparent de l'onde progressive dans le sens inverse de la propagation réelle de l'onde, avec la fréquence apparente :

$$N_a = N - N_e = 51 - 50 = -1\,Hz < 0$$

Justification :

Entre deux éclairs consécutifs, chaque ride circulaire parcours une distance λ moins une distance $\frac{1}{51}\lambda$ à partir de la distance précédente.

A cause de rapidité du mouvement, nous observons la propagation des rides circulaires dans le sens inverse de la propagation réelle.

Exercice 5 :

1- Propagation d'une onde mécanique

1- 1- Définition d'une onde mécanique progressive :

On appelle onde mécanique progressive le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu matériel sans transport de matière.

1-2- Différence entre une onde transversale et une onde longitudinale :

Une onde transversale est provoquée par une perturbation qui est perpendiculaire à la direction de de propagation de l'onde et onde longitudinale la direction perturbation et parallèle à la direction de de propagation de l'onde.

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

2-1- Définition de la longueur de l'onde :

La longueur d'onde est la plus petite distance séparant deux points pour lesquels les perturbations du milieu sont en phase.

2-2- La relation liant la longueur d'onde λ, la fréquence N et la vitesse de propagation v :

Sachant que la longueur d'onde λ est la distance parcourue par l'onde pendant une période T :

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda . N \implies \lambda = \frac{v}{N}$$

2-3- La vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans l'eau :

La période de l'onde d'après le graphe de la figure 2 :

$$T = S_H . x = 5\,\mu s/div . \times 4 div = 20\ \mu s$$

La fréquence est :

$$N = \frac{1}{T} = \frac{1}{20.10^{-6}} = 5.10^{4}\ Hz$$

La vitesse de propagation :

$$v_e = \lambda.N = 3.10^{-2} \times 5.10^{4} = 1,5.10^{3}\ m/s$$

3- Propagation des ondes ultrasonores dans l'air

3-1- Explication à l'observation :

Les deux signaux dans l'air ne sont plus en phase : la vitesse de propagation dépend du milieu, la vitesse de propagation de l'onde ultrasonore va diminuer par ce qu'on changer le milieu de l'eau à l'air (air est moins dense que l'eau) et la distance change aussi : $v_a < v_e \Longrightarrow d_a \ll d_e$

3-2- Calcul de d_{min} :

Calculons d'abord la longueur d'onde λ' dans l'air :

$$\lambda' = v_a.T = 340 \times 20.10^{-6} = 6,8.10^{-3} m$$

Comparons d et λ' :

$$\frac{d}{\lambda'} = \frac{3 \times 10^{-2}}{6,8 \times 10^{-3}} = 4,412$$

$$d' = 4,412\ \lambda'$$

Pour que les deux signaux soient de nouveau en phase il faut que $d' = 5\lambda'$

Donc la distance minimale qu'il faut ajouter pour que les deux signaux soient en phase est :

$$d_{min} = 5\lambda' - d = 5\lambda' - 4,412\lambda' = 0,588\ \lambda' = 3,99.10^{-3}\ m$$

$$d_{min} \approx 4\ mm$$