Exercice :n°3

Un vibreur excite l'extrémité S d'une corde élastique tendue horizontalement. La corde est alors le siège d'une onde progressive sinusoïdale de fréquence N et d'amplitude a.

Le mouvement de l'extrémité S débute à l'origine du temps (t=0s).

On néglige l'amortissement et la réflexion des ondes.

La figures 1 représente le mouvement d'un point A de la corde situé à la distance x_A=3cm de la source S, et la figure 2 représente l'aspect de la corde à l'instant de date t_1.

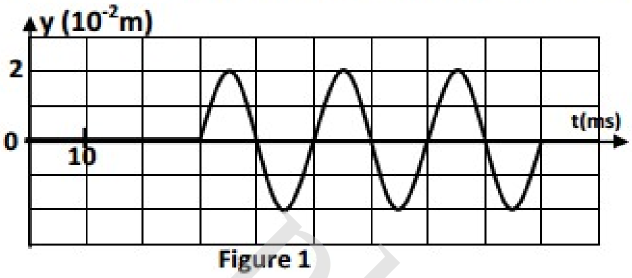


Figure 1

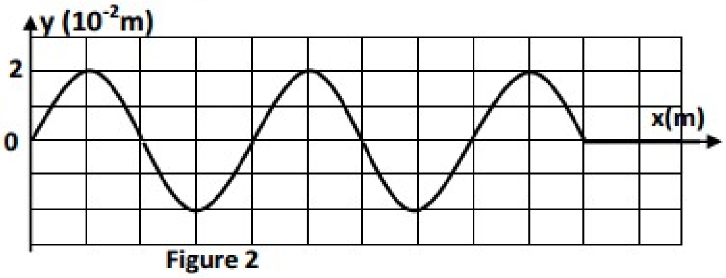


Figure 2

1. Déterminer en se référent aux deux courbes :

a. la période temporelle T et la fréquence N de l'onde.

b. l'instant θ, à partir duquel le point A commence son mouvement vibratoire.

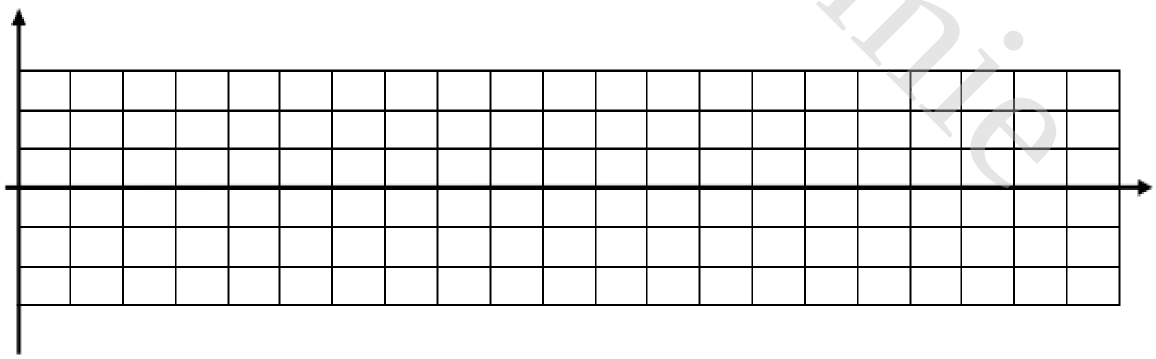
c. la célérité v de l'onde le long de la corde. En déduire sa longueur d'onde λ.

d. l'instant t_1.

2. a. Déterminer les lois horaires $y_A(t)$ du mouvement du point A et $y_S(t)$ du point S.

b. Représenter, sur le document 3 de l'annexe, l'aspect de la corde à l'instant $t_2=6.10^{-2}$s (expliquer la démarche suivie).

3. Déterminer graphiquement les abscisses $x_i=SM_i$ des points M_i de la corde affectés par l'onde, qui à la date t_1 ont une vitesse nulle.



Corrigé

1/ a/ $T = 2x0{,}01 = 0{,}02s$; $N = \frac{1}{T} = 50$ Hz.

b/ $\theta = 3x0{,}01 = 0{,}03s$

c/ $v = \frac{x_A}{\theta} = 1\ m.s^{-1}$; $\lambda = vT = 0{,}02$ m

d/ $t_1 = \frac{2{,}5\lambda}{v} = 0{,}05s$

2/ a/ $y_A(t) = a \sin(2\pi N t + \varphi_A)$ pour $t \geq \theta$

$y_A(t) = 0$ pour $0 \leq t \leq \theta$

L'amplitude du mouvement est $a = 2.10^{-2}$m

Lorsque $t = \theta$, le point A commence son mouvement en se dirigeant vers le haut, ce qui permet d'écrire :

$y_A(t) = 0 \rightarrow \sin(2\pi N\theta + \varphi_A) = 0 \rightarrow \sin(3\pi + \varphi_A) = 0 \rightarrow \varphi_A = 0$ ou π comme $\frac{dy_A}{dt} > 0$ donc $\varphi_A = \pi$

$y_A(t) = 2.10^{-2} \sin(100\pi t + \pi)$ pour $t \geq \theta$

$y_A(t) = 0$ pour $0 \leq t \leq \theta$

Le mouvement de la source S se répète par le point A après une duré $\theta = 0{,}03s$, ce qui permet d'écrire :

$y_S(t) = y_A(t+\theta) = 2.10^{-2} \sin(100\pi(t + \theta) + \pi)$ pour $t \geq 0$

$y_S(t) = 2.10^{-2} \sin(100\pi t + 100\pi\,\theta + \pi)$ pour $t \geq 0$

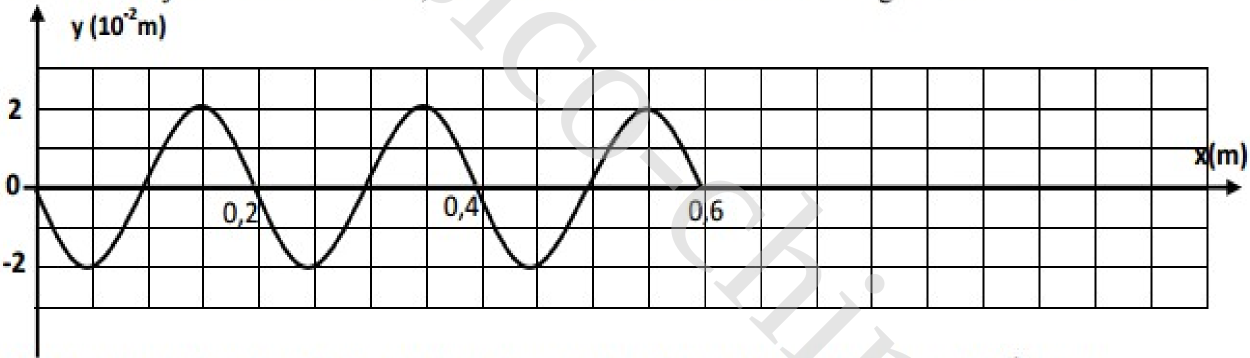
$y_S(t) = 2.10^{-2} \sin(100\pi t + 3\pi + \pi)$ pour $t \geq 0$

$y_S(t) = 2.10^{-2} \sin(100\pi t + 4\pi)$ pour $t \geq 0$

$y_S(t) = 2.10^{-2} \sin(100\pi t)$ pour $t \geq 0$

b/ A l'instant $t_2 = 6.10^{-2}$s, l'onde atteint la distance $d_2 = vt_2 = 1x6.10^{-2} = 6.10^{-2}$m = 60cm = 3λ.

Le front est toujours fidèle à la source, il commence son mouvement en se dirigeant vers le haut.



3/ d'après le graphique précédent, les points M_i ayant une vitesse nulle à l'instant $t_2 = 6.10^{-2}$s sont :

M_1 (x_1=5cm), M_2 (x_2=15cm), M_3 (x_3=25cm), M_4 (x_4=35cm), M_5 (x_5=45cm), M_6 (x_6=55cm)

BON TRAVAIL