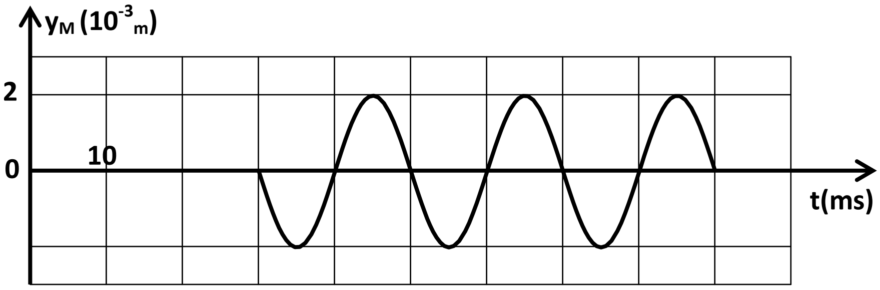
ONDES PROGRESSIVES

Exercice 1

Énoncé :

On donne le diagramme de mouvement d'un point M (sinusoïde des temps) d'abscisse x par rapport à la source S extrémité d'une corde le long de laquelle se propage une onde sinusoïdale transversale à une célérité constante $v=20\ m.s^{-1}$.



1- Prélever du graphe :

a- La période temporelle T de l'onde. Calculer sa fréquence et déduire sa longueur d'onde λ.

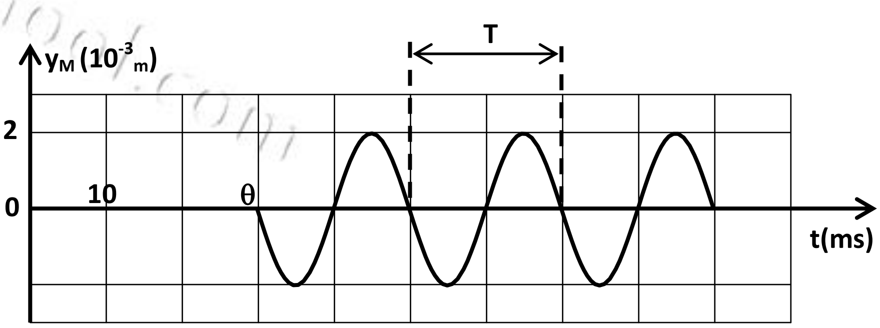
b- Le retard temporel θ du point M. calculer son abscisse.

2- Déterminer l'équation horaire de mouvement du point M, déduire celle du point S.

Corrigé :

1-

a-



T$\rightarrow$ 2 carreaux et 1 carreau $\rightarrow$ 10 ms d'où T=20 ms =0,02 s.

$N=\frac{1}{T}$; $N=\frac{1}{0{,}02}=50Hz$ et λ=v.T = 20.0,02 = 0,4 m.

b- $\theta \rightarrow$ 3 carreaux donc θ=30 ms = 0,03 s = 1,5T.

$\theta=\frac{x}{v}$ donc $x=v\theta=v.1{,}5T=1{,}5\lambda=0{,}6m$.

2- Comme tout point animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal : $y_M(t)=a\sin(\omega t+\varphi_M)$.

$a=2.10^{-3}$ m ; $\omega=2\pi N=100\pi\ rad.s^{-1}$.

> **Attention** : Pour un point de la corde autre que la source S, on ne considère pas la date t=0 pour déterminer sa phase initiale mais on doit dire à t=θ car à cette date commence le mouvement de ce point (pour t<θ le point M est encore au repos)

À t=θ ; $y_M(\theta)=0$ et $y_M(t)$ est décroissante.

$a\sin(\omega\theta+\varphi_M)=0$ or $a\neq0$ d'où $\sin(\frac{2\pi}{T}2T+\varphi_M)=0 \rightarrow \sin(4\pi+\varphi_M)=0 \rightarrow \sin\varphi_M=0$ d'ou $\begin{cases}\varphi_M=0\ rad\\ \varphi_M=\pi\ rad\end{cases}$

or à $t=\theta$; $y_M(t)$ est ↘ donc $\frac{dy_M}{dt}<0 \to \cos\varphi_M<0$ d'ou $\varphi_M=\pi$ rad

d'où

$$y_M(t)=2.10^{-3}\sin(100\pi t+\pi).$$

$y_S(t) = y_M(t+\theta)$: ce qui signifie que le mouvement effectué par S à la date t va être reproduit par M à la date $t+\theta$.

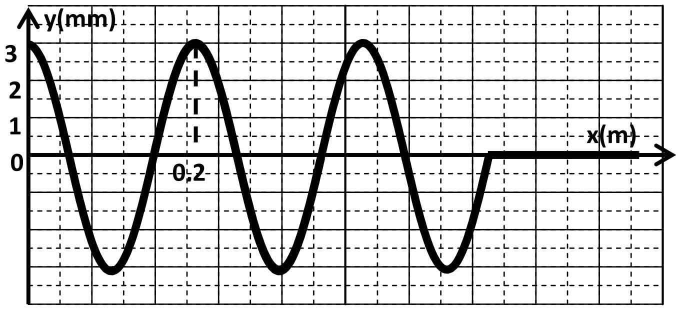
$$y_S(t)=2.10^{-3}\sin(\frac{2\pi}{T}(t+\theta)\ +\pi)=2.10^{-3}\sin(\frac{2\pi}{T}t+\frac{2\pi}{T}1{,}5T\ +\pi)$$

$$y_S(t)=2.10^{-3}\sin(\frac{2\pi}{T}t+3\pi\ +\pi)=2.10^{-3}\sin(100\pi t)$$

Exercice 2

Énoncé :

On donne l'aspect d'une corde à la date t_1=0,0275 s (sinusoïde des espaces) le long de laquelle se propage une onde sinusoïdale transversale à une vitesse constante V.



1-

a- Prélever du graphe La période spatiale λ de l'onde. Déduire l'abscisse x_F du front d'onde à la date t_1.

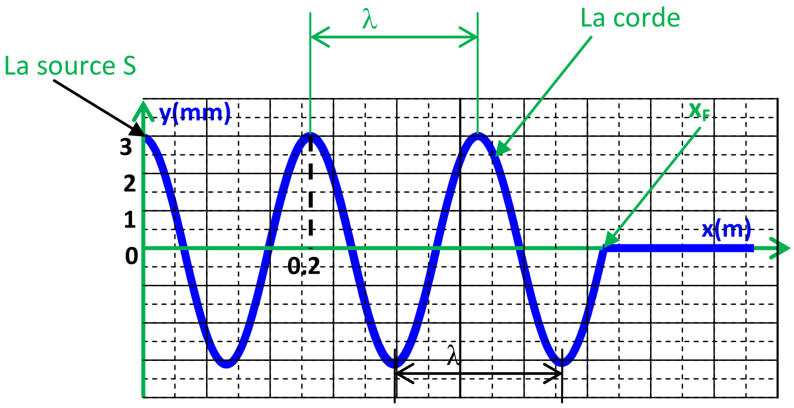
b- Calculer la célérité V de l'onde. Déduire sa fréquence.

Déterminer l'équation horaire de mouvement du point source S

Corrigé :

1-

a-



λ est la distance séparant deux crêtes successives ou deux creux successifs (ou deux rides successives et de même nature).

D'après le graphe λ=0,2 m.

x_F est l'abscisse du front d'onde, d'après le graphe x_F=2,75 λ

x_F =2,75.0,2 = 0,55 m.

b- $x_F=V.t_1 \to V=\frac{x_F}{t_1}=\frac{0{,}55}{0{,}0275}=20\ m.s^{-1}$ et $\lambda=V.T=\frac{V}{N}$ d'où $N=\frac{V}{\lambda}=\frac{20}{0{,}2}=100$ Hz

2-

$y_S(t)=a\sin(\omega t+\varphi_S)$.

$a=3.10^{-3}$ m et $\omega=2\pi N=200\pi\ rad.s^{-1}$.

Attention : Pour déterminer la phase initiale du point S, **on ne doit pas dire** à t=0 on a $y_S(0)=a$ car l'aspect de la corde est donné à la date $t=t_1$ et non à la date t=0s. donc on doit dire à $t=t_1$ $y_S(t_1)=a$.

À $t=t_1$ $y_S(t_1)=a$ or $t_1=\frac{x_F}{V}=\frac{2{,}75\lambda}{V}=\frac{2{,}75TV}{V}=2{,}75T$

$a\sin(\omega t_1+\varphi_S)=a$ d'où $\sin(\frac{2\pi}{T}2{,}75T+\varphi_S)=1 \rightarrow \sin(5{,}5\pi+\varphi_S)=1 \rightarrow \sin(1{,}5\pi+\varphi_S)=1$

$\sin(-\frac{\pi}{2}+\varphi_S)=1 \rightarrow -\frac{\pi}{2}+\varphi_S=\frac{\pi}{2} \rightarrow \varphi_S=\pi$ rad

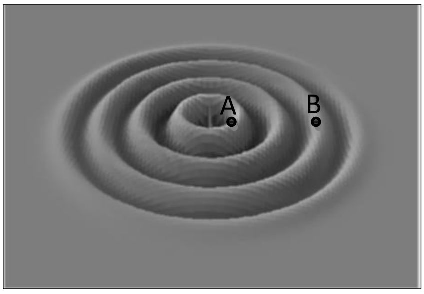
$y_S(t)=3.10^{-3}\sin(200\pi t+\pi)$.

Exercice 3

Énoncé :

Une lame vibrante munie d'une pointe produit en un point S de la surface libre d'un liquide initialement au repos des vibrations sinusoïdales de fréquence N=50 Hz et d'équation horaire $y_S(t) = a.\sin(\omega t+\varphi_S)$.

On supposera que la source commence à vibrer à partir de la date t=0s et on négligera tout amortissement et toute réflexion de l'onde issue de S.



On donne l'aspect de la surface de l'eau à la date t_1. à la date t_1 la source S occupe sa position d'élongation nulle.

La distance séparant les deux points A et B est d=16 mm.

1- Calculer la longueur d'onde λ. Déduire sa célérité.

2- Déterminer la distance parcourue par l'onde à la date t_1.

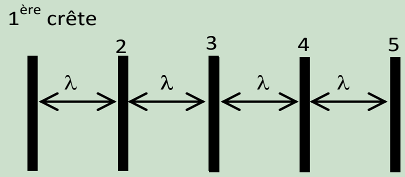
3- Représenter, à la date t_1, une coupe transversale de la surface de l'eau par un plan vertical passant par le point S.

4- Déterminer la phase initiale φ_S de la source S.

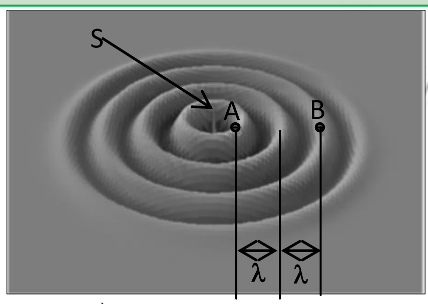
Corrigé :

1-

Attention Lorsqu'on vous donne la distance séparant la $n^{ième}$ et la $p^{ième}$ crête il faut mieux représenter ces crêtes par des traits continus et compter le nombre de λ entre ces crêtes (ou ces creux ou entre crêtes et creux). Exemple :



On remarque qu'entre la $1^{ère}$ et la $5^{ème}$ crête, on a 4λ



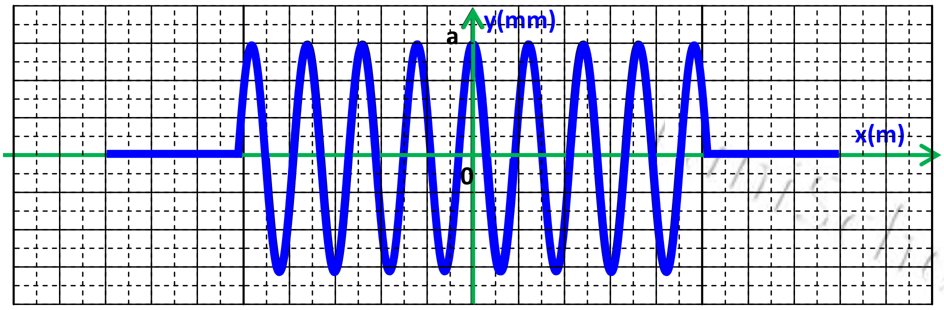
le point A est sur la $1^{ère}$ crête et le point B est sur la $3^{ème}$ crête donc la distance AB= 2λ d'où λ= 8 mm.

2- S appartient à une crête $x_F=4{,}25\lambda$ d'où $V.t_1=4{,}25\ TV$ donc $t_1=4{,}25T$.

$t_1 = \frac{4,25}{N} = \frac{4,25}{50} = 0,085\,s$.

3-

$x_F = 4,25\lambda$ et à $t = t_1$ $y_S(t_1) = a$



4-

À $t = t_1$ $y_S(t_1) = a \rightarrow$ $a\sin(\omega t_1 + \varphi_S) = a$ d'où $\sin(\frac{2\pi}{T}4,25T + \varphi_S) = 1 \rightarrow \sin(8,5\pi + \varphi_S) = 1 \rightarrow \sin(0,5\pi + \varphi_s) = 1$

$\sin(\frac{\pi}{2} + \varphi_S) = 1 \rightarrow \frac{\pi}{2} + \varphi_S = \frac{\pi}{2} \rightarrow \varphi_S = 0$ rad.