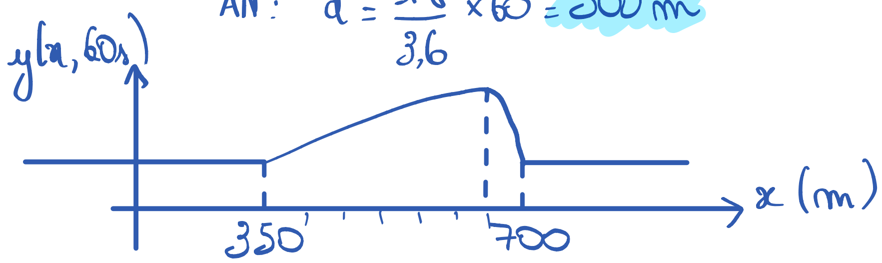
Correction TD 9

Exercice 1

1) Onde progressive mécanique transversale.

2) Au bout d'1 minute, le mascaret s'est déplacé de $d = v \times \Delta t$.

AN : $d = \frac{18}{3,6} \times 60 = 300\ m$

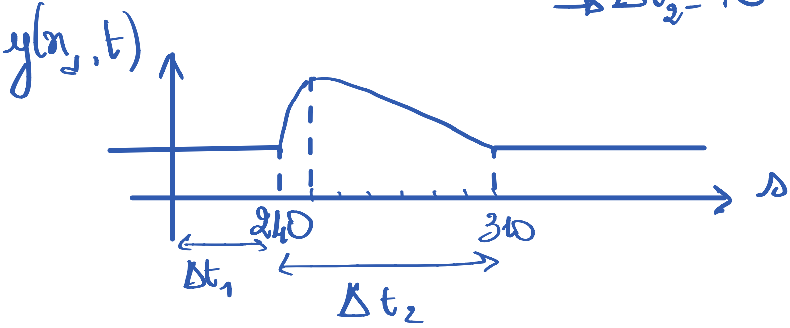


3) L'onde arrive à l'abscisse x_d au bout d'1 durée $\Delta t = \frac{d_1}{v}$ où $d_1 = x_d - x_{front}$

$x_{front}(t=0) = 400\ m$ → $\Delta t_1 = 240\ s$ donc à la date $t_1 = 240\ s$

Elle quitte l'onde au bout d'1 durée $\Delta t_2 = \frac{d_2}{v}$ où $d_2 = 350\ m$ (longeur du mascaret)

→ $\Delta t_2 = 70$ donc à la date $t_2 = 310\ s$



Exercice 2 :

1) L'onde fait un aller retour donc $2L = c\Delta t_e$

$L = \frac{c\Delta t_e}{2} = 29,1\ m$

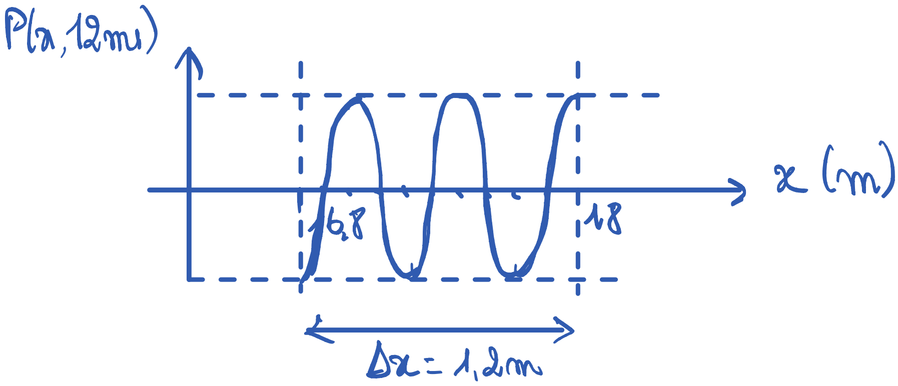
2) $\Delta t_i = 2{,}5T$ $\quad f = \frac{1}{T}$ $\quad f = \frac{2{,}5}{\Delta t_i} = 3{,}12 \text{ kHz}$

3) Largeur de l'impulsion : $\Delta x = c\,\Delta t_i = 1{,}2\text{ m}$

4) Au bout de $\Delta t = 12\text{ ms}$ l'onde a parcouru $d = c\Delta t = 18\text{ m}$

le front de l'onde est donc situé à l'abscisse $x_{front}(12\text{ms}) = \underbrace{x_{front}(0)}_{0} + d = 18\text{ m}$

la fin de l'onde est donc située à $18 - 1{,}2 = 16{,}8\text{ m}$



$\left(2{,}5T \Leftrightarrow \underbrace{2{,}5\lambda}_{\Delta x}\right)$

Exercice 3 :

On mesure sur chaque photo la longueur d'onde :

$\lambda(20\text{Hz}) = 8\text{ mm}$ $\qquad \lambda(30\text{Hz}) = 6{,}7\text{ mm}$

comme $\lambda = vT \rightarrow v = \lambda f$.

$v(20\text{Hz}) = 160\text{ mm.s}^{-1}$ $\qquad v(30\text{Hz}) = 201\text{ mm.s}^{-1}$

$u(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{6}}\text{ mm} = 0{,}41\text{ mm}$ $\qquad u(v) = f\,u(\lambda)$ → $8{,}2\text{ mm.s}^{-1}$ pour $f = 20\text{Hz}$; → 12 mm.s^{-1} pour $f = 30\text{Hz}$

$v(20\text{Hz}) = 160{,}0 \pm 8{,}2\text{ mm.s}^{-1}$

$v(30\text{Hz}) = 201 \pm 12\text{ mm.s}^{-1}$

} Ces mesures sont suffisamment différentes pour conclure que le milieu est dispersif.

Rq : calcul de l'écart normalisé

$$E_n = \frac{201 - 160}{\sqrt{12^2 + 8{,}2^2}} = 2{,}8 > 2$$

Exercice 4

propagation dans le sens des $x>0$

1) $y(x,t) = 0{,}1\cos(\omega t - kx + \varphi)$

$\omega = 2\pi f = 20\pi \text{ rad.s}^{-1}$

$k = \dfrac{2\pi}{\lambda} = 4\pi \text{ rad.m}^{-1}$

$y(0,0) = -0{,}1\,m$ $\quad 0{,}1\cos\varphi = -0{,}1$

$\varphi = \pm\pi$ $\quad (\cos(\alpha\pm\pi) = -\cos\alpha)$

$y(x,t) = -0{,}1\cos(20\pi t - 4\pi x)$

2) $y(x,t) = 0{,}1\cos(\omega t + kx + \varphi)$

propagation dans le sens des $x<0$

$\omega = \dfrac{2\pi}{T} = 4\pi \text{ rad.s}^{-1}$

$k = 2 \text{ rad.m}^{-1}$

$y(0,0) = 0{,}02 = 0{,}1\cos\varphi$

$\cos\varphi = 0{,}2 \quad \varphi = \pm 1{,}37 \text{ rad}$

$y(x,t) = 0{,}1\cos(4\pi t + 2x \pm 1{,}37)$

Exercice 5

1) L'onde se propage dans le sens des x croissants.

2) $\lambda = 30\,m$ (graphiquement) $\quad$ déplacement entre $t_1 = 0$ $t_2 = 1s$: $d = 5m$

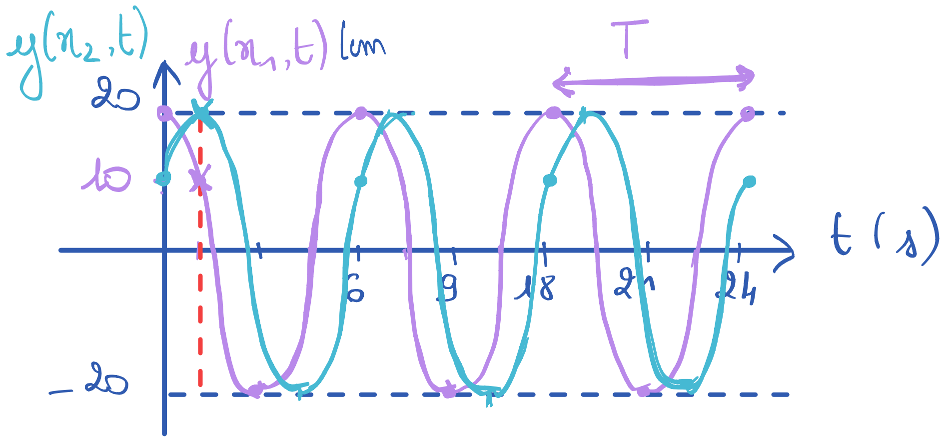
$\hookrightarrow v = \dfrac{d}{\Delta t} = 5\,m.s^{-1}$

$T = \dfrac{\lambda}{v} = 6s$

3) $y(x,t) = 0{,}2\cos\left(\dfrac{\pi}{3}t - \dfrac{2\pi}{30}x\right)$ $\quad (\varphi = 0$ car $y(0,0) = 0{,}2)$

$\omega = \dfrac{2\pi}{T}$ $\quad k = \dfrac{2\pi}{\lambda}$

5) $y(x_1, t) = 0,2\cos\left(\frac{\pi}{3}t\right)$ $y(x_2, t) = 0,2\cos\left(\frac{\pi}{3}t - \frac{\pi}{3}\right)$



$- - -$ à $t_2 = 1\,s$

$\times\ y(x_1 = 0, t_2) = 10$

$\times\ y(x_2 = 5, t_2) = 20$

$y(x_2 = 5, t_1 = 0) = 10$

$y(x_1 = 0, t_1 = 0) = 20$

Exercice 6

1) $y_M(x,t) = A\sin\left(\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{x}{c}\right)\right)$

2) $[F] = M.L.T^{-2}$ $[c] = L.T^{-1}$ $[m] = M$ $[\ell] = L$

$c = F^{\alpha} m^{\beta} \ell^{\gamma} \Rightarrow L.T^{-1} = M^{\alpha} L^{\alpha} T^{-2\alpha} M^{\beta} L^{\gamma} = M^{\alpha+\beta} L^{\alpha+\gamma} T^{-2\alpha}$

$$\begin{cases} \alpha + \beta = 0 \rightarrow \beta = -\alpha \\ \alpha + \gamma = 1 \rightarrow \gamma = 1 - \alpha \\ -2\alpha = -1 \rightarrow \alpha = 1/2 \end{cases} \qquad \beta = -1/2 \rightarrow \gamma = 1/2$$

$$c = \sqrt{\frac{F\,\ell}{m}}$$

3) $c = 38,7\,m.s^{-1}$

4) $y(x=5, t) = A\sin\left(2\pi f\left(t - \frac{5}{c}\right)\right) = -4,1\,cm$

5) 2 points vibrent en opposition de phase s'ils sont distants d'1 nombre impair de $\frac{\lambda}{2}$: $d = (2p+1)\frac{\lambda}{2}$ $p \in \mathbb{N}$

$d = \left(p+\frac{1}{2}\right)cT = \left(p+\frac{1}{2}\right)T\sqrt{\frac{F\ell}{m}}$ d dépend de F

6) pour doubler la longueur d'onde il faut doubler c soit augmenter F d'1 facteur 4

Exercice 7

Il y a 2 phénomènes qui prennent naissance au même moment :

- l'onde lumineuse → éclair
- l'onde sonore → tonnerre

Ces 2 phénomènes ne sont pas perçus en même temps car leur célérité sont ≠.

Comme $c_{lumière} \gg c_{son}$, on peut supposer que la perception de l'éclair est quasi instantanée : $t_{éclair} = t_{orage}$

Distance de l'orage : $d = c_{son}(t_{son} - t_{orage}) \simeq c_{son}(t_{son} - t_{éclair})$

Si Δt = durée entre éclair et tonnerre : $d \simeq c_{son}\,\Delta t$

$d \simeq 340\ \Delta t$
m m.s^{-1} s

$d\ (\text{en km}) = \frac{340 \times \Delta t\,(\text{en s})}{1000}$

$d\,(\text{km}) = \frac{\Delta t\,(s)}{3}$