

Exercice 1 : (6 points)

La lame métallique d'un vibreur, fixée en un point O à une corde tendue de longueur $L=1\text{m}$, est animée d'un mouvement sinusoïdal d'équation horaire $y_O(t) = 10^{-3}\sin(200\pi t + \pi)$. Une onde se propage le long de la corde avec une célérité de $0,4 \text{ m.s}^{-1}$ et sans amortissement. A l'autre extrémité de la corde, on a installé un dispositif anti-réflexion.

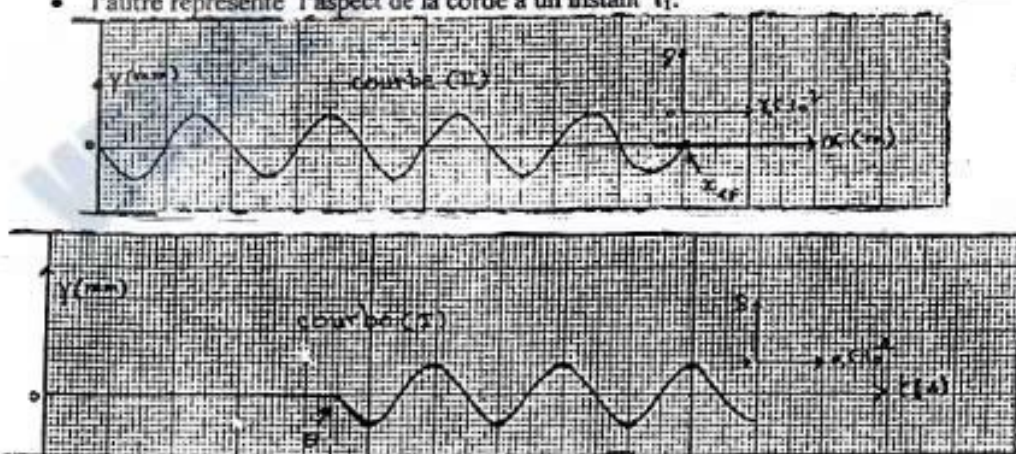
- 1- Calculer la période T et la longueur d'onde λ .
- 2- Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point M situé à 1 cm de O.
- 4- Comment vibre M par rapport à O ?
- 5- Représenter sur un même graphe les diagrammes de mouvement de O et M.
- 6- Représenter l'aspect de la corde aux instants $t_1=0,03 \text{ s}$ et $t_2=0,0325 \text{ s}$.
- 7- Déterminer à la date t_1 le nombre et les abscisses des points de la corde qui vibrent en quadrature avance avec l'extrémité O de la corde.

* **EXERCICE N° : 2 :**

Une corde élastique de longueur supposée infinie, tendue horizontalement et attaché par son extrémité S à une lame vibrante qui lui communique à partir de l'instant $t=0$, un ébranlement transversal sinusoïdal d'équation $y_s(t) = a \sin(\omega t + \varphi_s)$.

Sur la figure ci-contre on a tracé deux courbes :

- l'une représente le diagramme de mouvement d'un point N de la corde situé à une distance x_N de l'extrémité S.
- l'autre représente l'aspect de la corde à un instant t_1 .



- 1°/ a) Définir les courbes (I) et (II) en justifiant la réponse.
- b) Déterminer les périodes temporelle et spatiale de l'onde ainsi que son amplitude.
- c) En déduire la célérité de propagation de l'onde.
- d) Déterminer la valeur de l'abscisse x_N et l'instant t_1 .
- 2°/ a) Représenter le diagramme de mouvement de la source, puis écrire son équation horaire.
- b) Déduire l'équation horaire de mouvement de point N.
- 3°/ Représente l'aspect de la corde à l'instant $t_2 = t_1 + T/4$

4°/ Déterminer à l'instant t_1 le nombre et les abscisses des points qui ont une elongation égale à $4\frac{13}{2}$ mm et allant dans le sens négatif.

5°/ a) Quelle condition doivent remplir les abscisses x_1 et x_2 de deux points quelconque de la corde pour qu'ils vibrent en opposition de phase entre eux.

b) En déduire le nombre des points qui vibrent en opposition de phase avec N à l'instant

$$t_3 = 2 t_1$$

6°/ a) Si le mouvement de S débute à un instant $t_0 = T/4$. Quelle modification se produit sur le sinusoïde de temps du point N.

b) Représenter dans ce cas $y_s(t)$ et $y_N(t)$

* Exercice n°4 : (6,5 points)

L'extrémité S d'une corde élastique considérée comme infiniment longue est ébranlée transversalement à partir de $t = 0$ s de sorte que $y_S(t) = 0.006 \sin(100 \pi t)$

L'ébranlement se propage le long de la corde à la célérité $V = 5 \text{ ms}^{-1}$.

1. Représenter dans un même système d'axes les variations de l'élongation de S au cours du temps et déduire celles d'un point A de la corde situé à la distance $x_A = 15 \text{ cm}$ de S.
2. a - Etablir l'expression de l'élongation d'un point M de la corde d'abscisse x à l'instant de date $t_1 = 0.045 \text{ s}$.
b - Représenter l'aspect de la corde à l'instant t_1 .
c - Figurer le point A sur la corde.
d - déterminer l'ensemble des points de la corde située sur trois longueurs d'onde ayant pour élongation 3 mm à t_1 .

* Exercice n°5 (6,5 points)

Une corde élastique supposée infiniment longue, est tendue horizontalement selon la direction (Ox) à partir de son extrémité S à l'aide d'un vibreur comme l'indique la figure (1).

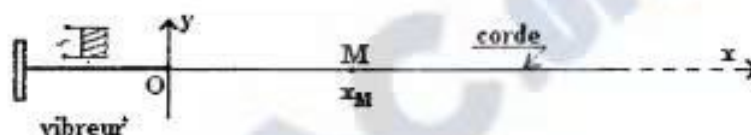
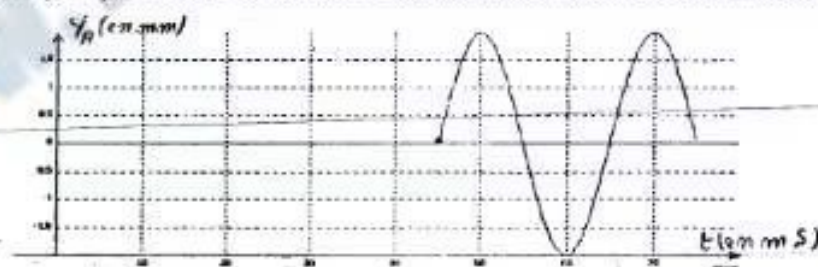


figure (1)

Le vibreur provoque à l'extrémité S de la corde un mouvement vibratoire sinusoïdal et vertical d'équation horaire $y_S(t) = a \sin(2\pi N t + \varphi_S)$.

On suppose que le mouvement se propage sans amortissement.

La figure (2), représente les variations de l'élongation $y_A(t)$ au cours du temps d'un point A de la corde d'abscisse x_A dans le repère $(O, \vec{i})$. L'origine O du repère coïncide avec l'extrémité S de la corde au repos.

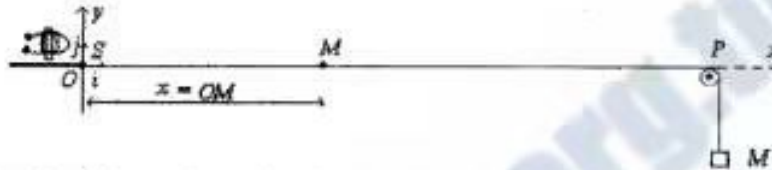


figure(2)

1. Déterminer l'équation horaire $y_A(t)$ du mouvement du point A de la corde ?
2. On mesure le décalage horaire Δt entre le début du mouvement de A et celui de S. On trouve $\Delta t = 50 \text{ ms}$.
a) a - 1 : Montrer que l'origine de temps ne coïncide pas avec le début du mouvement de S ?
a - 2 : Déterminer la date t_0 du début de mouvement de S ?
b) b - 1 : Montrer que la phase initiale $\varphi_S = \pi/2 \text{ rad}$, puis écrire l'équation horaire du mouvement de S.
b - 2 : Représenter le diagramme du mouvement de S entre les instants t_0 et $t_1 = 65 \text{ ms}$.
3. On considère deux points de la corde M_1 et M_2 situés entre S et A et distants de δ respectivement de x_{M1} et x_{M2} . On désigne par φ_{M1} et φ_{M2} les phases initiales de leurs élongations.
a - Exprimer le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_{M1} - \varphi_{M2}$ en fonction de x_{M1} , x_{M2} et λ .
b - Déduire la relation entre x_{M1} et x_{M2} pour que M_1 et M_2 vibrent en opposition de phase.
c - Une étude expérimentale, montre que la distance minimale entre M_1 et M_2 est égale à 10 cm . Déduire la valeur de la longueur d'onde λ et de la vitesse de propagation V de l'onde le long de la corde.
4. a - Soit M un point de la corde d'abscisse x_M . Etablir l'expression $y_M(x)$ de l'élongation de M à l'instant t_1 .
b - Calculer la distance parcourue par l'onde à l'instant t_1 ?
c - Représenter l'aspect de la corde à la date t_1 ?

✱ **Exercice n°3(6.5 points)**

L'extrémité S d'une corde élastique SP, est animée d'un mouvement rectiligne sinusoïdal. Dans le repère (O, i, j) on désigne par $x = OM$ l'abscisse d'un point M au repos et $y_M(t)$ son élongation à l'instant t . L'origine O du repère coïncide avec l'extrémité S de la corde au repos. Le mouvement de S débute à l'instant $t = 0$ s, on donne l'élongation de S à l'instant t : $y_S(t) = 3 \cdot 10^{-3} \sin(120 \pi t)$, y en m et t en s. La corde est tendue horizontalement entre le point S et une petite poulie à l'extrémité P.



La longueur totale de la corde est $L = 5$ m

$$\lambda = 1 \text{ m}$$

1°/- Juste avant P, la corde est pressée à frottement doux avec du coton, qui empêche toute réflexion de se produire.

- Ecrire l'expression de l'élongation $y(x, t)$ d'un point M de la corde à l'instant t .
- Donner les abscisses des points qui vibrent en phase avec S et ceux qui vibrent en opposition de phase avec S
- Représenter sur un même graphique le diagramme de mouvement de S et celui d'un point M, tel que $x_M = 2,75$ m

2°/- a) Etablir l'expression de l'élongation d'un point M de la corde à l'instant $t_1 = 0,0416$ s.

- Représenter l'aspect de la corde sur un même graphique aux instants : $t_1 = 0,0416$ s ; $t_2 = 0,0498$ s ; $t_3 = 0,0458$ s

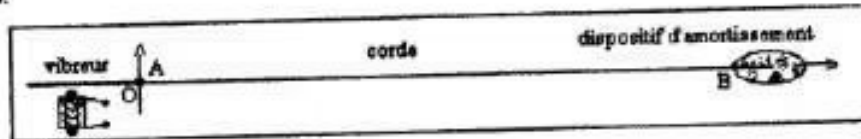
3°/- On éclaire la corde avec un stroboscope électronique qui émet des éclairs de période T_e et de fréquence N_e variable.

- Pour quelles fréquences du stroboscope, supérieures ou égales à 20 Hz, la corde paraît-elle immobile ?
- Soit N_m la plus grande de ces fréquences. Comment doit-on modifier cette fréquence pour que les ondes paraissent s'écartées de S a ralenti.

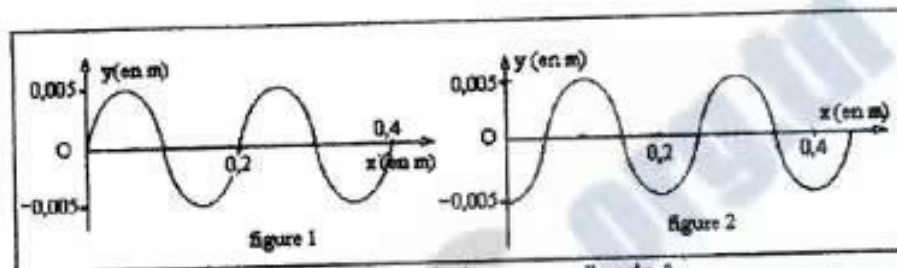
Yedes Rached

★ **Exercice n° 4 :** (6,5 points)

Une corde AB est reliée à un vibreur à l'extrémité A qui lui impose des vibrations sinusoïdales transversales d'amplitude a et de fréquence N .
Un dispositif, placé à l'autre extrémité B de la corde, permet d'éviter la réflexion des vibrations.



On donne les aspects de la corde à l'instant t_1 (figure 1) et à l'instant t_2 (figure 2) tel que $t_2 - t_1 = 10^{-2}$ s.



- 1) a- Déterminer l'amplitude de la vibration et la longueur d'onde λ .
b- Montrer que la célérité de propagation des ondes le long de la corde est $V = 5 \text{ m.s}^{-1}$.
c- Dédire la fréquence N de la vibration.
- 2) Déterminer les instants t_1 et t_2 correspondant aux deux aspects de la corde.
- 3) Déterminer l'équation horaire du mouvement de l'extrémité A.
- 4) a- Déterminer l'équation horaire du mouvement d'un point M_1 situé à une distance $x_1 = 0.15 \text{ m}$ du point A.
b- Représenter $y_A(t)$ et $y_{M_1}(t)$ dans un même repère.
- 5) Déterminer les positions et le nombre des points qui vibrent en quadrature de phase avec l'extrémité A à l'instant $t = 9 \cdot 10^{-2} \text{ s}$. Sachant que la longueur de la corde est $l = 3 \text{ m}$.
- 6) Déterminer le nombre des points de la corde qui ont une elongation égale $a/2$ à $t = 9 \cdot 10^{-2} \text{ s}$.

0.5
0.5
0.25
0.75
1
0.75
0.75
1

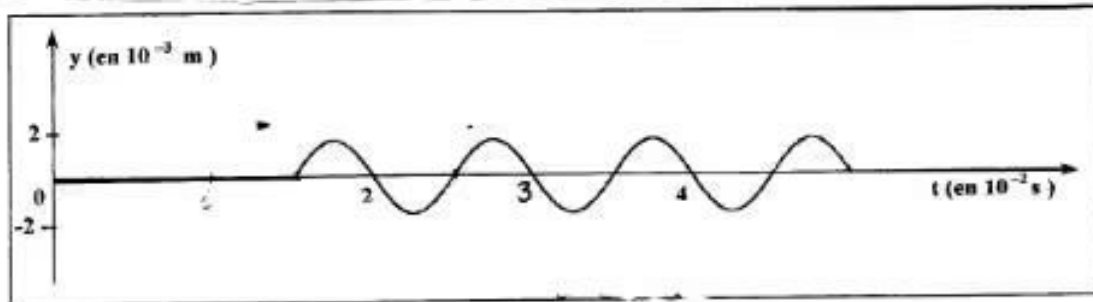
★ **Exercice n° 5 :** (6,5 points)

Une lame vibrante communique à l'extrémité S d'une corde élastique tendu horizontalement par le poids d'une masse marquée, un mouvement vibratoire sinusoïdal. Du côté de la masse marquée on a placé du coton. La source S débute son mouvement à l'instant $t = 0$; Son équation horaire est :

$$y_S(t) = a \sin(\omega t) ; \text{ son amplitude "a" est exprimée en m.}$$

1. a- Quel rôle joue le coton placé à l'extrémité de la corde ?
b- Définir : une onde ; une onde transversale ; et la longueur d'onde λ ?
2. Etablir l'expression de l'équation horaire $y_M(t)$ d'un point M de la corde se trouvant à une distance d de la source S ; Préciser de même l'expression de sa phase initiale.
3. On donne la représentation graphique ci-dessous de l'équation horaire $y_A(t)$ du mouvement d'un point A situé à une distance $d = SA = 30 \text{ cm}$ de la source S.

— Yedes Rached —→



En exploitant ce graphe, déterminer :

- a- Les instants t_1 et t_2 aux quels débute et se termine le mouvement de ce point A ;
 - b- La célérité de propagation de l'onde ;
 - c- La longueur d'onde λ ;
 - d- Comparer l'état vibratoire de A à celui de la source S .
4. Représenter les aspects de la corde (1) et (2) , en 2 couleurs différentes, sur le même système d'axes aux instants t_1 et t_2 respectivement .
5. a- Déterminer, par le calcul, les lieux des points de la corde qui vibrent en quadrature de phase avec la source S à l'instant t_1 .
- b- Déterminer, graphiquement, le nombre des points de la corde qui vibrent avec une elongation $y = -1 \text{ mm}$, entre les instant t_1 et t_2 se dirigeant dans le sens **positif** des elongations .
- Préciser ces points, par des croix, sur l'aspect (2) de la corde déjà représenté .

Exercice N°1

$$L = 1 \text{ m}$$

$$y_0(t) = 10^{-3} \sin(200\pi t + \pi) \quad V = 0,4 \text{ ms}^{-1}$$

$$1) \quad \omega = 200\pi \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{200\pi}$$

$$T = 0,01 \text{ s}$$

$$\lambda = VT = 0,4 \times 0,01 \Rightarrow \lambda = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

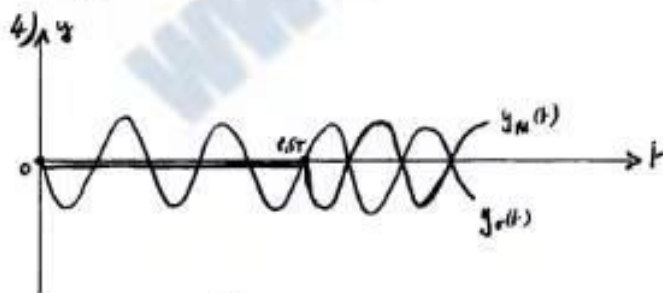
2) Le point M reproduit le même mvt de la source après un retard $\theta = \frac{x}{V}$ d'après le principe de propagation :

$$\begin{cases} y_M(t) = 0 & \text{si } t < 0 \\ y_M(t) = y_0(t - \theta) & \text{si } t \geq 0 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} y_M(t) &= 10^{-3} \sin(\omega(t - \theta) + \pi) \\ &= 10^{-3} \sin(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda} + \pi) \\ &= 10^{-3} \sin(\omega t - \frac{2\pi \times 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-3}} + \pi) \\ &= 10^{-3} \sin(\omega t - \frac{5\pi}{2}) \end{aligned}$$

$$\begin{cases} y_M(t) = 0 & \text{si } t < 0 \\ y_M(t) = 10^{-3} \sin(200\pi t) & \text{si } t \geq 0 \end{cases}$$

3) $E_s - E_M = \pi - 0 = \pi$
M vibre en opposition de phase par rapport à S.



$$x = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$$

$$\frac{x}{\lambda} = \frac{10^{-2}}{4 \cdot 10^{-3}} = 2,5 \quad x = 2,5 \lambda$$

$$\theta = \frac{x}{V} = \frac{2,5 \lambda}{V} = \frac{2,5 VT}{\lambda}$$

$$\theta = 2,5 T$$

$y_M(t)$ est une translation de $y_0(t)$ de $2,5 T$.

$$5) \quad t_1 = 0,03 \text{ s}$$

$$\frac{t_1}{T} = \frac{0,03}{0,01} = 3 \Rightarrow t_1 = 3 T$$

$$x_{2F} = V t_1 = V \times 3 T = 3 \lambda$$

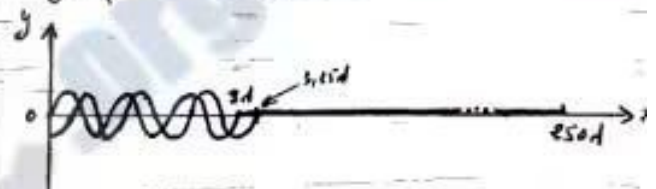
Groupe : Bac Tunisie 2017 "admis nchalah"

$$L = 1 \text{ m} \quad \frac{L}{\lambda} = \frac{1}{4 \cdot 10^{-3}} = 250 \quad (L = 250 \lambda)$$

$(\frac{x_{2F}}{\lambda} < L)$ les points de la corde ne sont pas tous en mvt.

$$\begin{aligned} y_{M_1}(x) &= a \sin(\omega t_1 - \frac{2\pi}{\lambda} x + E_s) \\ &= a \sin(\frac{2\pi}{T} t_1 - \frac{2\pi}{\lambda} x - E_s + \pi) \\ &= a \sin(\frac{2\pi}{T} t_1 - \frac{2\pi}{\lambda} x - \frac{2\pi}{T} \times 3T - \pi + \pi) \\ &= a \sin(\frac{2\pi}{T} t_1 - \frac{2\pi}{\lambda} x - \frac{6\pi}{T}) \\ &= a \sin(\frac{2\pi}{T} t_1) \end{aligned}$$

$$\begin{cases} y_{M_1}(x) = 0 & \text{si } 3\lambda < x \leq 250\lambda \\ y_{M_1}(x) = 10^{-3} \sin(\frac{2\pi}{\lambda} x) & \text{si } x \leq 3\lambda \end{cases}$$



$$t_2 = 0,0325 \text{ s}$$

$$\frac{t_2}{T} = \frac{0,0325}{0,01} = 3,25 \quad T_2 = 3,25 T$$

$$x_{2F} = V \times 3,25 T \Rightarrow x_{2F} = 3,25 \lambda$$

$$x_{2F} = x_{1F} + \frac{\lambda}{4} \quad x_{2F} \text{ est en avance par rapport à } x_{1F} \text{ de } \frac{\lambda}{4}$$

donc $y_{M_1}(x)$ est une translation de $y_{M_1}(x)$ par $\frac{\lambda}{4}$.

6) M vibre en quadrature avance devant S $\Rightarrow E_M > E_S$

$$E_S - E_M = \frac{2\pi x}{\lambda} = -\frac{\pi}{2} + 2k\pi$$

$$\frac{2\pi x}{\lambda} = -\frac{1}{2} + 2k$$

$$x = (2k - \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{2} \Rightarrow x = (k - \frac{1}{4}) \lambda$$

$$\text{at } t_1 = 0,03 \text{ s} \Rightarrow x_{2F} = 3 \lambda$$

$$\text{donc } 0 < x < 3 \lambda$$

$$0 < (k - \frac{1}{4}) \lambda < 3 \lambda$$

$$\frac{1}{4} < k < 3 + \frac{1}{4} \Rightarrow 0,25 < k < 3,25$$

$$k \in \{1, 2, 3\}$$

il y a 3 point

k	1	2	3
---	---	---	---

Admin : Saber Gü

Exercice N°2:

$$y_s(t) = a \sin(\omega t + \epsilon_s)$$

point N $\rightarrow x_N$

l'aspect de la corde à l'instant t_1 .

1) a). le point N reproduit le même mvt de la source s après un retard $\theta = \frac{x_N}{v}$ avec N d'abscisse x_N donc $y_N(t) = f(t)$ c'est une sinusoïde temporelle.

la courbe (I) correspond au diagramme de mvt de point N d'abscisse x_N

l'aspect de la corde à l'instant t_1 est une sinusoïde spatiale $\Rightarrow y = f(x)$

donc la courbe (II) correspond à l'aspect de la corde à l'instant t_1

b) periode Temporelle: T

d'après la courbe (I)

$$T = 2 \times 0,5 \cdot 10^{-2}$$

$$T = 10^{-2} \text{ s}$$

periode spatiale d:

d'après la courbe II

$$d = 7,5 \cdot 10^{-2} \times 2 = 15 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

l'amplitude a

d'après la courbe (I) ou (II)

$$a = 4 \text{ mm} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad a = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$c) d = vT \Rightarrow v = \frac{d}{T} = \frac{15 \cdot 10^{-2}}{10^{-2}} = 15 \text{ m/s} \quad v = 15 \text{ m/s}$$

d) d'après la courbe (I)

$$\theta = 4,5 \times 0,5 \cdot 10^{-2} = 2,25 \cdot 10^{-1} \text{ rad}$$

$$\theta = \frac{x_N}{v} \Rightarrow x_N = \theta \times v = 2,25 \cdot 10^{-1} \times 15$$

$$x_N = 33,75 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

d'après la courbe (II):

x_{1F} : front d'onde

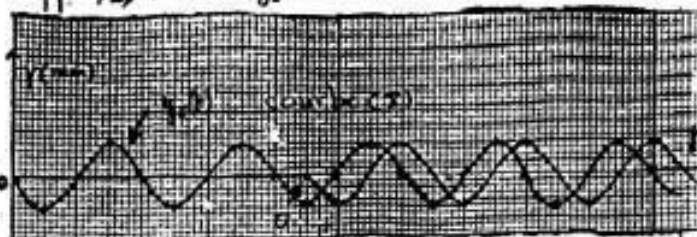
$$x_{1F} = 4,5d = 4,5 \times 15 \cdot 10^{-2} = 67,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$x_{1F} = vt_1 \Rightarrow t_1 = \frac{x_{1F}}{v} = \frac{67,5 \cdot 10^{-2}}{15}$$

$$t_1 = 0,45 \text{ s}$$

2) a) $y_s(t) = a \sin(\omega t + \epsilon_s)$ sinusoïde Temporelle
le point N reproduit le même mvt de la source après un retard θ ($y_N(t)$ est une translation de $y_s(t)$ par θ seconde)

donc on peut utiliser la courbe (I) pour représenter $y_s(t)$.



$$y_s(t) = a \sin(\omega t + \epsilon_s)$$

$$a = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{10^{-2}} = 200\pi \text{ rad/s}$$

$\epsilon_s = \pi$ d'après la courbe

$$y_s(t) = 4 \cdot 10^{-3} \sin(200\pi t + \pi)$$

b) d'après le principe de propagation

$$\begin{cases} y_N(t) = 0 & \text{si } t < 0 \\ y_N(t) = y_s(t - \theta) & \text{si } t \geq 0 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} y_N(t) &= a \sin(\omega(t - \theta) + \pi) \\ &= a \sin(\omega t - \omega\theta + \pi) \\ &= a \sin(\omega t - \frac{2\pi}{T} \frac{x_N}{v} + \pi) \\ &= a \sin(\omega t - \frac{2\pi}{d} x_N + \pi) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta &= \frac{2,25 \cdot 10^{-1}}{10^{-2}} \\ \theta &= 2,25 \text{ s} \end{aligned}$$

$$y_N(t) = a \sin(\omega t - \frac{2\pi \times 2,25}{1} + \pi) \quad x_N = 33,75 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$y_N(t) = a \sin(\omega t - 4,5\pi + \pi) = a \sin(\omega t - 3,5\pi)$$

$$x_N = 2,25 \text{ m}$$

$$y_N(t) = 4 \cdot 10^{-3} \sin(200\pi t - \frac{7\pi}{2})$$

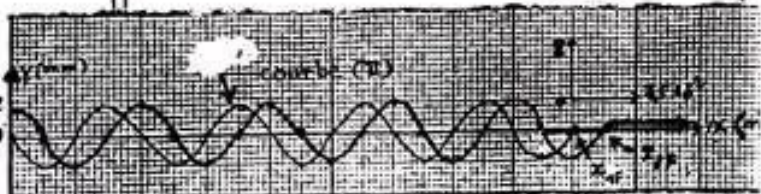
$$3) t_2 = t_1 + \frac{T}{4} \quad \begin{cases} y_N(t) = 0 & \text{si } t < 2,25 \text{ s} \\ y_N(t) = 4 \cdot 10^{-3} \sin(200\pi t - \frac{7\pi}{2}) & \text{si } t \geq 2,25 \text{ s} \end{cases}$$

ma $x_{2F} = vt_2$

$$x_{2F} = v(t_1 + \frac{T}{4}) = vt_1 + \frac{vT}{4}$$

$$x_{2F} = x_{1F} + \frac{d}{4}$$

donc x_{2F} est en avance par rapport à x_{1F} de $\frac{d}{4}$
 $y_N(t_2)$ est une translation de $y_N(t_1)$ par $\frac{d}{4}$ courbe II



4) déterminons l'équation $y_N(t_1)$?

$$\begin{cases} y_N(t_1) = 0 & \text{si } x > x_{1F} \\ y_N(t_1) = a \sin(\omega t_1 + \pi - \frac{2\pi x}{d}) & \text{si } x \leq x_{1F} \end{cases}$$

$$y_M(t_2) = a \sin\left(\frac{2\pi x_2}{\lambda} - \pi - \frac{2\pi}{T} \times 6,5 T\right)$$

$$= a \sin\left(\frac{2\pi x_2}{\lambda} - \pi - 13\pi\right)$$

$$= a \sin\left(\frac{2\pi x_2}{\lambda} - 14\pi\right)$$

$$y_M(t_2) = a \sin\left(\frac{2\pi x_2}{\lambda}\right) \quad a = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\frac{t_2}{T} = \frac{0,065}{10^{-2}}$$

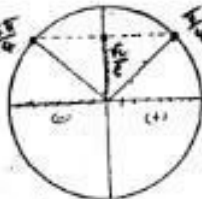
$$t_2 = 6,5 T$$

b) elongation egale a $\frac{4\sqrt{2}}{2} \text{ mm} \Rightarrow y_M(t_2) = \frac{4\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-3}$

$$4 \cdot 10^{-3} \sin\left(\frac{2\pi x_2}{\lambda}\right) = \frac{4\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-3}$$

$$\sin\left(\frac{2\pi x_2}{\lambda}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\text{Avec } \begin{cases} \frac{2\pi x_2}{\lambda} = \frac{\pi}{4} \\ \text{ou} \\ \frac{2\pi x_2}{\lambda} = \frac{3\pi}{4} \end{cases}$$



• en allant dans le sens negatif $\Rightarrow \frac{dy_M(t_2)}{dt} < 0$

$$\frac{dy_M(t_2)}{dt} = \left(\frac{2\pi}{\lambda} \times a\right) \cos\left(\frac{2\pi x_2}{\lambda}\right) < 0$$

$$\text{alors } \cos\left(\frac{2\pi x_2}{\lambda}\right) < 0$$

$$\Rightarrow \frac{2\pi x_2}{\lambda} = \frac{3\pi}{4} + 2k\pi \quad \frac{2x_2}{\lambda} = \frac{3}{4} + 2k$$

$$x_2 = \left(2k + \frac{3}{4}\right) \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{on } x_{MF} = 4,5 \lambda$$

$$\text{alors } 0 \leq x_2 \leq 4,5 \lambda$$

$$0 \leq \left(2k + \frac{3}{4}\right) \frac{\lambda}{2} \leq 4,5 \lambda$$

$$0 \leq 2k + \frac{3}{4} \leq \frac{4,5 \lambda \times 2}{\lambda}$$

$$-\frac{3}{4} \leq 2k \leq 9 - \frac{3}{4}$$

$$k \in \mathbb{Z}$$

$$-0,375 \leq k \leq 4,125$$

• il y a 3 points

k	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
x								

5) a) soit $M_1 \rightarrow x_1 \quad E_{M_1} = E_S - \frac{2\pi x_1}{\lambda} = \pi - \frac{2\pi x_1}{\lambda}$

$M_2 \rightarrow x_2 \quad E_{M_2} = E_S - \frac{2\pi x_2}{\lambda} = \pi - \frac{2\pi x_2}{\lambda}$

M_1 et M_2 vibrent en opposition de phase.

$$\Delta E = (2k+1)\pi$$

$$E_{M_1} - E_{M_2} = \Delta E \Rightarrow -\frac{2\pi x_1}{\lambda} + \frac{2\pi x_2}{\lambda} = (2k+1)\pi$$

$$\frac{2\pi}{\lambda}(x_2 - x_1) = (2k+1)\pi$$

$$\text{condition } x_2 - x_1 = (2k+1) \frac{\lambda}{2}$$

Groupe : Bac Tunisie 2017 "admis nchalah"

b) $N \rightarrow x_N$

x_2 est l'abscisse des points qui vibrent en opposition de phase avec N.

alors $x_2 - x_N = (2k+1) \frac{\lambda}{2}$ Condition

$$x_2 = (2k+1) \frac{\lambda}{2} + x_N$$

$t_3 = 2t_1 \Rightarrow x_{MF}$: point d'onde a l'instant t_3

$$x_{MF} = v t_3$$

$$x_{MF} = v \times 2t_1$$

$$x_{MF} = 2v t_1 \quad \text{avec } v t_1 = x_{MF}$$

$$x_{MF} = 2x_{MF} \quad \text{avec } x_{MF} = 4,5 \lambda$$

$$x_{MF} = 9 \lambda$$

alors $0 \leq x_2 \leq x_{MF}$

$$0 \leq x_2 \leq 9 \lambda$$

$$0 \leq (2k+1) \frac{\lambda}{2} + x_N \leq 9 \lambda$$

$$x_N = 2,25 \lambda$$

$$0 \leq (2k+1) \frac{\lambda}{2} + 2,25 \lambda \leq 9 \lambda$$

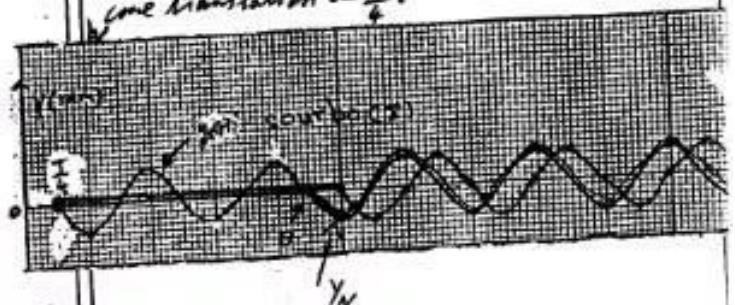
$$0 \leq \left(k + \frac{1}{2}\right) + 2,25 \leq 9$$

$$0 \leq k + 2,75 \leq 9$$

$$-2,75 \leq k \leq 6,25$$

il y a 3 points qui vibrent en opposition de phase avec N.

6) a) la sinusé de la Température de point N fait une translation de $\frac{T}{4}$.



Admin : Saber Gü

Preuve 3:

$$a) \begin{cases} y_H(t, x) = 0 & \text{si } t < 0 \\ y_H(t, x) = a \sin(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda} + \varphi_S) & \text{si } t \geq 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_H(t, x) = 0 & \text{si } t < 0 \\ y_H(t, x) = 3 \cdot 10^{-3} \sin(120\pi t - 2\pi x) & \text{si } t \geq 0 \end{cases}$$

b) On a $\Delta \varphi = \varphi_S - \varphi_H = \frac{2\pi x}{\lambda}$

Π qui vibrent en phase avec S donc $\frac{2\pi x}{\lambda} = 2K\pi$
 $x = K\lambda \quad K \in \mathbb{N}^*$

la corde de longueur $L = 5 \text{ m}$

$$0 < x \leq 5$$

$$0 < K\lambda \leq 5 \quad \lambda = 1 \text{ m}$$

$$0 < K \leq 5 \quad K \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$$

x	1	2	3	4	5
n	1	2	3	4	5

Il y a 5 pts qui vibrent en phase avec S

c'est des pts successifs qui vibrent en phase ^{sont} distants par λ

c) On a $\Delta \varphi = \varphi_S - \varphi_H = \frac{2\pi x}{\lambda}$

Π qui vibrent en opposition de phase donc $\frac{2\pi x}{\lambda} = (2K+1)\pi$

$$x = (2K+1)\frac{\lambda}{2}$$

$$x = (K + \frac{1}{2})\lambda \quad K \in \mathbb{N}$$

la corde de longueur $L = 5 \text{ m}$

$$0 < x \leq 5$$

$$0 < (K + \frac{1}{2})\lambda \leq 5 \Leftrightarrow -\frac{1}{2} < K \leq 5 - \frac{1}{2}$$

$$-0,5 < K \leq 4,5 \quad K \in \{0, 1, 2, 3, 4\}$$

Il y a 5 pts qui vibrent en opposition de phase avec la source S

K	0	1	2	3	4
x	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5

f) Π vibre en quadrature avec S ($\varphi_H \neq \varphi_S$)

$$\Delta \varphi = \varphi_S - \varphi_H = -\frac{\pi}{2} + 2K\pi$$

$$x = (K - \frac{1}{4})\lambda$$

• Π vibrent en quadrature retard avec S ($y_0 < y_s$)

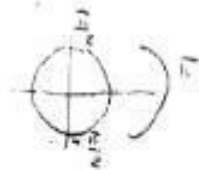
$$\Delta\phi = \phi_s - \phi_n < 0 \Rightarrow \frac{y_s - y_n}{\lambda} = \frac{\pi}{2} + 2K\pi$$

$$\alpha = (K + \frac{1}{4})\lambda$$

• Π vibrent en quadrature avec S

$$\Delta\phi = \phi_s - \phi_n = \frac{\pi}{2} + K\pi$$

$$\alpha = (K + \frac{1}{2})\frac{\lambda}{2}$$

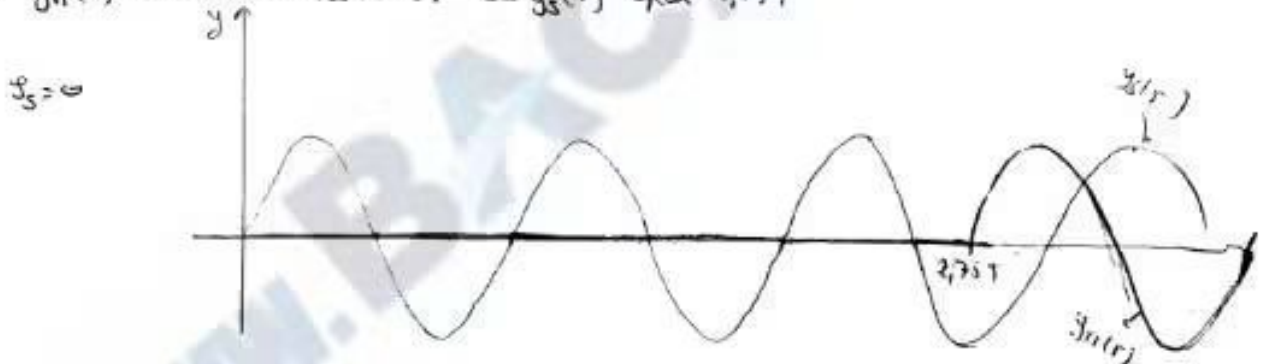


c) $y_s(t)$ et $y_n(t)$ $\Pi \rightarrow \alpha = 2,75m$

$$\frac{\alpha}{\lambda} = \frac{2,75}{1} = 2,75 \Rightarrow \alpha = 2,75\lambda$$

$$\theta = \frac{\alpha}{v} = \frac{2,75\lambda}{v} = \frac{2,75 \cdot vT}{v} \Rightarrow \theta = 2,75T$$

Le pt Π reproduit le même mvtr de la source S après un retard de $\theta = 2,75T$
donc $y_n(t)$ est une translation de $y_s(t)$ par $2,75T$



2a) $t_1 = 0,0416s$

$$\frac{t_1}{T} = \frac{0,0416}{0,0166} = 2,5 \Rightarrow t_1 = 2,5T$$

$$\alpha_F = v t_1$$

$$\alpha_F = v \cdot 2,5T$$

$$\alpha_F = 2,5\lambda$$

$$\frac{L}{\lambda} = \frac{5}{1} = 5 \Rightarrow L = 5\lambda$$

$\alpha_F < L$ les pts de la corde ne sont tous en mvtr.

$$y_n(t, \alpha) = a \sin(\omega t - \frac{2\pi\alpha}{\lambda})$$

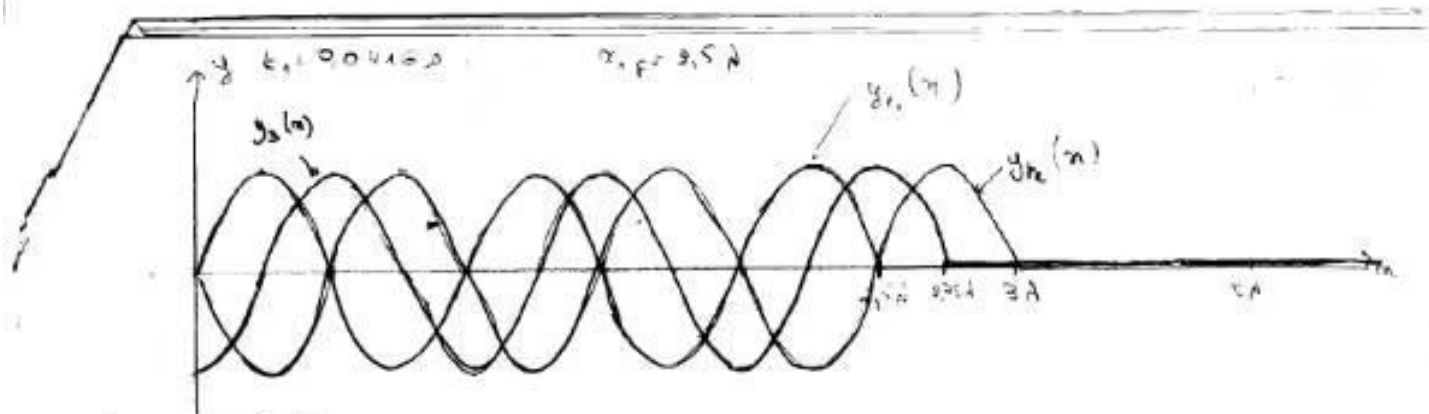
$$t = t_1 \quad y_{n,t_1}(\alpha) = a \sin(\frac{2\pi\alpha}{\lambda} - \omega t_1 + \pi)$$

$$y_{t_1}(m) = a \sin(\frac{2\pi\alpha}{\lambda} - (\frac{2\pi}{T} \cdot 2,5T + \pi)) = 0$$

$$y_{t_1}(\alpha) = a \sin(\frac{2\pi}{\lambda}\alpha)$$

$$y_{t_1}(m) = 0 \quad \text{si } \alpha_F = 2,5\lambda < \alpha \leq 5\lambda \quad m_F < m \leq L$$

$$y_{t_1}(\alpha) = 3 \cdot 10^{-3} \sin(2\pi m) \quad \text{si } m \leq 2,5\lambda$$



* $t_2 = 0,0498 \text{ s}$

$$\frac{t_2}{T} = \frac{0,0498}{0,0166} = 3$$

$$t_2 = 3T$$

$$\alpha_{2F} = v t_2 = v \cdot 3T$$

$$\alpha_{2F} = 3\pi \quad ; \quad \alpha_{2F} < 2\pi \quad \text{les pts de la corde ne sont tous en mvt}$$

$$\alpha_{2F} = \alpha_{1F} + \frac{\pi}{2}$$

α_{2F} est en avance de α_{1F} de $\frac{\pi}{2}$

donc $y_{t_2}(x)$ est une translation de $y_{t_1}(x)$ par $\frac{\lambda}{2}$ $\alpha_F < 2\pi$

* $t_3 = 0,0457 \text{ s}$

$$\frac{t_3}{T} = \frac{0,0457}{0,0166} = 2,75$$

$$t_3 = 2,75T$$

$$\alpha_{3F} = v \cdot 2,75T \quad \alpha_{3F} = 2,75\pi$$

$\alpha_{3F} < 2\pi$ les pts de la corde ne sont pas tous en mvt.

$$\alpha_{3F} = \alpha_{1F} + \frac{\pi}{4}$$

α_{3F} est en avance de α_{1F} par $\frac{\pi}{4}$

donc $y_{t_3}(x)$ est une translation de $y_{t_1}(x)$ par $\frac{\lambda}{4}$

3) Ne? ($N_e > 20 \text{ Hz}$)

La corde paraît immobile lorsque $N_e = \frac{N}{K}$ avec $K \in \mathbb{N}^*$

$$K=1 \quad N_e = \frac{60}{1} = 60 \text{ Hz} > 20$$

$$K=2 \quad N_e = 30 \text{ Hz} > 20$$

$$K=3 \quad N_e = 20 \text{ Hz} \geq 0$$

$$N_e \in \{20, 30, 60\}$$

b) $N_{em} = 60 \text{ Hz}$; il faut augmenter légèrement la fréquence N_{em}

$N_e > \frac{N}{K}$ (mvt naît en s'éloignant de la source sans cesse).

Exercice 2:



1) D'après la courbe

$$\begin{cases} y_A(t) = 0 & \text{si } t < 45 \text{ ms} \\ y_A(t) = a \sin(\omega t - \frac{2\pi \times 45}{T}) & \text{si } t > 45 \text{ ms} \\ y_A(t) = a \sin(\omega t + \varphi_A) \end{cases}$$

$$\text{à } t = 45 \text{ ms} \quad y_A = 0$$

$$a \sin(\omega t + \varphi_A) = 0 \Leftrightarrow \sin(\omega t + \varphi_A) = 0$$

$$\begin{cases} \omega t + \varphi_A = 0 \\ \text{ou} \\ \omega t + \varphi_A = \pi \end{cases}$$

$$\frac{dy_A(t=45\text{ms})}{dt} = a\omega \cos(\omega t + \varphi_A) > 0 \quad (\text{La courbe est } \nearrow \text{ au } V(45\text{ms}))$$

$$\cos \omega t + \varphi_A > 0 \quad \text{donc} \quad \omega t + \varphi_A = 0$$

$$\varphi_A = -\omega t \quad \text{à } t = 45 \text{ ms}$$

$$\begin{cases} \frac{t}{T} = \frac{45}{20} = 2,25 \text{ ms} \\ t = 2,25 T \end{cases}$$

$$\varphi_A = -\frac{2\pi}{T} \times 2,25 T = -4,5\pi = -\frac{\pi}{2}$$

$$\text{donc } y_A(t) = 0 \quad \text{si } t < 45 \text{ ms}$$

$$y_A(t) = 2 \cdot 10^{-3} \sin(0,1\pi t - \frac{\pi}{2}) \quad \text{si } t > 45 \text{ ms}$$

2) Dt = 50 ms

a) a) Dt > 45 ms donc l'origine du temps ne coïncide pas avec le début du mouvement de S'

$$a_2) Dt = t_A - t_B = 50 \text{ ms} \quad t_B = t_A - 50 = 45 - 50 = -5 \text{ ms}$$

b) $\varphi_s = \frac{\pi}{2} \text{ rad} ?$

D'après le principe de propagation, la onde

$$y_{\text{rec}} = y_s(t - \Delta t)$$

$$\text{donc } y_s(r) = y_a(t + \Delta t)$$

$$\text{donc } y_s(r) = a \sin(\omega(t + \Delta t) - \frac{\pi}{2})$$

$$y_s(r) = a \sin(\omega t + \underbrace{\omega \Delta t}_{\varphi_s} - \frac{\pi}{2})$$

$$\varphi_s = \omega \Delta t - \frac{\pi}{2}$$

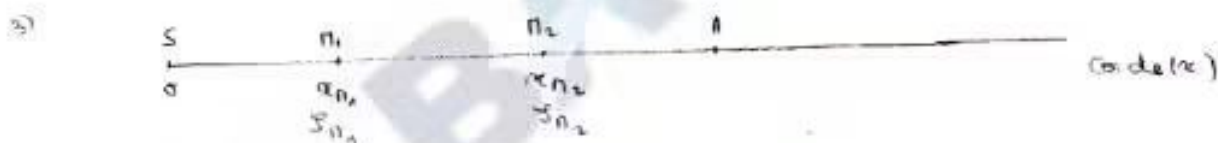
$$\Delta t = 50 \text{ ms} \quad \frac{\Delta t}{T} = \frac{50}{20} = 2,5 \quad \Delta t = 2,5 T$$

$$\varphi_s = \frac{2\pi}{T} \times 2,5 T - \frac{\pi}{2}$$

$$\varphi_s = \frac{\pi}{2} \text{ rad.}$$

$$y_s(r) = 2 \cdot 10^{-3} \sin(0,1 \pi t + \frac{\pi}{2})$$

b2) $t_0 = 5 \text{ ms} \rightarrow t_1 = 65 \text{ ms}$



$$\Delta \varphi = \varphi_{n_2} - \varphi_{n_1} = \phi(x_{n_1}, x_{n_2}, \lambda)$$

$$\text{On a } \varphi_{n_1} = -\frac{2\pi x_{n_1}}{\lambda} + \varphi_s$$

$$\varphi_{n_2} = -\frac{2\pi x_{n_2}}{\lambda} + \varphi_s$$

$$\varphi_{n_2} = -\frac{2\pi x_{n_2}}{\lambda} + \varphi_s$$

$$\Delta \varphi = \frac{2\pi x_{n_1}}{\lambda} - \frac{2\pi x_{n_2}}{\lambda}$$

$$\Delta \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} (x_{n_2} - x_{n_1})$$

b) π_1 et π_2 vibrent en opposition de phase

$$\Delta \varphi = \varphi_{n_1} - \varphi_{n_2} = (2K+1)\pi$$

$$\frac{2\pi}{\lambda} (x_{n_2} - x_{n_1}) = (2K+1)\pi$$

$$x_{n_2} - x_{n_1} = (2K+1) \frac{\lambda}{2}$$

c) $d_{\min} = 10 \text{ cm} \quad d = x_{n_2} - x_{n_1}$

$d_{\min}$ lorsque $K=0$

$$d_{\min} = \frac{\lambda}{2} \Leftrightarrow \lambda = 2 \cdot d_{\min} = 2 \times 10 = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Ena } \lambda = V \cdot T \Leftrightarrow V = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,2}{20 \cdot 10^{-3}} = 10 \text{ m/s}$$

4a)



$$y_{t_1}(x)$$

$$t_1 = 65 \text{ ms}$$

$$\begin{cases} y_{t_1}(x) = 0 & \text{si } x > x_F \\ y_{t_1}(x) = a \sin\left(\omega t_1 - \frac{2\pi x}{\lambda} + \varphi_s\right) & \text{si } x \leq x_F \end{cases}$$

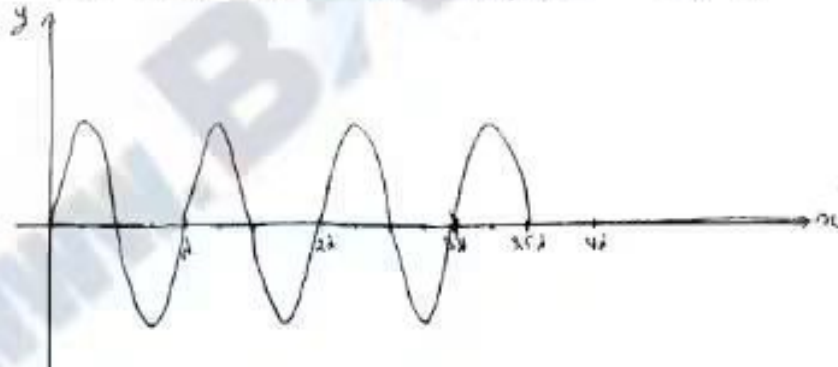
$$\begin{cases} y_{t_2}(x) = 0 & \text{si } x > x_F \\ y_{t_2}(x) = a \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} x - \omega t_2 - \varphi_s + \pi\right) & \text{si } x \leq x_F \end{cases}$$

$\frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi T}{\lambda} = \frac{2\pi}{0,2} = 10\pi$ $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{20 \cdot 10^{-3}} = 100\pi$ $\varphi_s = -3,5\pi + \frac{\pi}{2} + \pi$

$$\begin{cases} y_{t_2}(x) = 0 & \text{si } x > x_F \\ y_{t_2}(x) = 2 \cdot 10^{-3} \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} x\right) & \text{si } x \leq x_F \end{cases}$$

b) $x_F = V \Delta t = V(t_2 - t_1) = 10(65 + 5) \cdot 10^{-3} = 0,7 \text{ m}$

c)



$$\Leftrightarrow \frac{x_F}{\lambda} = \frac{0,7}{0,2} \Rightarrow x_F = 3,5 \lambda$$

physique

Exercice N°4:

$$t_2 - t_1 = 10^{-4}$$

1) a) $a = 0,005 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ d'après les courbes
 $\lambda = 0,2 \text{ m}$

b) $V = 5 \text{ m s}^{-1}$?

$x_{1F} = 0,4 \text{ m}$ (figure 1)

$x_{2F} = 0,45$ ($x_{2F} = 0,4 + \frac{a}{4}$ figure 2)

on $x_{1F} = V t_1$

$x_{2F} = V t_2$

$x_{2F} - x_{1F} = V t_2 - V t_1 = V (t_2 - t_1)$

$V = \frac{x_{2F} - x_{1F}}{t_2 - t_1} = \frac{0,45 - 0,4}{10^{-4}} = 5 \text{ m s}^{-1}$

c) on $\lambda = V T = \frac{V}{N} \Rightarrow N = \frac{V}{\lambda} = \frac{5}{0,2}$
 $N = 25 \text{ Hz}$

2)

$x_{1F} = V t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{x_{1F}}{V} = \frac{0,4}{5} = 0,08 \text{ s}$

$x_{2F} = V t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{x_{2F}}{V} = \frac{0,45}{5} = 0,09 \text{ s}$

3) A $\rightarrow$ source

$y_A(t) = a \sin(\omega t + \epsilon_s)$ $\epsilon_s = \epsilon_A$

$a = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ $\omega = 2\pi N = 2\pi \times 25 = 50\pi \text{ rad s}^{-1}$

$\epsilon_s = ?$

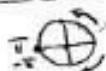
1^{re} méthode (figure 1)

$y_M(t_1) = a \sin(\omega t_1 + \epsilon_s - \frac{2\pi x_1}{\lambda})$
 $= a \sin(\frac{2\pi x_1}{\lambda} - \omega t_1 - \epsilon_s + \pi)$

$\epsilon_M = -\omega t_1 - \epsilon_s + \pi$
 $= -\frac{2\pi}{T} \times 0,08 - \epsilon_s + \pi$
 $= -4\pi - \epsilon_s + \pi$
 $= -3\pi - \epsilon_s$
 $\epsilon_M = -\pi - \epsilon_s$

$\epsilon_M = 0$ (d'après figure 1)

$-\pi - \epsilon_s = 0 \Rightarrow \epsilon_s = -\pi \Rightarrow \boxed{\epsilon_s = \pi}$



2^{de} méthode

Groupe : Bac Tunisie 2017 "admis nchalah"

$y_M(t_1) = a \sin(\frac{2\pi x_1}{\lambda} - \epsilon_s - \omega t_1 + \pi)$

$\epsilon_M = -\epsilon_s - \omega t_1 + \pi$

$\epsilon_M = -\epsilon_s - \frac{2\pi}{T} \times 0,08 + \pi$

$\epsilon_M = -\epsilon_s - 4,5\pi + \pi$

$\epsilon_M = -\epsilon_s - \frac{\pi}{2} + \pi$

$\epsilon_M = -\epsilon_s + \frac{\pi}{2}$

$\epsilon_M = -\frac{\pi}{2}$ (d'après la figure 2)

$-\epsilon_s + \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{2}$

$-\epsilon_s = -\pi \Rightarrow \boxed{\epsilon_s = \pi}$

$y_A(t) = 5 \cdot 10^{-3} \sin(50\pi t + \pi)$

4) a) $\begin{cases} y_M(t) = 0 & \text{si } t < 0 \\ y_M(t) = a \sin(\omega t + \epsilon_s - \frac{2\pi x_1}{\lambda}) & \text{si } t \geq 0 \end{cases}$

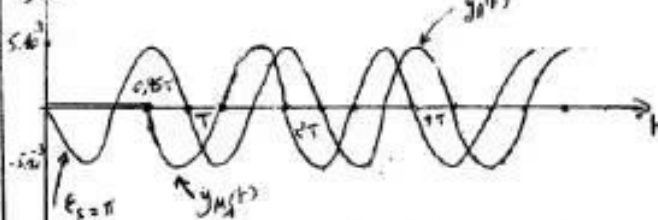
$\frac{x_1}{\lambda} = \frac{0,15}{0,2} = 0,75 \Rightarrow x_1 = 0,75 \lambda \Rightarrow \begin{cases} \theta = \frac{2\pi}{\lambda} x_1 \\ \theta = 0,75 \pi \end{cases}$

$y_M(t) = a \sin(\omega t + \pi - \frac{2\pi \times 0,75 \lambda}{\lambda})$

$y_M(t_1) = a \sin(\omega t_1 + \pi - 1,5\pi)$
 $= a \sin(\omega t_1 - \frac{\pi}{2})$

$\begin{cases} y_M(t) = 0 & \text{si } t > 0,75 \text{ s} \\ y_M(t) = 5 \cdot 10^{-3} \sin(50\pi t - \frac{\pi}{2}) & \text{si } t \leq 0,75 \text{ s} \end{cases}$

b) on



Le point M_2 reproduit le même mouvement de source ($y_{A(t)}$) avec un retard $\theta = 0,75 \text{ s}$ donc $y_{M_2}(t)$ est une translation de $y_A(t)$ par $0,75 \text{ s}$.

5) $t = 9 \cdot 10^{-2} = 0,09 \text{ s}$ (compte 1)

donc $x_F = 0,45 \text{ m}$

$\Delta \epsilon = \epsilon_s - \epsilon_M = \frac{2\pi x_1}{\lambda}$

M valeur en quadrature de phase devant s

donc $\frac{2\pi x_1}{\lambda} = \frac{\pi}{2} + k\pi$

Admin : Saber Gü

$$\lambda_F = 2,25 \times 0,2 = 0,45 \text{ m} \quad \lambda_F < L$$

$$\text{donc } a \neq 3 \cdot 10^{-2}$$

$$0 < x \leq 0,25d$$

$$0 \leq (k + \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{2} \leq 2,25d$$

$$0 < k + \frac{1}{2} \leq 4,5$$

$$-0,5 < k \leq 4 \quad k \in \mathbb{Z}$$

$$k = \{0, 1, 2, 3, 4\}$$

donc il y'a 4 points qui vibrent en phase avec la source à $t = 3 \cdot 10^{-2} \text{ s}$

leur position

k	0	1	2	3	4
x	$\frac{d}{4}$	$\frac{3}{4}d$	$\frac{5}{4}d$	$\frac{7}{4}d$	$\frac{9}{4}d$

$$6) \lambda_F = 9 \cdot 10^{-2} \text{ m} \quad \lambda_F = 2,25d$$

$$(t_2 = 2,25T) \quad (\lambda_F < L)$$

$$y_M(t_1) = a \sin(\omega t_1 + \varepsilon_s - \frac{2\pi x}{\lambda}) \quad \varepsilon_s = \pi$$

$$\begin{aligned} y_M(t_2) &= a \sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda} - \omega t_2 - \pi\right) \\ &= a \sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{2\pi}{T} \times 2,25T - \pi\right) \\ &= a \sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda} - 4,5\pi - \pi\right) \\ &= a \sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{\pi}{2} - \pi\right) \\ &= a \sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{3\pi}{2}\right) \quad -\frac{3\pi}{2} = \frac{\pi}{2} \\ &= a \sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \end{aligned}$$

$$\text{donc on a } y_M(t_2) = \frac{a}{2} \Rightarrow y_M(t_2) = \frac{a}{2}$$

$$a \sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{a}{2}$$

$$\sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{1}{2}$$

$$\begin{cases} \frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{6} + 2k\pi \\ \frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{2} = \frac{5\pi}{6} + 2k\pi \end{cases}$$

$$\times \frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{6} + 2k\pi$$

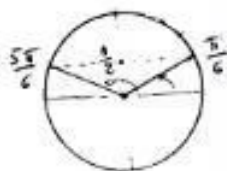
$$\frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{2} + 2k\pi$$

$$\frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{\pi}{6} - \frac{3\pi}{6} + 2k\pi$$

$$\frac{2\pi x}{\lambda} = -\frac{2\pi}{6} + 2k\pi$$

$$\frac{2x}{\lambda} = -\frac{1}{3} + 2k$$

Groupe : Bac Tunisie 2017 "admis n'chalah"



$$x = (2k - \frac{1}{3}) \frac{\lambda}{2}$$

$$x = (k - \frac{1}{6}) \lambda$$

$$\text{donc } 0 < x \leq 2,25d$$

$$0 < (k - \frac{1}{6}) \lambda \leq 2,25d$$

$$0 < k - \frac{1}{6} \leq 2,25$$

$$0,16 \leq k \leq 2,41 \quad k \in \mathbb{Z}$$

$$k = \{1, 2\} \text{ il y'a 2 points}$$

$$\times \frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{2} = \frac{5\pi}{6} + 2k\pi$$

$$\frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{5\pi}{6} - \frac{\pi}{2} + 2k\pi$$

$$\frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{2\pi}{6} + 2k\pi$$

$$\frac{2x}{\lambda} = \frac{1}{3} + 2k$$

$$x = (2k + \frac{1}{3}) \frac{\lambda}{2}$$

$$x = (k + \frac{1}{6}) \lambda$$

$$0 < x \leq 2,25d$$

$$0 < (k + \frac{1}{6}) \lambda \leq 2,25d$$

$$0 < k + \frac{1}{6} \leq 2,25$$

$$-0,16 < k \leq 2,08 \quad k \in \mathbb{Z}$$

$$k \in \{0, 1, 2\} \text{ il y'a 3 points}$$

donc il y'a 3 points qui vibrent avec amplitude $\frac{a}{2}$ à $t = 9 \cdot 10^{-2} \text{ s}$

Admin : Saber Gu

Yedes Rached

Exercice n° 5: $y_s(t) = a \sin(\omega t)$

- 1) a) empêcher la réflexion de l'onde
b) $\lambda/2$ (voir cours)

2) éliminer (voir question 1) dans le cas)

$$\begin{cases} y_M(t, x) = 0 & \text{si } t < 0 \\ y_M(t, x) = a \sin(\omega t - \frac{v x}{d}) & \text{si } t \geq 0 \end{cases} \quad \begin{cases} t_s = 0 \\ x = d \end{cases}$$

phase constante $\Rightarrow E_M = -\frac{e \epsilon d}{d}$

3) $d = 30 \text{ cm}$

a) $t_1 = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$ (délai)

$t_2 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$ (à l'infini)

b) $V = \frac{d}{\Delta t} = \frac{SA}{t_2 - t_1} = \frac{30 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{-2} - 1,5 \cdot 10^{-2}} = 20 \text{ m.s}^{-1}$

c) $d = VT \quad T = 1 \cdot 10^{-2} = 10^{-2} \text{ s (onde)}$

$$d = 20 \times 10^{-2} \quad (d = 0,2 \text{ m})$$

d) $y_M(t) = y_s(t - \theta)$

$y_M(t)$ reproduit le même MVT de S après un retard $\theta = t_1 = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$. ($\theta = 1,5T$)

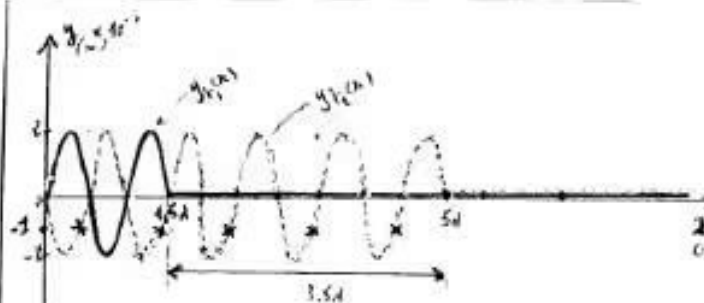
donc $y_M(t)$ est une translation de $y_s(t)$ par $1,5T$.

4) $\frac{t_2}{T} = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{10^{-2}} = 5 \Rightarrow \boxed{t_2 = 5T}$
 $x_F = V t_2 = V \times 5T$
 $\boxed{x_F = 1,5d}$

$$\begin{cases} y_F(x) = 0 & \text{si } x > x_F \\ y_F(x) = a \sin(\omega t_1 - \frac{v x}{d}) & \text{si } x \leq x_F \end{cases}$$

$$\begin{aligned} y_F(x) &= a \sin(\frac{2\pi}{T} x - \omega t_1 + \pi) \\ &= a \sin(\frac{2\pi}{T} x - \frac{2\pi}{T} \times 1,5T + \pi) \\ &= a \sin(\frac{2\pi}{T} x - 2\pi) \\ &= a \sin(\frac{2\pi}{T} x) \end{aligned}$$

$$\begin{cases} y_F(x) = 0 & \text{si } x > 1,5d \\ y_F(x) = 2 \cdot 10^{-4} \sin(\frac{1\pi}{d} x) & \text{si } x \leq 1,5d \end{cases}$$



$$\bullet \frac{t_2}{T} = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{10^{-2}} = 5 \quad \boxed{t_2 = 5T}$$

$$\Rightarrow \boxed{x_F = 5d}$$

$$x_F = x_{1F} + 3,5d$$

x_F est en avance de $3,5d$ par rapport à x_1 , donc $y_{12}(x)$ est une translation de $y_1(x)$ par $3,5d$

5) a) $\Delta \epsilon = \epsilon_k - \epsilon_n = \frac{\pi}{2} + k\pi$

$$\frac{2\pi n}{\lambda} = \frac{\pi}{2} + k\pi$$

$$\frac{2\pi}{\lambda} = \frac{1}{2} + k \quad \epsilon_n = (k + \frac{1}{2})d$$

$$\boxed{n = (k + \frac{1}{2}) \frac{d}{2}}$$

à l'infini (réserve)

b) $y = -1 \text{ mm} = -10^{-3} \text{ m}$

il y a 5 points (voir cours)