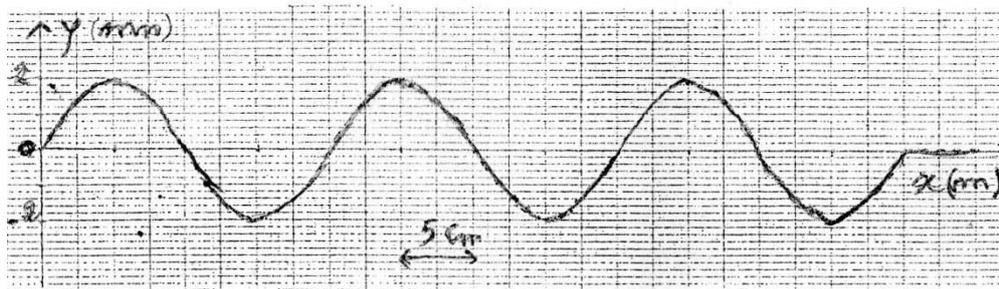


Exercice N°1

Une corde élastique, **homogène** et de longueur $L = SA = 1\text{m}$, est tendue **horizontalement** entre l'extrémité libre **S** d'une lame vibrante et un point **A** où se trouve un dispositif qui absorbe l'énergie.

Lorsque la lame vibre, Le point **S** effectue un **mouvement rectiligne sinusoïdal vertical** d'amplitude a et de fréquence N . La corde est le siège d'une onde qui se propage **sans amortissement ni réflexion** avec une célérité $V = 20 \text{ m.s}^{-1}$.

- 1- quel est l'**aspect de la corde** éclairée par une lumière ordinaire ? Interpréter brièvement cet aspect.
- 2- le mouvement de **S** commence à l'instant de date $t=0\text{s}$ à partir de sa **position d'équilibre**. A la date t_1 , l'aspect de la corde est schématisé sur la **figure suivante** :



- a- Déterminer la longueur d'onde λ , a , N et t_1 .
 - b- Sachant que $y_s(t) = a \sin(2\pi Nt + \varphi_s)$, établir l'**équation horaire** du mouvement d'un point **M** de la corde d'abscisse $x = SM$ et montrer que $\varphi_s = \pi \text{ rad}$.
- 3- Soit **B** un point de la corde d'abscisse $x_B = 0,35 \text{ m}$.
- a- **Représenter** le diagramme de mouvement du point **B**. Déduire **en le justifiant** la réponse, la représentation de celui de la source **S**.
 - b- Etablir la **relation** entre l'**élongation** y_B et la **vitesse** V_B . Déduire les valeurs de V_s lorsque $y_B = \frac{1}{2} a$.
 - c- Déterminer à la date $t_2 = 0,06\text{s}$, les **abscisses** des points de la corde ayant l'**élongation** $y = -1\text{mm}$ en allant dans le **sens positif**.
- 4- On éclaire la corde à l'aide d'un stroboscope qui émet des éclairs de fréquence N_e réglables. Qu'observe-t-on lorsque N_e vaut **successivement 50Hz et 24,9Hz** ? **Justifier**

Exercice N° 2

Une pointe provoque au point **S** de la **surface libre** d'un liquide au repos une **onde sinusoïdale**. L'équation horaire de **S** est : $y_s(t) = 2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin(100\pi t + \pi) \forall t \geq 0$.

L'onde se propage à la surface de liquide **sans amortissement ni réflexion**.

- 1- Etablir l'**équation horaire** du mouvement d'un point **M** de la surface du liquide situé à une distance $r = SM$.
- 2- On observe à l'aide d'un stroboscope de fréquence N_e , la surface de l'eau.
 - a- Décrire l'**aspect** observé pour une fréquence $N_e = 25\text{Hz}$.
 - b- La **distance** entre la 4^{ème} et la 9^{ème} ride de **même nature** est égale à **30mm**.

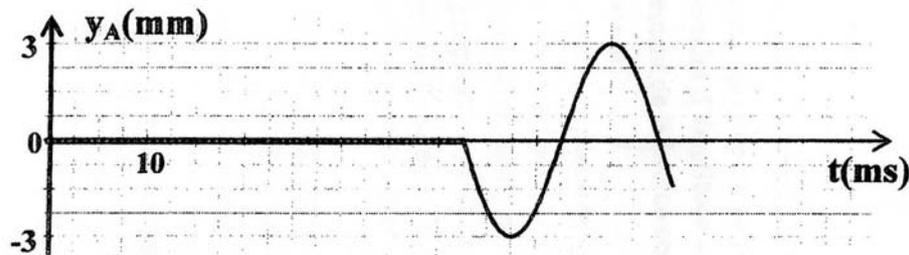
Calculer la célérité V de l'onde.

- c- **Comparer** le mouvement d'un point M , situé à une distance $r_1=13,5\text{mm}$ de S à celui de la source.
- 3-
- a- Représenter le **diagramme du mouvement** du point M_1 .
- b- Donner l'**élongation** et la vitesse de point M_1 à la date $t_1=0,04\text{s}$.
- c- A quelles dates, M_1 se trouve-t-il au **sommet** d'une **crête** ?
- 4-
- a- Représenter une coupe de la surface du liquide par un **plan vertical** passant par S à la date $t_2=50\text{ms}$.
- b- Trouver les lieux géométriques des points de la surface du liquide ayant une **élongation nulle** et une **vitesse négative** à la date t_2 . **Représenter** ces points
- 5- On ramène la fréquence de la pointe à la valeur $N'=100\text{Hz}$. On constate que la **distance** entre **deux crêtes successives** de la surface du liquide devient égale à **3,1mm**.
- a- Calculer la célérité V' de l'onde.
- b- Que peut-on **conclure** quant à la **nature** du milieu ?

Exercice N° 3

L'extrémité S d'une onde **horizontale tendue**, de longueur $L=1,32\text{m}$, est liée à un vibreur en **mouvement sinusoïdal** de fréquence N . Une onde **progressive** se propage alors le long de la corde avec une célérité V . On prendra l'origine des temps, l'instant où le point S commence à vibrer avec un mouvement **d'équation horaire** : d'équation $y_s(t)=a \sin(\omega t + \varphi_s)$, avec $a=3\text{mm}$

- 1- Etablir l'**équation horaire** du mouvement d'un point M situé à une **distance** $x=SM$ de S .
- 2- La **courbe suivante** représente la **sinusoïde** des temps d'un point A de la corde tel que $SA=x_A$.



Déduire de **cette courbe** :

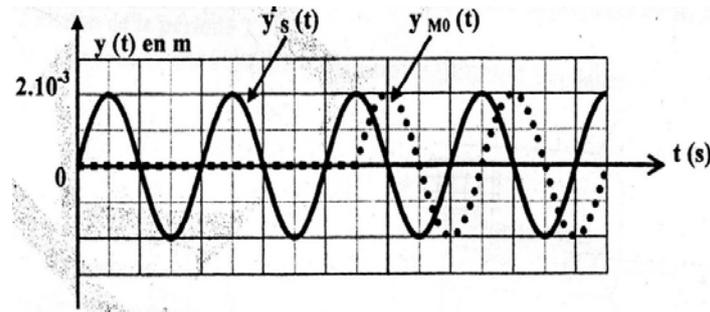
- a- La valeur de la fréquence N du vibreur, et la date t_A du **début du mouvement** du point A .
- b- La **relation** entre x_A et la longueur d'onde λ .
- c- La phase initiale φ_A de $y_A(t)$. Calculer φ_s .
- 3- Le point B , situé à **90cm** de S et le point le **plus proche** de A qui vibre en **quadrature avance** **dephase avec le point A** précédent.
- a- Déterminer **en fonction** de λ , les positions $x=SM$, des points M vibrant en **quadrature dephase** par rapport au point A .
- b- Montrer que $\lambda=48\text{cm}$ et déduire la **célérité** v de l'onde.
- 4-
- a- **Etablir** l'équation de la sinusoïde des espaces à la date $t_1=4 \cdot 10^{-2}\text{s}$. représenter l'aspect de la corde à cette date
- b- Calculer à **cette date**, les vitesses des points A et B .

Exercice N° 4

Une lame vibrante est animée d'un mouvement **rectiligne sinusoïdale** de fréquence $N=50\text{Hz}$.

Elle est munie d'une ponte qui frappe **verticalement** une nappe d'eau en un point **S** d'où la création des **rides circulaires** d'amplitude a qui se propagent à la célérité $v=0,5\text{ms}^{-1}$. On **néglige l'amortissement et la réflexion** des ondes.

S débute son mouvement à $t=0\text{s}$. Le **diagramme** de la figure ci-dessous représente le mouvement de **S** et celui d'un point M_0 situé à une distance x_0 de la source **S** en **fonction du temps**.



1-

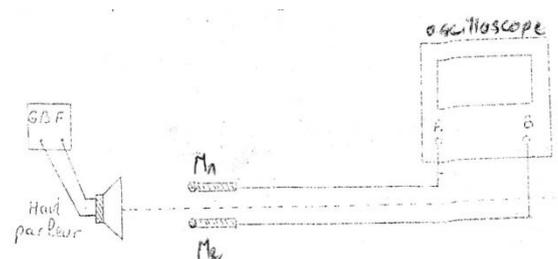
- Déterminer la valeur de la **distance x_0** du point M_0 .
- Calculer la valeur de la **longueur d'onde λ** .
- Etablir l'**équation horaire** du mouvement du point **S**. En déduire celle de M_0 .
Comparer les mouvements de **S** et de M_0 .

2-

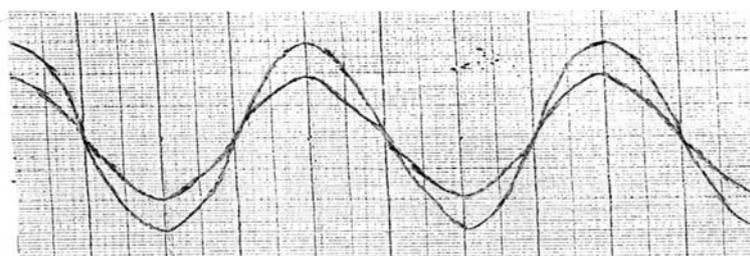
- Représenter **graphiquement** la **coupe** de la **surface d'eau** par un plan vertical passant par **S** à l'instant de date $t_1=0.05\text{s}$.
- En déduire, à cette date t_1 la **position** des points **M** de la surface de l'eau vibrant **en opposition de phase** par rapport à M_0 .

Exercice N° 5

Pour mesurer la vitesse du son émis par un haut-parleur à la température de sortie on réalise une expérience dont le **montage** est schématisé sur la figure (1).



Les **courbes** observées sur l'écran de l'oscilloscope sont représentés sur la **figure (2)**.



Les deux voies de l'oscilloscope **ne sont pas réglées sur la même sensibilité verticale**.

- 1-
 - a- Quelle est la **nature de l'onde sonore** émise par le haut-parleur ?
 - b- Cette onde sonore est dite **longitudinale**. **Expliquer** cette appellation.
 - c- La fréquence de l'onde sonore émise par le haut-parleur est $N=222\text{Hz}$.
Déterminer la **sensibilité horizontale** en ms.div^{-1} .
- 2- Les **courbes observées** sur l'écran de l'oscilloscope sont **en phase**. On laisse le **microphone** M_1 en place et on déplace **lentement** et **parallèlement** à l'axe du haut-parleur le **microphone** M_2 jusqu'à ce que les **deux courbes deviennent en phase** pour la **deuxième fois**. La **distance** qui sépare les **deux microphones** dans cette nouvelle position est $d_1=3,06\text{m}$.
 - a- Définir la **longueur d'onde**.
 - b- Que représente alors la **distance** d_1 dans cette expérience ? **Justifier**
 - c- Calculer la **vitesse de propagation** du son dans l'air.

Exercice N° 6

Deux microphones **A** et **B**, distants de **d**, sont placés dans l'axe d'un **haut-parleur** émettant un son **sinusoïdal** de fréquence N_2 (Figure 3).

Les microphones **A** et **B** sont connectés respectivement aux **voies 1** et **2** d'un oscilloscope dont les **deux voies** sont réglées sur les **mêmes sensibilités verticales**.

La **sensibilité horizontale** est : $100 \mu\text{s.div}^{-1}$.

- 1- Indiquer la **voie** correspondant à chaque courbe de l'oscillogramme de la **figure 4**. **Justifier** la réponse
- 2- Déterminer la **fréquence** N_1 .
- 3-
 - a- Sachant que $d=27,2\text{cm}$ est la **distance minimale** entre les **deux microphones** pour laquelle on a deux courbes **en phase**, déterminer la **longueur d'onde** λ de l'onde sonore.
 - b- Endéduire la **célérité** v du son dans l'air.
- 4- **Sans déplacer** le dispositif, on **modifie** la fréquence du son.

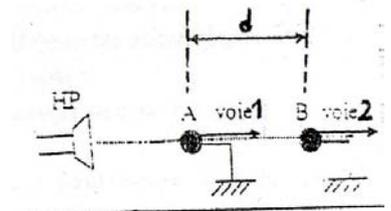


Figure-3-

La nouvelle valeur de la fréquence est $N_2 = \frac{N_1}{2}$.

Représenter les courbes observées sur l'écran de l'oscilloscope de la **figure 5**. **Justifier**

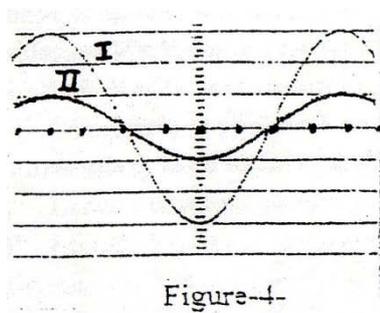


Figure-4-

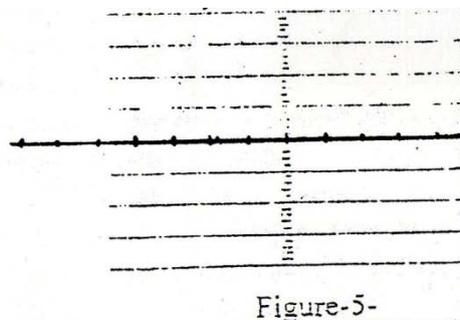


Figure-5-