

Exercice 1

A l'extrémité S d'une lame vibrante à la fréquence N, on fixe l'une des extrémités d'une corde élastique de longueur L, l'autre extrémité étant fixée à un solide de masse M= 50g qui plonge dans un liquide pour empêcher les phénomènes des réflexions des ondes. Au cours de cette étude on néglige les amortissements. Sur la figure ci dessous on donne les graphes suivants:

1-/ La courbe A représente la variation de l'élongation d'un point M₁ de la corde d'abscisse x₁, en fonction du temps. déduire à partir de cette courbe:

- La fréquence N de la lame vibrante.
- L'équation donnant la variation de l'élongation du point M₁ en fonction du temps, sachant que S débute son mouvement à l'origine des dates t= 0s.
- Le retard temporel mis par l'onde pour atteindre le point M₁.
- L'équation donnant la variation de l'élongation du point S en fonction du temps

2-/ La courbe B représente l'aspect de la corde à une date t₁. Déterminer:

- La longueur d'onde λ. Déduire la célérité de l'onde.
- La masse linéique μ de la corde. On donne l'expression de la célérité d'une onde le long d'une

corde élastique $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ avec T : tension de la corde et $\mu = \frac{\text{masse de la corde}}{\text{longueur de la corde}}$.

- La date t₁.
- L'aspect de la corde à la date t₂ = t₁+0,5T. (on suppose qu'à la date t₂ l'onde n'as pas encore atteint l'extrémité de la corde).
- L'abscisse x₁ du point M₁.

3-/ Pour observer l'aspect de la corde à la date t₁ on utilise un stroboscope dont les fréquences des éclaires varient de 20 à 240 Hz. Déterminer les fréquences du stroboscope qui peuvent donner l'immobilité apparente observée à la date t₁.

4-/ Déterminer à la date t₁ le nombre et les positions des points ayant une vitesse de valeur algébrique positive et une élongation de 2 mm:

- Par calcul.
- A partir de l'une des courbes.

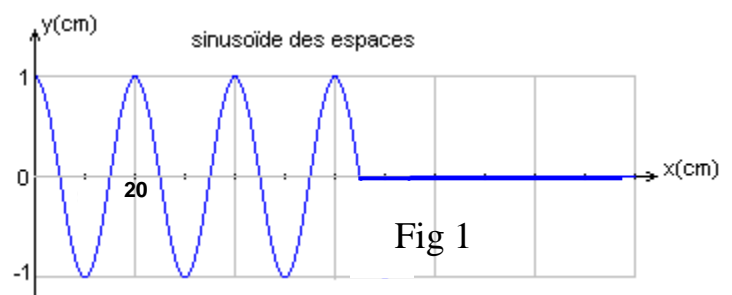
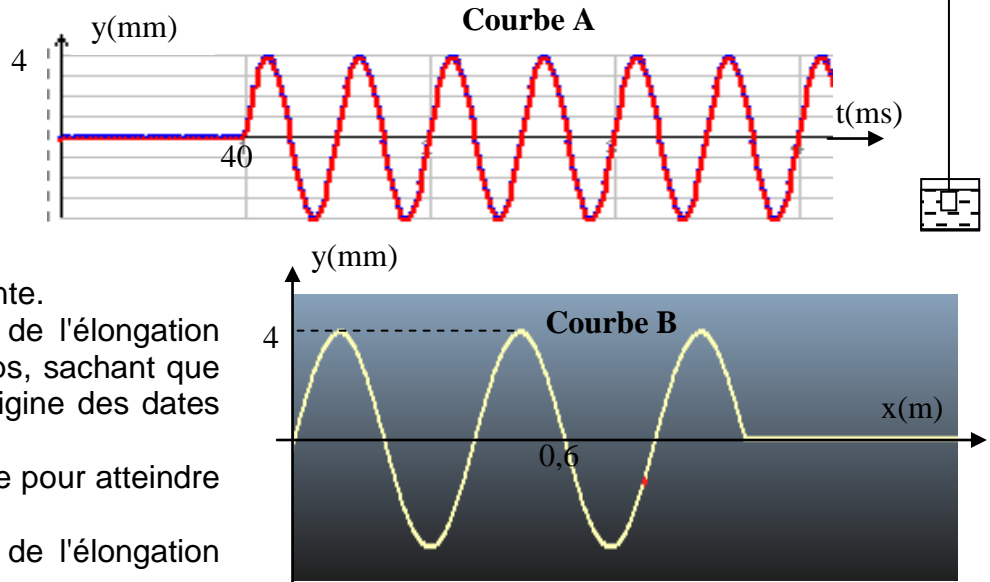
5-/Déterminer à la date t₁, par calcul et à partir de l'une des courbes, le nombre et les positions des points de la corde qui vibrent en quadrature retard de phase par rapport à un point M₂ d'abscisse x₂=20 cm.

EXERCICE 2

I/ L'extrémité O d'une corde élastique horizontale OA tendue de longueur L=1,20m est animée d'un mouvement rectiligne sinusoïdal. Son élongation mesurée à partir de sa position d'équilibre est $y_O(t)=a.\sin(\omega t+\varphi_0)$.

1°/ L'aspect de la corde à l'instant t₁=0,0325 s est représenté sur la figure ci-dessous :

En exploitant la courbe ci-contre, déterminer :



Lycée Majel BelAbbes	Série d'exercices	Classe : 4Tech
Prof : Bouazizi Jilani	Ondes mécaniques progressives	2013/2014

a- La longueur d'onde λ .

b- La célérité de propagation de l'onde le long de la corde.

c- La fréquence N des vibrations.

2°/ Soit un point M de la corde, d'abscisse x par rapport à la source O . En appliquant le principe de propagation, écrire l'équation horaire du mouvement du point M .

3°/ a- Déterminer la phase initiale φ_0 de la source O

b- Représenter sur le même graphique l'élongation $y_0(t)$ et l'élongation $y_N(t)$ d'un point N situé au repos à l'abscisse $x_N = 35$ cm de la source O .

c- Comparer l'état vibratoire des points N et O .

4°/ Déterminer le nombre et les abscisses des points de la corde vibrant en quadrature avance de phase par rapport à la source O à l'instant de date t_1 , indiquer leurs positions sur le graphe de la figure 1.

5°/ Représenter sur le même graphe de la figure 1 l'aspect de la corde à l'instant $t_2 = 0,0375$ s.

II/ Une lame vibrante munie d'une pointe produit, en un point S de la surface libre d'un liquide au repos, des vibrations sinusoïdales tel que $y_s(t) = 2 \cdot 10^{-3} \sin(50\pi \cdot t + \pi)$, pour $t \geq 0$, est l'élongation de la source S par rapport à l'axe (Oy) orienté positivement vers le haut. La source S commence à vibrer à l'instant $t = 0$ seconde.

On néglige toute atténuation de l'amplitude et toute réflexion de l'onde issue de S , d'autre part on suppose que la profondeur de l'eau est suffisamment grande devant l'amplitude des vibrations.

1°/ a- Décrire l'aspect de la surface libre du liquide observée

* en lumière ordinaire.

* en lumière stroboscopique.

b- Expliquer brièvement pourquoi cet aspect est-il particulièrement plus net au voisinage de S .

c- On éclaire la surface de l'eau en lumière stroboscopique telle que $N_e = N = 25$ Hz, on obtient la figure ci-contre. La mesure de la distance entre les deux points A et B appartenant chacune à une crête est $d = 24$ mm. Déduire la valeur de la longueur d'onde λ ? Calculer la célérité de l'onde.

2°/ Tracer, en précisant l'échelle adoptée, une coupe de la surface du liquide par un plan vertical passant par S à la date $t_1 = 18 \cdot 10^{-2}$ s.

3°/ Déterminer l'ensemble des points de la surface de l'eau qui vibrent en quadrature retard par rapport à la source S à l'instant t_1 .

Exercice n° 3

Une pointe vibrante communique à un point S d'une nappe d'eau homogène, initialement au repos et assez étendue, des ébranlements sinusoïdaux. Une onde transversale de longueur λ se propage alors, supposée sans amortissement, à la surface de l'eau avec la célérité $v = 25 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$. Le mouvement de S débute à la date $t = 0$ s, à partir de sa position de repos prise comme origine des élongations y comptées positivement vers le haut.

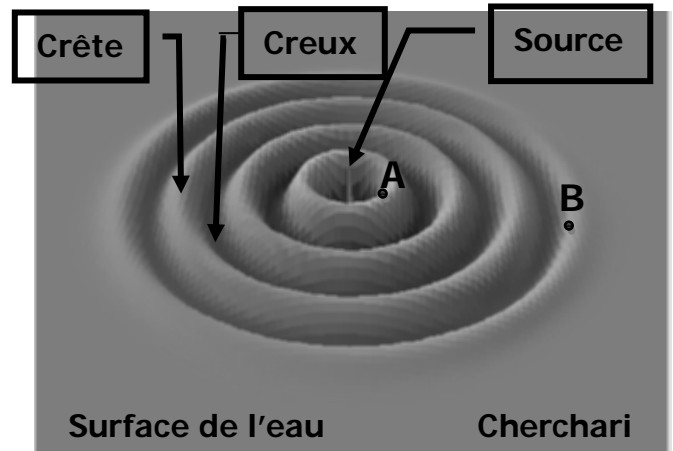
1- L'équation horaire du mouvement d'un point M_1 de la surface de l'eau, situé au repos à la distance $r_1 = 1,5$ cm de S , est $y_{M_1}(t) = a \sin(2\pi Nt - \pi)$ où l'amplitude $a = 2$ mm et la fréquence $N = 25$ Hz.

Etablir l'équation horaire du mouvement de la source S . Déduire le sens du début de son mouvement.

2- Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point M de la surface de l'eau, situé au repos à la distance r de la source S .

3-a) Représenter l'aspect à la date $t_1 = 0,08$ s d'une coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par la source S . Déduire l'aspect de cette coupe $0,02$ s après la date t_1 . On donne l'échelle:

- en abscisse : 1 cm pour $\lambda/4$ de la surface de l'eau.
- en ordonnée : 1 cm pour 1 mm d'élongation.



Lycée Majel BelAbbes	Série d'exercices	Classe : 4Tech
Prof : Bouazizi Jilani	Ondes mécaniques progressives	2013/2014

b) Représenter les rides crêtes et creuses de la surface de l'eau à la date $t_2 = 0,1s$.

4- La surface de la nappe d'eau a une frontière circulaire de rayon $R=4cm$ et de centre S. Déterminer le lieu des points de cette surface vibrant en quadrature de phase avec S.

5- On éclaire la surface de la nappe d'eau avec un stroboscope de fréquence N_e pouvant varier de 10 à 50H Déterminer les valeurs de N_e permettant d'observer l'immobilité de l'eau .

6-La fréquence N du vibreur peut varier maintenant entre 10et 50Hz.

Déterminer les valeurs de N pour lesquelles le point M_1 et la source S vibrent en phase.

Exercice n° 4

1. a) on branche un haut-parleur (HP) sur un générateur basses fréquences (GBF) et un microphone sur la voie A d'un oscilloscope, réglé comme le montre la figure ci-dessous. En précisant rapidement comment vous faites, calculez la fréquence f_1 du son reçu par le microphone (N.B. : le dessin est réduit, chaque carreau (ou division) de l'écran mesure 1 cm en réalité).

b) ce son fait-il partie des – infrasons ? – sons graves ? – sons aigus ? – ultrasons ?

c) sur l'oscillo représenté ci-dessous, quel bouton faut-il régler, sur quelle position, pour observer sur l'écran :

* 5 périodes ?

* une courbe d'amplitude 1,5 divisions ?

2. On réalise maintenant le montage suivant : un GBF alimente un HP, un microphone est branché en voie B d'un oscillo, alors que la voie A est sur le GBF.

On positionne le micro en face du zéro de la règle, et on déplace l'ensemble {règle, micro} devant le HP jusqu'à ce que les deux courbes soient en phase. On fixe alors la règle, et on recule le micro jusqu'à ce que les courbes soient de nouveau en phase (pour la première fois) ; on lit alors d sur la règle.

a) comment s'appelle la distance d ? Quelle est sa définition ?

b) pour une fréquence $f_3 = 1509$ Hz mesurée au fréquencemètre, on mesure $d = 22,2$ cm . En déduire la vitesse v du son.

c) comment évoluera d si on refait cette expérience avec des sons de fréquence de plus en plus haute ? Justifier.

3. Un son émis dans l'air peut être perçu sous l'eau (au fond d'une piscine, par exemple). Parmi les grandeurs suivantes, quelle est celle qui se conserve lors du changement de milieu :

– la fréquence ? – la vitesse ? – la longueur d'onde ?

4. Un modèle de la vitesse du son dans un gaz de masse molaire M et à la température (absolue) T

est donné par la formule : $v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot T}{M}}$ où R est la constante du gaz parfait ($R = 8,315 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) et γ une constante sans unité valant $\gamma = 1,39$.

a) sachant que le joule exprimé en unités de base du SI est $[J] = [\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}]$, montrer que cette formule est homogène.

b) calculer la vitesse du son dans l'air ($M_{\text{air}} \approx 0,029 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$) à 35°C .

c) compléter : pour **doubler** la vitesse du son dans un gaz donné, il faudrait multiplier sa température par ... , c'est-à-dire passer par exemple de 20°C à ... $^\circ\text{C}$.

