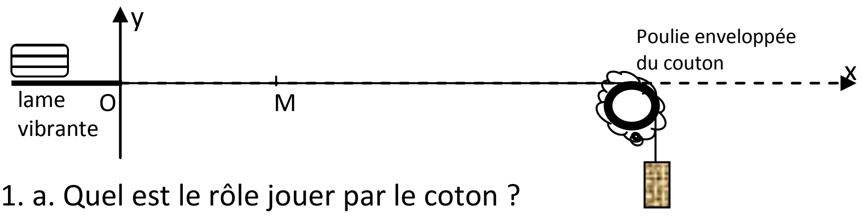
Prof : Barhoumi E.
Classe: 4ème Sc. Exp.
A.S. : 2011/2012

Tunisie - Sidi Bouzid - Lycée de Cebbala
Série d'exercices
Les ondes mécaniques

Exercice n°1 :

Une lame vibrante sinusoïdalement impose à l'extrémité O d'une corde tendue horizontalement, un mouvement rectiligne transversal d'amplitude a et de fréquence N=100Hz.

Le mouvement de la source O débute à l'instant de date t=0s, à partir de sa position d'équilibre, dirigé vers le bas. A l'autre extrémité de la corde, est suspendu un solide. Cette corde passe sur la gorge d'une poulie enveloppée de coton comme l'indique la figure suivante :



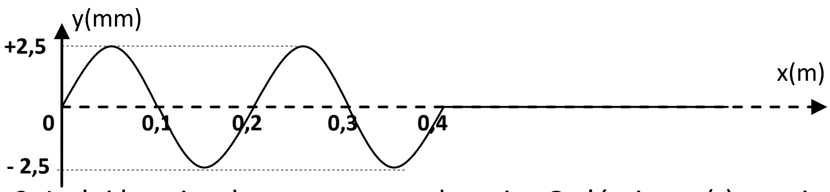
1. a. Quel est le rôle jouer par le coton ?

b. donner la définition de la longueur d'onde λ.

Exprimer la longueur d'onde λ en fonction de v et N.

Calculer λ sachant que la célérité de l'onde v est égale $20 m.s^{-1}$.

2. En photographiant la corde à un instant t_1, on obtient la figure ci-dessous. Déterminer t_1.



3. La loi horaire du mouvement du point O s'écrit : $y_O(t) = a.\sin(2\pi Nt+\phi_O)$. Déterminer a et ϕ_O.

4. Déterminer le déphasage $\Delta\phi = \phi_N - \phi_O$ entre le point N (x_N=15cm) et O (x_o=0).

Comment vibre N par rapport à O ?

5. Représenter le diagramme du mouvement du point N pour $0 \leq t \leq 4T$.

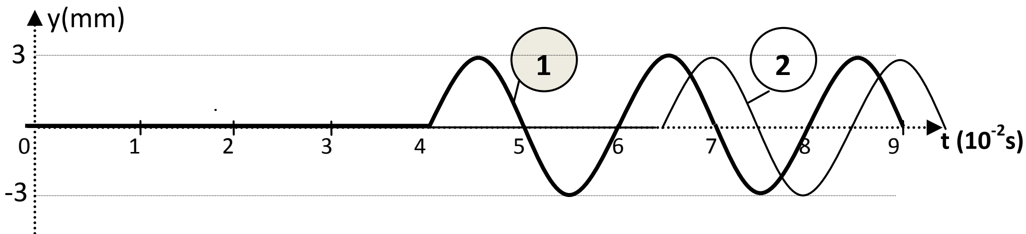
Exercice n°2:

Une corde élastique est tendue horizontalement entre l'extrémité libre O (origine de l'axe Ox) d'une lame vibrante et un support fixe à travers une pelote de coton.

1. En imposant à O des vibrations sinusoïdales verticales de fréquence N et d'amplitude a, On observe à l'œil nu la corde sous forme une bandelette rectangulaire flou de largeur 2a.

Interpréter cette observation.

2. A fin d'étudier le mouvement de deux points M_1(x_1=40cm) et M_2(x_2=65cm) de la corde, on utilise la méthode d'analyse stroboscopique. On obtient les chronogrammes (1) et (2) représentant respectivement l'évolution des mouvements de M_1 et M_2.



a. Justifier l'allure des chronogrammes 1 et 2 obtenus.

b. Déterminer la période T de l'onde et la durée Δt mise par le front d'onde pour passer de M_1 à M_2.

c. En déduire la célérité v de l'onde.

3. Sachant que le mouvement de l'extrémité O débute à l'instant t=0.

a- Etablir l'équation horaire de O.

b- Comment vibrent M_1 et M_2 par rapport au point O ?

4. a. Etablir l'expression des élongations $y_t(O)$, $y_t(M_1)$ et $y_t(M_2)$ des points O, M_1 et M_2 à l'instant t=0,06s.

b. Représenter l'aspect de la corde à cet instant.

Exercice n°3 :

Une corde élastique de longueur L=OD=1,68m est tendue horizontalement entre ces deux extrémités O et D. Un vibreur communique au point O un mouvement rectiligne sinusoïdal, les ondes incidentes arrivent au point D et elles seront absorbées par un dispositif qui empêche la réflexion des ondes.

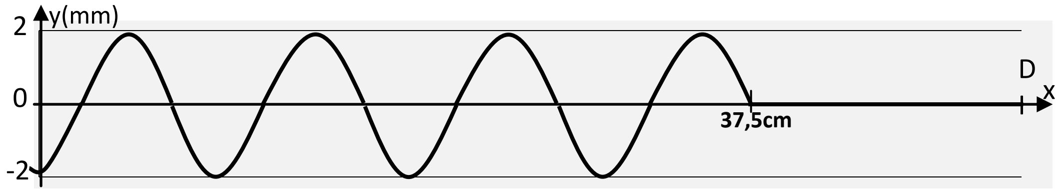
A l'origine des dates (t=0), le mouvement de O commence avec une fréquence N=100Hz, la loi horaire de son mouvement est $y_O(t) = a.\sin(\omega t + \varphi_o)$.

1. a. Donner la définition d'une onde mécanique.

b. L'onde étudiée est transversale ou longitudinale.

2. Etablir la loi horaire du mouvement d'un point M situé, au repos à la distance x=OM.

3. La figure suivante représente l'aspect de la corde à une date t_1.



a. Déterminer graphiquement l'expression de t_1 en fonction de la période T. Calculer t_1.

b. Calculer la longueur d'onde λ. Déduire la célérité V de l'onde.

c. À partir du graphe, déduire la valeur de φ_0

4. Soit A un point de la corde situé à une abscisse x_A=24cm de O.

a. Etablir la loi horaire du mouvement du point A.

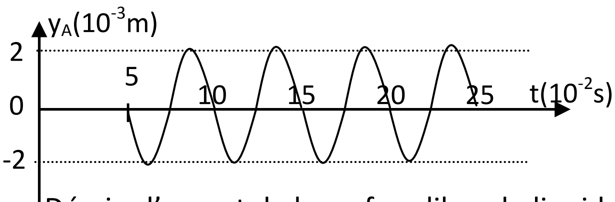
b. Représenter, sur le même graphe, les sinusoïdes de temps des points O et A.

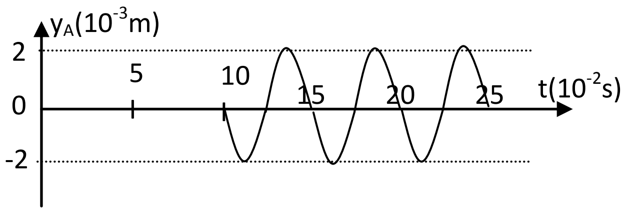
5. Déterminer, à la date t_1, le nombre et les positions des points qui passent par leur position d'équilibre en se déplaçant vers le haut.

Exercice n°4 :

Une lame vibrante munie d'une pointe produit en un point O de la surface libre d'un liquide initialement au repos des vibrations sinusoïdales d'équation $y_o(t)=a.\sin(\omega t+\phi_o)$

1. On donne sur les figures suivantes représentant les mouvements des points A et B situés sur la surface du liquide tels que les distances qui les séparent de O sont tel que d_B-d_A=1cm.





a. Décrire l'aspect de la surface libre du liquide.

b. Montrer que la célérité V de propagation de l'onde est égale à $0{,}2 m.s^{-1}$.

c. Calculer la longueur d'onde λ.

d. Déterminer l'équation horaire $y_O(t)$.

2. a. Etablir l'expression de l'élongation $y_M(x,t)$ d'un point M situé à la distance x de O.

b. Tracer l'allure de la coupe radiale de la surface de l'eau à la date $t_1=12{,}5.10^{-2}$s.

Echelle : (axe des abscisses : 1cm→1cm et en ordonnées 1cm→2mm)

Exercice n°5:

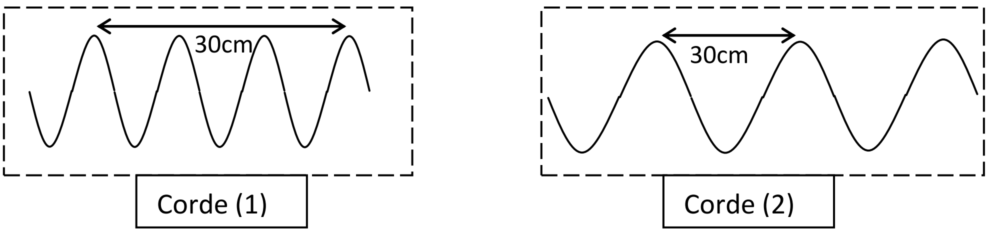
I/ Deux cordes tendues horizontalement, sont excitées séparément par la même lame vibrante. Cette lame produit à l'extrémité (S) de chaque corde des vibrations verticales de même amplitude a et de même fréquence N=80Hz. L'autre extrémité de chacune est fixée à un dispositif empêchant la réflexion des ondes.

1. Chacune des deux cordes est éclairée par une lumière stroboscopique de fréquence N_e.

a-Déterminer la plus grande fréquence N_e permettant d'observer l'immobilité apparente de chaque corde

b. Préciser en le justifiant ce qu'on observe lorsque la fréquence des éclairs N_e=79Hz.

2. On éclaire chacune des deux cordes avec une lumière stroboscopique de fréquence N_e=80Hz puis on les photographie, on obtient les deux clichés de la figure ci-dessous :



a. Déterminer les longueurs d'ondes λ_1 et λ_2 respectivement des ondes, le long de la corde (1) et la corde (2).

b. Expliquer à quoi est due la différence entre λ_1 et λ_2.

II/ On considère maintenant l'onde progressive le long de la corde (1). L'extrémité O de cette corde a pour équation horaire $y_0(t)=4.10^{-3}\sin(160\pi t)$

1. a. Etablir en fonction de x et de t l'équation horaire $y_M(t)$ d'un point M de la corde d'abscisse x=(OM) au repos.

b. En déduire l'équation horaire du point A de la corde d'abscisse x_A=25cm, en précisant la valeur de sa phase initiale.

c. Déterminer les abscisses x_B et x_C $(x_B<_C)$, des deux points B et C de la corde les plus proches de A, vibrant en opposition de phase avec A.

2. Représenter l'aspect de la corde à l'instant $t_1=4{,}375.10^{-2}$s.

Déduire l'aspect de la corde à l'instant $t_2=5.10^{-2}$s.

Exercice n°6 :

Une corde élastique de longueur L=0,6m tendue horizontalement est attachée par son extrémité S au bout d'une lame vibrante qui lui communique des vibrations sinusoïdales transversales, d'amplitude a=4mm et de fréquence N (voir figure 1). Une onde progressive transversale de même amplitude a se propage le long de la corde à partir de S avec la célérité $v=10m.s^{-1}$.

On suppose qu'il n'ya ni amortissement ni réflexion des ondes.

Le mouvement de S débute à l'instant t=0 et admet comme équation horaire :

$y_s(t)=4.10^{-3}\sin(200\pi t+\pi)$.

1-Déterminer la valeur de la fréquence N, puis celle de la longueur d'onde λ.

2- a) Soit M un point de la corde d'abscisse x=SM dans le repère $(S,\vec{\imath})$.

Etablir l'équation horaire du mouvement de ce point.

b) Montrer que les deux points A et B de la corde d'abscisses respectives x_A=2,5 cm et x_B=22,5 cm vibrent en phase.

3- L'aspect de la corde à un instant t_1 est représenté sur la figure 2.

a) Déterminer graphiquement la valeur de t_1.

b) Déterminer les positions des points N_i de la corde ayant, à l'instant t_1, l'élongation $y_{Ni}=\frac{a}{2}$.

c) Parmi ces points, déduire celui qui vibre en phase avec le point N_1 d'abscisse x_1=3,33 cm.

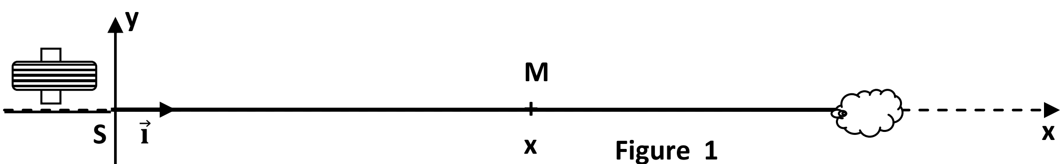


Figure 1

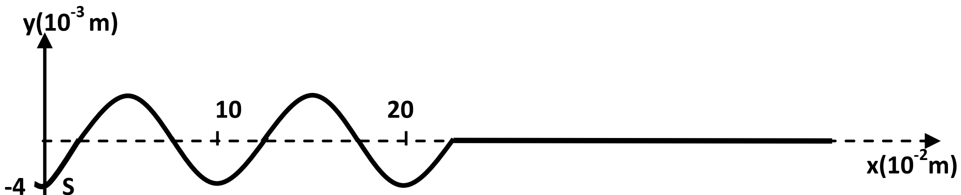


Figure 2