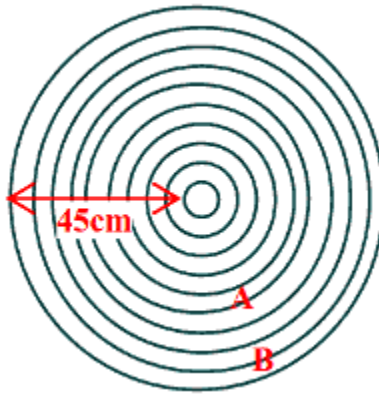


Série d'exercice sur les Vibrations :

Exercice 1 :

Une onde périodique circulaire de fréquence $N = 30\text{Hz}$ est produite à la surface d'un liquide par une pointe qui vibre d'une manière sinusoïdale. Les cercles représentent les crêtes, c'est-à-dire les maxima de vibration à une date donnée



Les propositions suivantes sont-elles exactes ? Justifiez.

- 1- L'onde est transversale.
- 2- L'onde formée est une onde périodique
- 3- La longueur d'onde λ est de 15 cm.
- 4- La célérité de l'onde est $v = 1,5 \text{ m/s}$
- 5- L'onde passant par A arrive en B avec un retard $t = 100\text{ms}$

Exercice 2 :

L'équation d'une onde sinusoïdale est

$$y = 0,15\sin(0,2x - 30t)$$

Avec x et y exprimés en mètres et t en secondes. Déterminer :

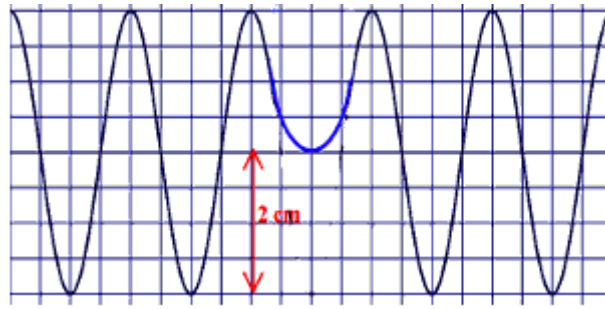
- 1- L'amplitude de l'onde
- 2- Sa pulsation
- 3- Sa longueur d'onde
- 4- Sa célérité
- 5- Le sens du mouvement

Exercice 3 :

Un enfant laisse tomber un caillou dans un étang, perturbant la surface de l'eau. Un pêcheur à la ligne se trouve non loin de là.

1. Que voit-on à la surface de l'eau ?
2. Quel est le mouvement du bouchon de la ligne du pêcheur ?
3. Y a-t-il transport de matière ? Justifier.
4. Comment qualifiez-vous le phénomène observé ?

On reproduit l'expérience au laboratoire en utilisant un vibreur frappant la surface de l'eau d'une cuve à la fréquence $N = 10 \text{ Hz}$.



5.1- Reproduire le schéma en indiquant si possible les grandeurs suivantes : élongation $y(t)$, amplitude Y_m , période temporelle T , longueur d'onde λ .

5.2- Deux points A et B distants de 24,5 cm subissent la même perturbation avec un retard de 0,70 s.

En déduire la célérité de l'onde

5.3- Quelle est la valeur de la période T de l'onde.

5.4- Quelle est la valeur de la longueur d'onde λ ?

5.5- Donner l'état vibratoire des points A_1 (15cm) et A_2 (23,75 cm) ; B_1 (2 cm) et B_2 (26,5cm) ; C_1 (11 cm) et C_2 (17,125 cm).

5.6- Donner le nombre de rides entre C_1 et C_2 .

5.7- Donner l'expression de $y(t)$.

Exercice 4 :

A l'extrémité de l'une des branches d'un diapason, vibrante à la fréquence $N = 100 \text{ Hz}$, est fixée une tige munie d'une fourchette dont les deux pointes sont distantes de $d = 25 \text{ cm}$. Elles frappent la surface d'une nappe d'eau en 2 points O_1 et O_2 où elles déterminent des vibrations sinusoïdales de même amplitude $a = 1 \text{ mm}$, se propageant sur la surface de l'eau à la célérité $V = 40 \text{ cm/s}$. Dans cet exercice on négligera l'amortissement des ondes.

1- a) Quel phénomène physique se produit à la surface libre de l'eau ?

b) Qu'observe-t-on sur la surface libre de l'eau ?

2- Ecrire les équations horaires des mouvements des pointes O_1 et O_2 sachant qu'à l'instant $t = 0$, les deux pointes O_1 et O_2 passent par leurs positions d'équilibre respectives en se déplaçant dans le sens négatif des élongations.

3- Définir et calculer la longueur d'onde.

4 Ecrire l'équation horaire du mouvement d'un point M à la surface de l'eau tel que $d_1 = S_1M = 1,2 \text{ cm}$ et $d_2 = S_2M = 2 \text{ cm}$.

5- Déterminer le nombre des points immobiles sur le segment $[O_1, O_2]$ et leurs positions respectives par rapport à O_1 .

Exercice 5 :

On réalise en deux points S_1 et S_2 situés à 6 cm l'un de l'autre de la surface d'une nappe d'un liquide deux mouvements sinusoïdaux transversaux en phase de fréquence $N = 10$ Hz et d'amplitude constante $a = 2$ cm

1- Décrire le phénomène observé sur la surface du liquide.

2- Ecrire les équations horaires de S_1 et S_2 sachant qu'à l'instant $t = 0$, S_1 et S_2 passent par leurs positions d'équilibre en allant dans le sens négatif des elongations.

3- La célérité de propagation des ondes à la surface du liquide est 24 cm/s. Calculer la longueur d'onde du mouvement.

4- Ecrire l'équation horaire du mouvement d'un point M de la surface du liquide tel que $S_1M = d_1 = 3$ cm et $S_2M = d_2 = 6,6$ cm

5- Quel est l'état vibratoire d'un point P de la surface du liquide tel que $S_1P = 2,5$ cm et $S_2P = 4,9$ cm

6- Déterminer le nombre des points d'amplitudes maximales entre S_1 et S_2 et leurs positions respectives par rapport à S_1 .

Exercice 6 :

Une corde sans raideur parfaitement élastique est attachée par son extrémité A à un diapason D animé d'un mouvement sinusoïdal transversal de fréquence $N=100$ Hz et d'amplitude $a = 1$ mm. La corde est tendue à l'aide d'un poids immergé dans l'eau pour éviter tout phénomène de réflexion. La célérité des ondes est $V = 20$ m/s.

1- L'origine des abscisses étant l'extrémité A de la corde, l'origine des temps étant prise quand A passe par sa position d'équilibre avec une vitesse positive. Donner l'expression de l'elongation y d'un point M de la corde d'abscisse x à l'instant t en fonction de a , N , t , x et de la longueur d'onde λ .

Calculer les elongations y_1 et y_2 du point M d'abscisse $x = 15$ cm respectivement aux instants : $t_1 = 0,01$ s et $t_2 = 0,015$ s.

2- On éclaire la corde en lumière stroboscopique :

2.1- Quelles sont les valeurs de la fréquence N_e des éclairs si l'on veut observer une corde apparemment immobile ? On précise que $N_e > 20$ Hz.

2.2- Décrire ce que l'on observe lorsque $N_e = 99$ Hz. On donnera le sens du mouvement apparent ainsi que la valeur de sa vitesse V_a .

3- On remplace la corde précédente par une fourche. Les deux points O_1 et O_2 de la fourche distantes de $d = 12$ cm trempent légèrement à la surface de l'eau.

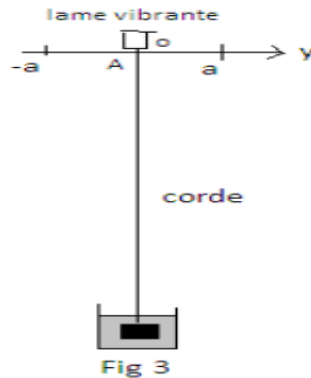
Etablir l'équation du mouvement d'un point M situé à d_1 de O_1 et de d_2 de O_2 si on considère que:

$$y_{O1} = y_{O2} = a \cos \omega t$$

Déterminer le nombre de points immobiles entre O_1 et O_2 sachant que la célérité de propagation des ondes dans l'eau est $V = 10\text{m/s}$.

Exercice 7 :

Une corde élastique sans raideur est placée verticalement. L'extrémité supérieure A est reliée à un vibreur (lame vibrante) qui lui impose un mouvement sinusoïdal entretenu, transversal, de fréquence 50Hz et d'amplitude $a=3\text{mm}$, l'extrémité inférieure est reliée à un poids immergé dans l'eau afin d'éviter la réflexion des ondes qui arrivent à cette extrémité (voir figure). La vitesse de propagation des ondes est 10m/s



- 1- Ecrire les équations y_A du mouvement de A et y_M du mouvement d'un point M situé sur la corde à $0,15\text{m}$ de A : On prendra l'origine des temps l'instant du passage par O dans le sens positif.
- 2- Calculer les élongations des points A et M aux instants $t_1 = 0,1\text{s}$ et $t_2 = 0,115\text{s}$.
- 3- On examine la corde à l'aide d'un stroboscope. Quelle est la valeur maximale de la fréquence de ce stroboscope pour que la corde paraisse unique et immobile.

Exercice 8 :

Une lame reliée à un vibreur est munie d'une fourche dont les deux pointes disposées verticalement sont terminées par deux extrémités S_1 et S_2 affleurant au repos la surface de l'eau d'une cuve. La distance S_1S_2 est $5,3\text{ cm}$. Les pointes S_1 et S_2 sont animés de mouvement sinusoïdaux en phase, de fréquence $f = 25\text{Hz}$ et d'amplitude $a = 5\text{mm}$. La célérité des ondes à la surface de l'eau est $c = 20\text{cm/s}$. On admet que la surface de l'eau est suffisamment grande et qu'il n'y a pas de réflexion des ondes sur les bords du récipient.

- 1- Ecrire l'équation horaire des mouvements de S_1 et S_2 en précisant l'origine des dates choisies
- 2- Décrire l'aspect de la surface de l'eau et interpréter le phénomène.
- 3- On considère un point M de la surface de l'eau situé à la distance $d_1 = 3,2\text{cm}$ de S_1 et à la distance $d_2 = 3\text{cm}$ de S_2 . L'onde progressive issue de S_1 tend à provoquer un déplacement y_1 de M et l'onde issue de S_2 un déplacement y_2 de M.
 - a. Déterminer les expressions des élongations $y_1(t)$ et $y_2(t)$.

b. En utilisant la représentation vectorielle de Fresnel, déterminer l'équation horaire du point M.

On admet que l'amplitude des vibrations provoquées par S_1 et S_2 reste constante.

c. Calculer l'élongation de M à la date $t = 2,5s$

4. Combien y-a-t-il de points immobiles sur le segment S_1S_2 ? Préciser les positions de ces points par rapport à S_1 ou S_2 .

Exercice 9 :

L'équation de l'extrémité d'une corde vibrante est :

$$y = a \cos(\omega t + \varphi)$$

Le temps t est exprimé en seconde. L'élongation y et l'amplitude a sont exprimés en centimètres. La période du mouvement est égale à $8s$. La trajectoire est un segment de droite $12cm$ de longueur. A l'origine des temps cet extrémité qui se meut alors dans le sens positif des y , se trouve déplacée par rapport à sa position moyenne, de $3cm$ dans le sens négatif.

1- Calculer a , ω et φ

2- Quel est le temps au bout duquel l'élongation de cette extrémité sera égal à $1cm$ dans le sens positif ?

3- On suppose que ce mouvement vibratoire se propage sans amortissement le long de la corde, la longueur d'onde étant de $320cm$, calculer l'élongation à l'instant $t = 6s$ d'un point situé à $20cm$ de la source.

Exercice 10 :

On relie l'extrémité O d'une lame vibrante à une corde tendue de longueur $OO' = 2m$. La lame vibrante subit des oscillations sinusoïdales verticales de fréquence $N = 100Hz$ et d'amplitude $a = 3mm$.

Ces vibrations se propagent le long de la corde avec une célérité $c = 20m/s$.

1 Calculer la longueur de l'onde λ .

2 Décrire le phénomène observé au moment où la corde est éclairée par un stroboscope dont les fréquences prennent les valeurs: $N_e = 200 Hz$; $N_e = 25 Hz$; $N_e = 50 Hz$ et $N_e = 102 Hz$.

3 En considérant l'origine des temps l'instant où O passe par sa position d'équilibre dans le sens positif ; écrire l'équation horaire y_O du mouvement de la source O et donner l'élongation y_M d'un point M situé à la distance x de la source O.

4 Déterminer l'expression des abscisses des points qui vibrent en phase avec la source O, préciser leur nombre et la valeur de l'abscisse du point le plus proche de O.

5 Mêmes questions pour les points qui vibrent en opposition de phase avec O