Niveau : 4ème Math , sc Expérimentales

Série n°8

sciences physiques

Prof :Daghsni Sahbi

Physique : Thème : Les Ondes mécaniques Progressives

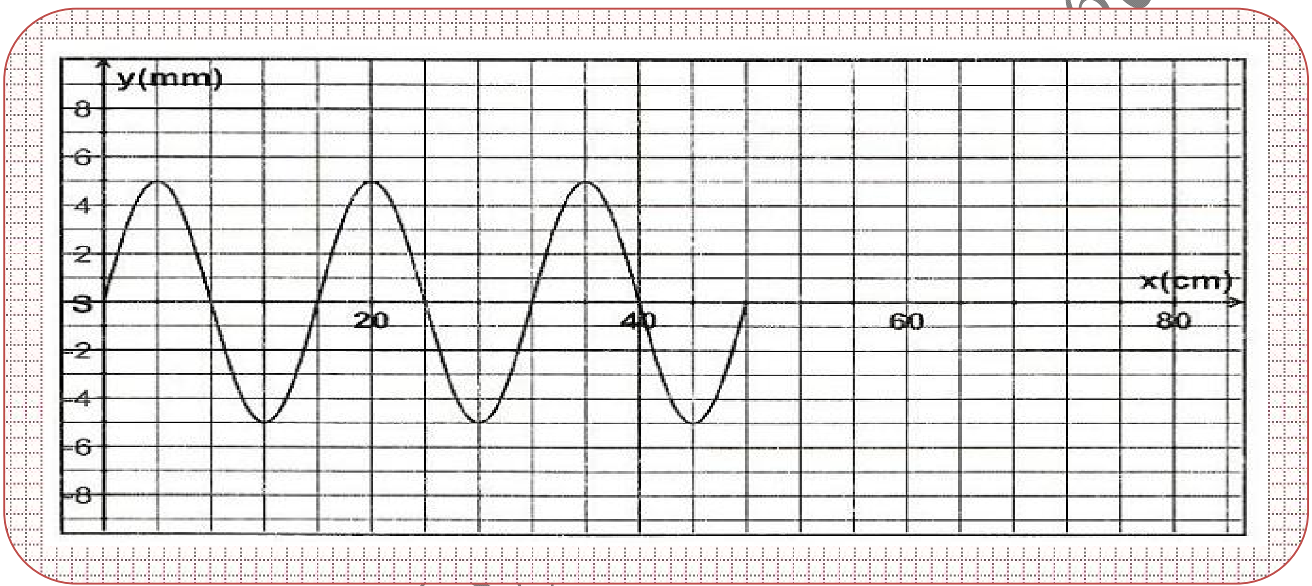
Exercice n°1 :

Une corde élastique de longueur **L= 80 cm** est tendue horizontalement .Son extrémité **S** est liée à une lame vibrante en mouvement sinusoïdal vertical d'équation : $y_s(t) = a.\sin(\omega t + \varphi_S)$ pour $t \geq 0$.

L'autre extrémité est munie d'un dispositif qui empêche la réflexion des ondes .

L 'amortissement est supposé nul.

1°) L' aspect de la corde à un instant **t_0** donné est représenté dans la figure 1 .



a°) Définir la longueur d'onde λ.

b°) A l'aide de la figure 1 :

*Déterminer l'amplitude de vibration des différents points de la corde atteints par l'onde ainsi que la valeur de la longueur d'onde λ.

* Montrer que la phase initiale du mouvement de la source est $\varphi_S = \pi\, rad$.

2°) a°) Sachant qu'un point M1 de la corde d'abscisse $x_1 = 24cm$ au repos , est atteint par le front d'onde à l'instant $t_1 = 12ms$:

* Calculer la célérité de l'onde .

* En déduire la valeur de la période de vibration de la lame excitatrice.

b°) Déterminer en fonction de λ. , la distance séparant le point M_1 de la source S et en déduire la phase initiale du point M_1.

c°) Ecrire l'équation horaires du mouvement du point M_1 de la corde.

3°) a°) Déterminer la valeur de l'instant t_0 auquel correspond l'aspect de la corde , représenté dans la figure 1.

b°) Déduire de l'aspect de la corde t_0 , son aspect à l'instant $t_2 = 36ms$.

Exercice n°2 :

La pointe S d'un vibreur , de fréquence N réglable , excite la surface libre de l'eau d'une cuve à ondes en un point O. Ainsi , une onde mécanique circulaire prend naissance et se propage à la surface de l'eau avec une célérité v.

Pour assurer l'immobilité du phénomène et mesurer la longueur d 'onde λ , on utilise une lumière stroboscopique de fréquence convenable à celle du vibreur. On supposera que les bords de la cuve à ondes empêchent toute réflexion.

L 'ensemble des points , dont l'élongation est maximale , constituent les lignes de crêtes de cette onde qui se propage à la surface libre de l'eau.

A un instant donné, ces lignes de crêtes sont schématisées, sur la figure 4 , par des traits pleins.

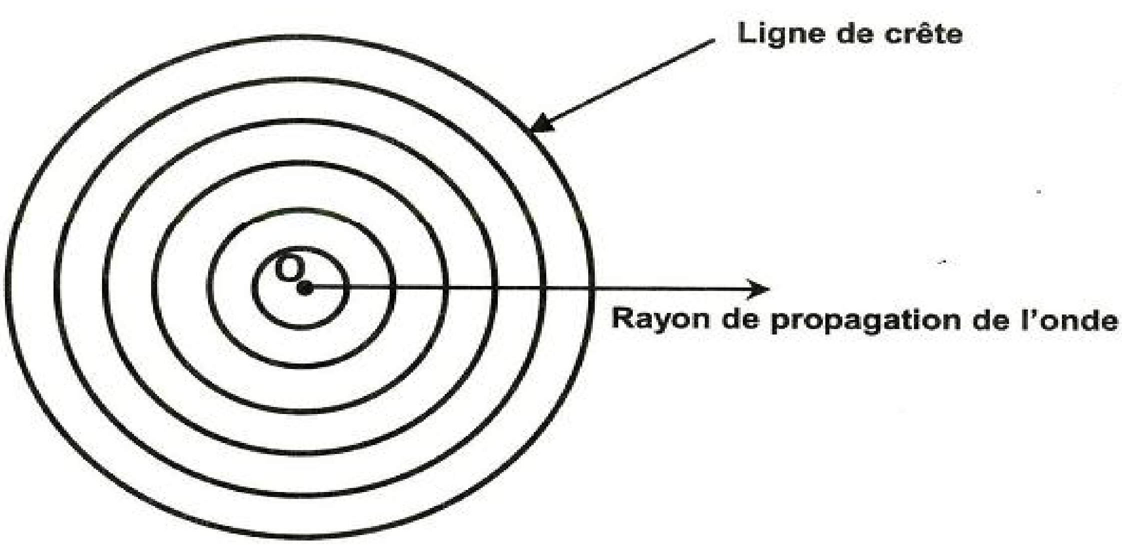


Figure 4

1°) Pour une fréquence N_1 de N égale à **20Hz** et selon un rayon de propagation de l'onde , la mesure de la distance d_1 qui sépare cinq crêtes consécutives donne d_1 **=32mm**.

a°) déterminer la valeur de la longueur d'onde λ_1 de l'onde qui se propage .

b°) En déduire la valeur de la célérité v_1 de l'onde.

2°) Pour une fréquence N_2 de **N** égale **30Hz** et selon un rayon de propagation , une nouvelle mesure de la valeur de la longueur d'onde donne $\lambda_2 = 6mm$.

a°) En déduire la valeur de la célérité v_2 de l'onde.

b°) Justifier que l'eau est un exemple de milieu dispersif.

3°) Pour la fréquence N_2 **=30Hz**, l'élongation d'un point A , appartenant à la deuxième ligne de crête de l'onde qui se propage , a pour expression : $y_A(t) = a.\sin(2\pi Nt)$ pour $t \geq 0$.

L'élongation d'un point B , situé sur le même rayon de propagation que A et à une distance $AB = 3{,}5\lambda_2$, a pour expression : $y_B(t) = a.\sin(2\pi Nt + \varphi)$ pour $t \geq \theta$, avec $\theta = \dfrac{AB}{v_2}$.

a°) Déterminer la valeur de la phase φ de l'élongation y_B.

b°) En déduire la nature de mouvement du point B par rapport à celle de A.

c°) Préciser, sur la distance AB et par rapport au point A , les positions des points qui vibrent en opposition de phase avec A.

Exercice n°3 :

En un point **S**, de la surface d'une nappe d'eau d'une cuve à ondes , une source ponctuelle produit des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude **a= 2.10^{-3} m** et de fréquence N.

A l'instant **t=0** , le point **S** débute son mouvement en partant de l'état de repos . La sinusoïde du temps traduisant l'évolution de l'élongation d'un point **M_1** de la surface de l'eau située à la distance **x_1= 4 cm** de **S** , lorsque **M_1** et s sont au repos , est donnée par la **figure 4**.

La réflexion et l'amortissement des ondes sont supposés négligeables.

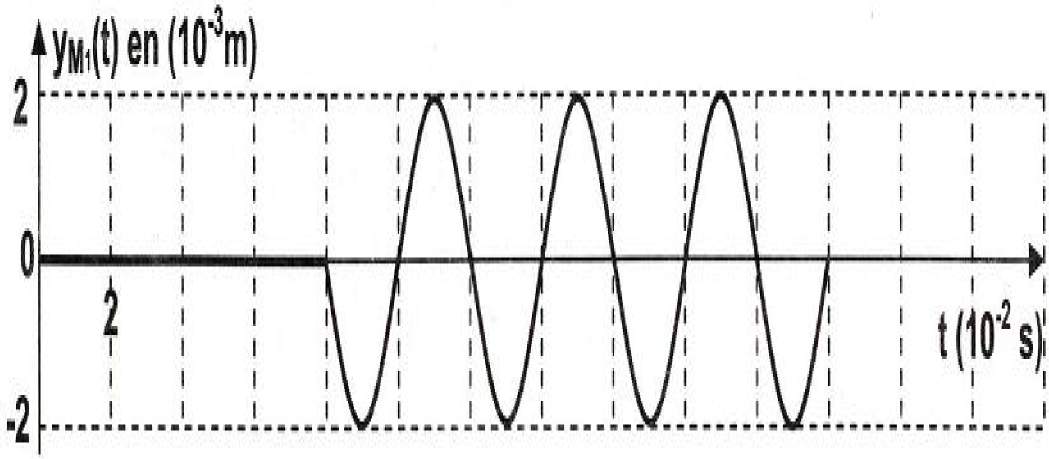


Figure 4

1°) a°) Déterminer , à partir du graphe , la fréquence N et montrer que la célérité de propagation de l'onde est v= 0,5 m.s^{-1}.

b°) Définir la longueur d'onde λ, calculer sa valeur.

2°) a°) Montrer que les points **M_1** et **S** , de la surface de l'eau , **vibrent en phase.**

b°) Déduire que l'équation horaire du mouvement de la source S s'écrit :

$$y_S(t) = 2.10^{-3}.\sin(50\pi t + \pi) \quad \text{exprimée en m.}$$

3°) a°) Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point **M** de la surface de l'eau situé , au repos à une distance **SM =x** de **S**.

b°) Représenter une coupe de la surface de l'eau , à l'instant **t_0= 8.10^{-2} s**, suivant un plan vertical passant par **S**.

4°) a°) Déterminer les lieux des points de la surface de l'eau qui vibrent en opposition de phase avec S à l'instant **t_0**.

b°) Préciser, en le justifiant , si les points qui sont en opposition de phase avec S , à l'instant **t_0** vont vibrer , juste après **t_0** , verticalement dans le sens ascendant supposé positif ou bien dans le sens descendant.

Exercice n°4 : Un vibreur provoque à l'extrémité S d'une corde élastique un mouvement vibratoire sinusoïdal d'équation : $y_S(t) = a.\sin(2\pi Nt + \varphi)$; a, N et φ désignent respectivement , l'amplitude , la fréquence et la phase initiale de S.

La source S débute son mouvement à l'instant de date $t_0 = 0$ **s**.

On néglige toute atténuation de l'amplitude et toute réflexion de l'onde issue de S.

1°) a°) Qu'appelle-t-on onde ?

b°) L'onde se propageant le long de la corde est –elle transversal ou longitudinale ?

2°) A l'instant $t_0 = 2.10^{-2}$ **s**,le point M_1 de la corde d'abscisse $x_1 = 10$ **cm** entre en vibration .Montrer que la célérité de l'onde le long de la corde est $v = 5\ m.s^{-1}$.

3°) La courbe représentant l'aspect de la corde à un instant t_2 est donne par la figure 3 .

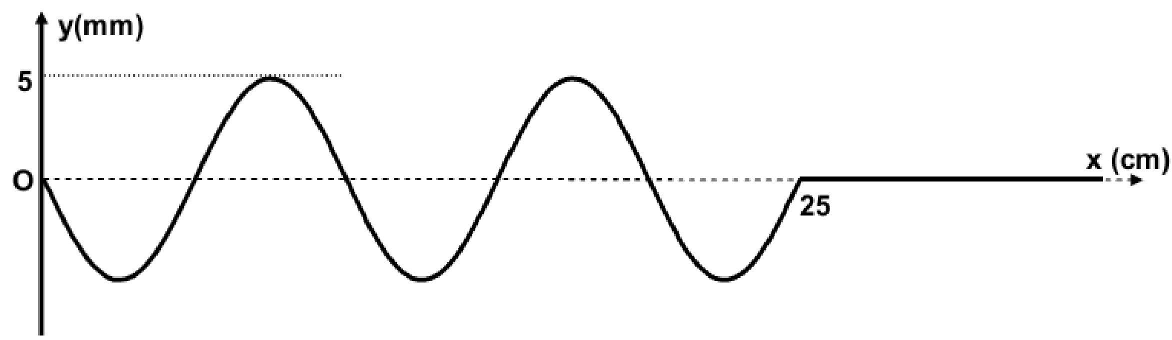


Figure 3

a°) En exploitant cette courbe , déterminer les valeurs de :

* L' amplitude a ;

* La longueur d'onde λ.

* l'instant t_2.

b°) Déterminer la valeur de la fréquence N.

c°) Montrer que la phase initiale φ de S est égale à π.

4°) a°) Représenter, sur la **figure suivante** , le diagramme du mouvement du point M_1.

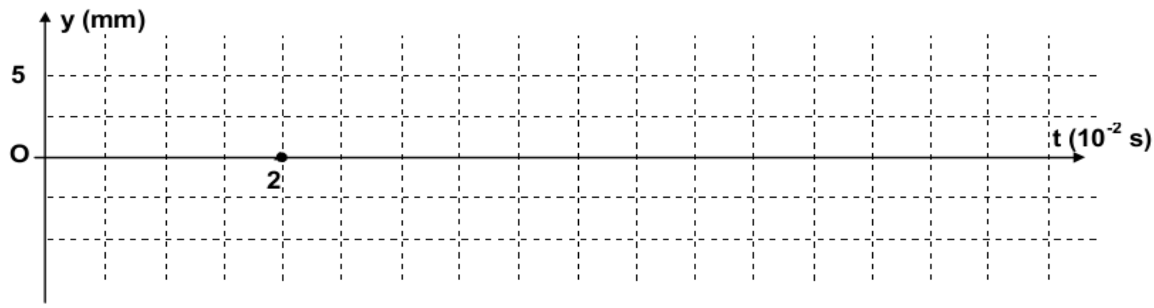


Figure 4

b°) Préciser le signe de la vitesse de ce point à l'instant t_2.

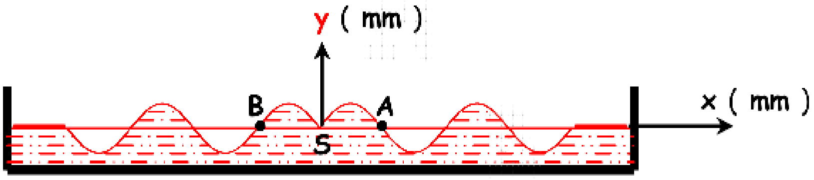
c°) Déterminer , à l'instant t_2 , les abscisses des points de la corde ayant la même élongation et la même vitesse que M_1.

Exercice n°5 :

En un point S de la surface de l'eau d'une cuve à ondes, une source ponctuelle produit des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude a = 3 mm et de fréquence N. Des ondes circulaires transversales de même amplitude a se propagent à la surface de l'eau à partir de S avec la célérité v. On suppose qu'il n'y a ni réflexion ni amortissement des ondes.
Le mouvement de S débute à l'instant t = 0 et admet comme équation horaire :

$$y_S(t) = a.\sin(2\pi N t + \pi)$$

Le graphe de la figure ci-dessous représente une coupe de l'aspect que prend la surface de la nappe d'eau, à l'instant t_1 = 0,2 s, suivant un plan vertical passant par S.



Echelle :

3 mm ↑ → 4 mm

1°) Décrire ce que l'on observe à la surface de l'eau, en lumière ordinaire.

2°) Déterminer à partir du graphe de la figure ci-dessus :

a) La longueur d'onde λ.

b) Le célérité v de l'onde à la surface de l'eau et en déduire la valeur de la fréquence N.

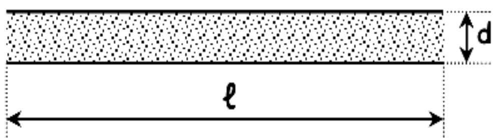
3°) a) Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point M, d'abscisse x, de la surface de la nappe d'eau atteint par l'onde.

b) Comparer les mouvements des points A et B de la surface de la nappe d'eau.

Exercice n°6 :

L'extrémité **O** d'une corde **OA** de longueur **ℓ = 50 cm**, tendue horizontalement, est liée à une lame vibrant verticalement avec une fréquence **N = 100 Hz** et d'amplitude **a**. L'autre extrémité **A** est liée à un dispositif d'absorption évitant toute réflexion de l'onde. Celle-ci se propage le long de la corde avec une célérité **v = 10 $m.s^{-1}$**.

1°) En lumière ordinaire, la corde prend l'aspect d'une bande floue de largeur **d = 4 mm**, comme l'indique la figure ci-contre.



a) Déduire la valeur de l'amplitude **a**.

b) Montrer que l'amortissement est négligeable.

c) Déterminer la longueur d'onde λ.

2°) a) Ecrire l'équation horaire du mouvement de **O**, ainsi que celle du mouvement d'un point **M** du fil situé au repos à la distance **OM = x = 17,5 cm**.
On suppose qu'à la date **t = 0 s**, la source **O** débute son mouvement en allant dans le sens positif.

b) Comparer le mouvement du point **M** avec celui de la source **O** .

c) Représenter sur le même système d'axes le diagramme du mouvement de **O** et celui de **M** sur l'intervalle **[0 ; 3T]** .

3°) a) Représenter l'aspect de la corde à la date $t_1 = 2{,}75.10^{-2}$ s .

b) Placer sur le graphe précédent , les points qui , à la date t_1 ont une élongation égale à -10^{-3} **m** , se déplaçant dans le sens descendant .

4°) La corde est éclairée par une lumière stroboscopique de fréquence N_e réglable .

Décrire ce que l'on observe lorsque N_e prend les valeurs :

- $N_e = 25$ Hz .
- $N_e = 51$ Hz .
- $N_e = 98$ Hz .