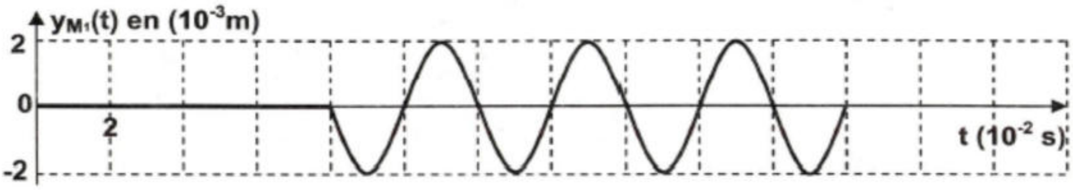
Lycee Maknassy | Onde mecaniques progressive | Prof : Gammoudi Soufien
Sciences Physiques | (Physique) | Niveau : 4^{eme} Technique

Exercice

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 $\mathbf{a = 2.10^{-3}\ m}$ 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 $\mathbf{M_1}$ de la surface de l'eau située à la distance $\mathbf{x_1 = 4\ cm}$ de **S**, lorsque $\mathbf{M_1}$ 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 $\mathbf{v = 0{,}5\ m.s^{-1}}$.

b- Définir la longueur d'onde λ . Calculer sa valeur.

2) a- Montrer que les points $\mathbf{M_1}$ 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 :
$\mathbf{y_S(t) = 2.10^{-3}.\sin(50\pi t + \pi)}$, 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 $\mathbf{t_0 = 8.10^{-2}\ s}$, 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 $\mathbf{t_0}$.

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

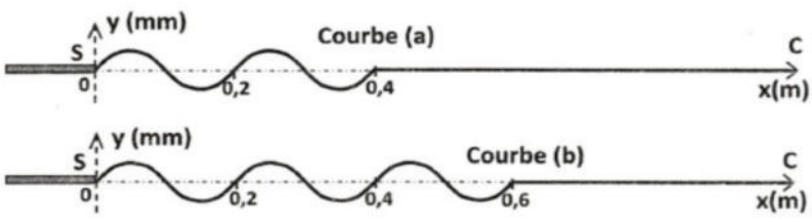
Exercice

Considérons une corde élastique SC de longueur **L = SC = 1 m**, tendue horizontalement. Son extrémité **S** est reliée à une lame qui vibre perpendiculairement à la direction **SC** (**Figure 3**). Elle est animée d'un mouvement rectiligne sinusoïdal d'amplitude **a = 3 mm**, de fréquence **N** et d'élongation instantanée $\mathbf{y_S = 3.10^{-3}\sin(2\pi Nt + \varphi_s)}$ exprimée en m. Le mouvement de S débute à l'instant **t = 0**.
L'autre extrémité **C** est reliée à un support fixe à travers une pelote de coton qui empêche toute réflexion d'onde. L'amortissement de l'onde, le long de la corde, est supposé négligeable.

Figure 3

Les courbes **(a)** et **(b)** de la **figure 4** représentent respectivement les aspects de la corde aux instants $\mathbf{t_a}$ et $\mathbf{t_b}$ tel que $\mathbf{\Delta t = t_b - t_a = 0{,}02\ s}$.

Figure 4



1) a- Indiquer le rôle de la pelote de coton.

b- Expliquer pourquoi cette onde est dite transversale.

2) a- Déterminer graphiquement la valeur de la longueur d'onde λ .

b- Montrer que la célérité de l'onde est $v = 10\ m.s^{-1}$. En déduire la valeur de la fréquence **N** de la lame vibrante.

c- Déterminer les instants t_a et t_b.

3) a- Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point M de la corde tel que SM = **x** au repos.

b- Montrer que la phase $\varphi_s = \pi$ **rad**.

c- Préciser, en le justifiant, la valeur de l'instant t_f à partir duquel l'onde atteint toute la corde.

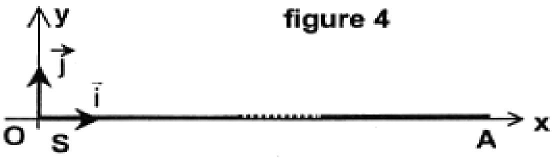
d- Déterminer, à cet instant t_f, le nombre et les positions des points P_i de la corde qui vibrent en quadrature retard de phase par rapport à la source S.

Exercice

L'une des extrémités **S** d'une corde élastique **SA**, de longueur **L**, tendue horizontalement selon l'axe Ox d'un repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ de la **figure 4**, est reliée à un vibreur qui lui impose un mouvement vibratoire transversal, sinusoïdal de fréquence **N** et d'amplitude y_m.

Chaque point de la corde est repéré par son abscisse **x** et son ordonnée **y** dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ de **la figure 4**.

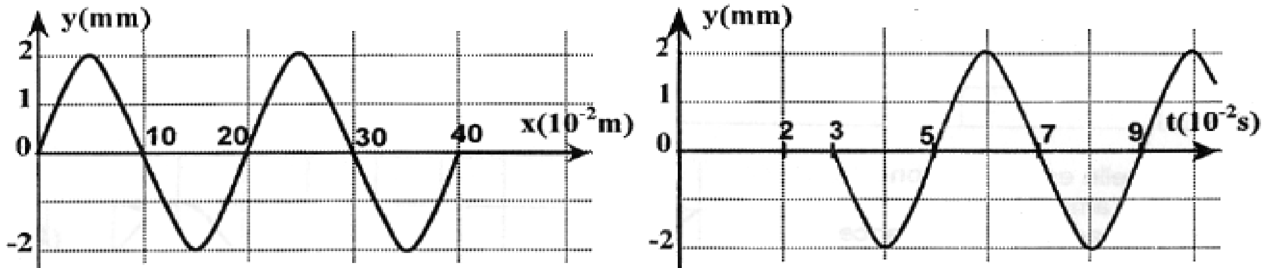
Le mouvement vibratoire, issu de **S**, se propage le long de la corde avec un amortissement négligeable.



Un dispositif approprié, placé en **A**, empêche toute réflexion des ondes. Le mouvement de **S** débute à l'instant **t = 0.**

1) Justifier pourquoi une telle onde est dite : onde progressive.

2) L'étude du mouvement, en fonction du temps, d'un point M_1 de la corde tel que M_1 est situé à la distance d_1 de **S**, et de l'aspect de la corde à un instant t_1 donné, a fourni les **courbes 1** et **2** de la **figure 5.** Identifier, en le justifiant, les deux courbes.



Courbe 1

figure 5

Courbe 2

3) Par exploitation des courbes précédentes, déterminer :

a – La longueur d'onde **λ**, la période **T** et la célérité **v** de l'onde.

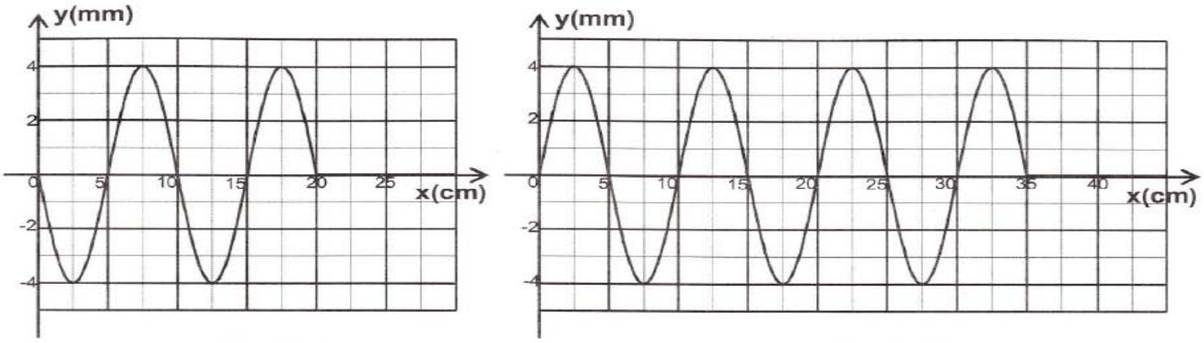
b – L'instant t_1 et la distance d_1.

4) Déterminer l'équation $y_s(t)$ du mouvement de **S** au cours du temps.

Exercice

Une corde élastique assez longue est tendue horizontalement suivant l'axe **(Ox)** d'un repère **(Oxy)**. L'extrémité **S** de cette corde est reliée à un vibreur qui lui impose un mouvement rectiligne sinusoïdal suivant l'axe **(Oy)** d'équation horaire $y_S(t) = a\sin(2\pi Nt)$, où **a** représente l'amplitude du mouvement et **N** la fréquence de vibration. L'onde créée au point **S** à l'instant **t = 0 s**, se propage le long de la corde avec une célérité **v** constante. On suppose que la propagation de cette onde s'effectue sans amortissement.

Les courbes **(1)** et **(2)** de la figure **3** représentent l'aspect de la corde respectivement aux deux instants t_1 et t_2 tels que $t_2 - t_1 = 30$ **ms**.



Courbe 1

Courbe 2

1. En exploitant les courbes **(1)** et **(2)**, déterminer la valeur de :

a) la longueur d'onde **λ**,

b) la célérité **v** de l'onde,

c) la fréquence **N** de vibration.

2. On se propose de comparer les vibrations d'un point **A** d'abscisse $x_A = 17{,}5$ **cm** avec celui de **S**.

a) Montrer qu'à l'instant $t'_1 = 30$ **ms**, le point **A** est encore au repos.

b) Etablir l'équation horaire du mouvement du point **A** et en déduire le déphasage de celui-ci par rapport à **S**.

c) – Tracer le diagramme de $y_S(t)$ et en déduire, dans le même système d'axes, celui de $y_A(t)$.

– Retrouver graphiquement le déphasage entre **A** et **S**.

Exercice

Une réglette, fixée à un vibreur, impose à la surface libre de l'eau d'une cuve à ondes des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude **a** et de fréquence **N = 10 Hz**. On suppose qu'il n'y a ni réflexion, ni amortissement d'ondes.

A partir d'une date **t = 0**, des rides rectilignes se propagent à partir d'un point source **S** de la surface de l'eau, à la célérité **v**. L'élongation de la source **S** s'écrit :

$$y_S(t) = a\sin(20\pi t + \varphi_S) \quad , \quad t \geq 0.$$

Le graphe de la **figure 4** représente une coupe transversale, passant par S, de la surface libre de l'eau à une date t_0.

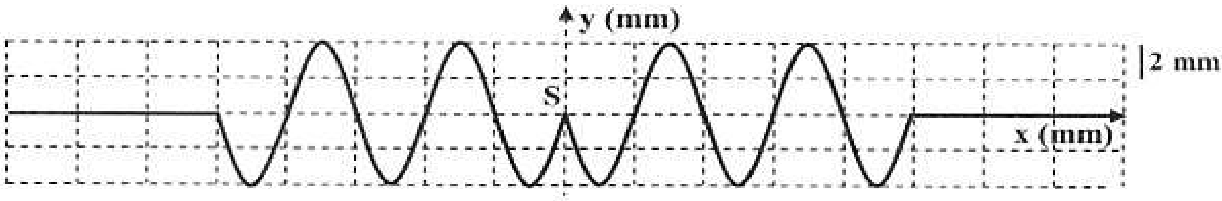


figure 4

1) A la date t_0, l'élongation de tout point **M** de la surface libre de l'eau, situé au repos à la distance **SM = x** de S, vérifie l'équation :

$$y_M(x) = a\sin(20\pi t_0 + \varphi_S - \frac{2\pi x}{\lambda}) \quad \text{tel que } -x_f \leq x \leq x_f$$

où x_f représente l'abscisse du front d'onde.

a- Déterminer la valeur de t_0.

b- Montrer que $\varphi_S = \pi$ **rad**.

2) A la date t_0, le front d'onde est situé à une distance $x_f = 45$ **mm**.

a- Calculer la valeur de longueur d'onde λ.

b- En déduire la valeur de la célérité **v** de propagation.

3) On considère les deux points **P** et **N**, de la surface de l'eau, repérés, au repos, respectivement par les abscisses $SP = x_P = 18$ **mm** et $SN = x_N = 22{,}5$ **mm**.

a- Déterminer le déphasage entre **P** et **N** : $\Delta\varphi = \varphi_P - \varphi_N$.

b- Déterminer les abscisses x_i des points M_i qui vibrent, à la date t_0, en quadrature retard de phase par rapport au point **N**.

Exercice

En un point **O** de la surface libre de l'eau d'une cuve à ondes, une source ponctuelle **S** impose, à partir de **t = 0 s**, des oscillations sinusoïdales verticales d'amplitude **a = 2 mm** et de fréquence **N = 20 Hz**.

Le mouvement du point **O** obéit à la loi horaire : $y_O(t) = a\sin(2\pi N t + \varphi_0)$ pour $t \geq 0$ **s** ; où φ_0 est la phase à **t= 0 s**.

On suppose qu'il n'y a ni réflexion ni amortissement de l'onde au cours de la propagation.

1) Décrire l'aspect de la surface libre de l'eau éclairée en lumière ordinaire.

2) On donne, sur la **figure 5**, le diagramme du mouvement d'un point $\mathbf{M_1}$ de la surface libre de l'eau situé à la distance $\mathbf{1{,}25.10^{-2}}$**m** de **O**. En exploitant la figure **5** :

a – déterminer l'équation horaire du mouvement du point $\mathbf{M_1}$ et déduire celle de **O** ;

b – calculer la valeur de la célérité **v** de l'onde créée à la surface de l'eau ;

c – déduire la valeur de la longueur d'onde **λ**.

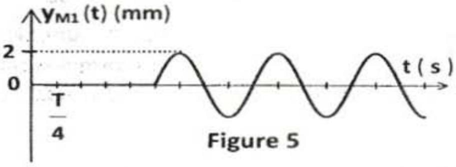


Figure 5

3) A l'instant t_1, l'aspect de la surface libre de l'eau est représenté par la **figure 6** ; où les cercles tracés en lignes continues représentent les crêtes et ceux tracés en lignes discontinues représentent les creux.

a – Montrer que $\mathbf{t_1 = 16{,}25.10^{-2}}$**s**.

b – En justifiant la réponse, comparer les états vibratoires des points $\mathbf{M_2}$ et $\mathbf{M_3}$ de la surface de l'eau.

c – Déterminer les lieux géométriques des points **M** de la surface libre de l'eau qui vibrent à l'instant $\mathbf{t_1}$ en quadrature avance de phase par rapport au point $\mathbf{M_2}$.

d – Représenter l'ensemble de ces points sur la **figure 8** de la **page 5/5**.

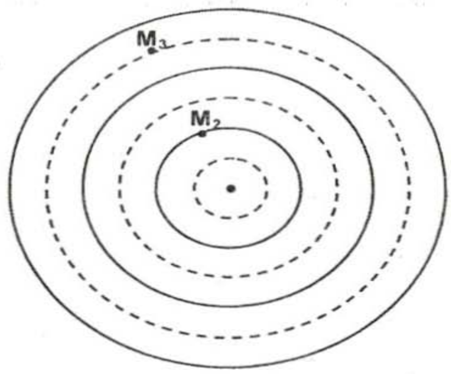


Figure 6

Exercice

Une corde élastique de longueur **L = 0,6 m** tendue horizontalement est attachée par son extrémité **S** au bout d'une lame vibrante qui lui communique des vibrations sinusoïdales transversales, d'amplitude **a = 4 mm** et de fréquence **N** (voir **figure 5**). Une onde progressive transversale de même amplitude **a** se propage le long de la corde à partir de **S** avec la célérité $\mathbf{v = 10\ m.s^{-1}}$.

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

Le mouvement de **S** débute à l'instant **t = 0** et admet comme équation horaire : $\mathbf{y_S(t) = 4.10^{-3}\sin(200\pi t + \pi)}$.

Figure 5

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 $(\mathbf{S}, \vec{\imath})$.
   Etablir l'équation horaire du mouvement de ce point.

   b) Montrer que les deux points **A** et **B** de la corde d'abscisses respectives $\mathbf{x_A = 2{,}5\ cm}$ et $\mathbf{x_B = 22{,}5\ cm}$ vibrent en phase.
3. L'aspect de la corde à un instant $\mathbf{t_1}$ est représenté sur la **figure 6**.

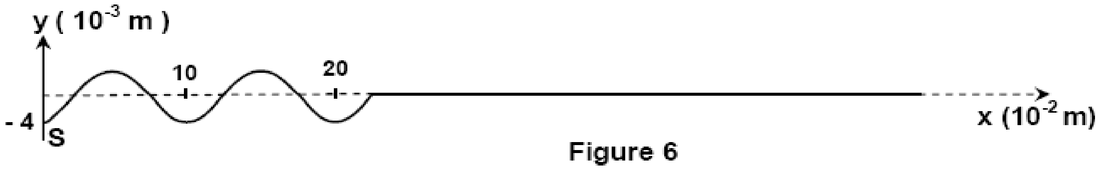


Figure 6

a) Déterminer graphiquement la valeur de $\mathbf{t_1}$.

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

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

Exercice

Un vibreur, muni d'une pointe fine, provoque des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude **a** et de fréquence **N** en un point **S** de la surface d'une nappe d'eau initialement au repos contenue dans une cuve à ondes. Les bords de la cuve sont tapissés avec de la mousse. Des ondes entretenues de forme circulaire se propagent à la surface de l'eau avec la célérité **v**. On néglige l'amortissement des ondes.

A l'instant **t = 0**, le point **S** débute son mouvement en partant de l'état de repos.

1- a) Indiquer pourquoi les bords de la cuve à ondes sont tapissés avec de la mousse.

b) Préciser, en le justifiant, si l'onde à la surface de l'eau est transversale ou longitudinale.

2- On considère deux points **A** et **B** de la surface de l'eau, situés sur un même rayon **Sx**, comme l'indique la Figure **5**.

Les courbes d'évolution au cours du temps des élongations $y_A(t)$ et $y_B(t)$ respectivement des points **A** et **B** sont données par la Figure **6**. On donne **AB = 6 mm**.

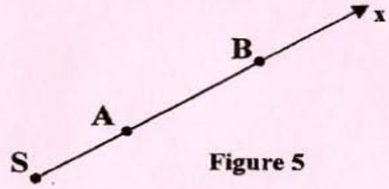


Figure 5

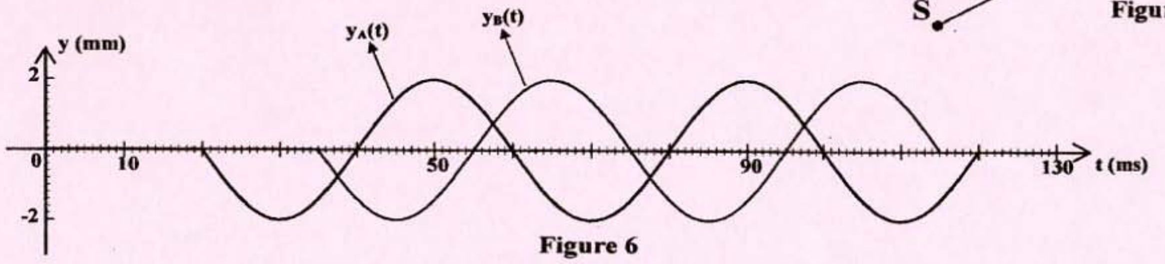


Figure 6

a) En exploitant la Figure **6**, déterminer:

- la fréquence **N** ;
- la durée Δt qui sépare les dates de passage de l'onde par les deux points **A** et **B**.

b) Calculer la célérité **v** de l'onde à la surface de l'eau. En déduire la longueur d'onde λ.

3- On remplace la pointe précédente par une réglette (**R**). Parallèlement à (**R**) et à une certaine distance, on place un obstacle (**P**) présentant une fente (**F**) dont la largeur **L** est du même ordre de grandeur que la longueur d'onde λ, comme le montre la Figure **7** de la page **5/5**.

On éclaire la surface de l'eau à l'aide d'un stroboscope de fréquence $N_e = N$.

a) Nommer le phénomène qui a lieu au niveau de la fente (**F**).

b) Compléter la Figure **7 de la page 5/5, à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie**, en schématisant l'aspect de la surface de l'eau de part et d'autre de l'obstacle (**P**).

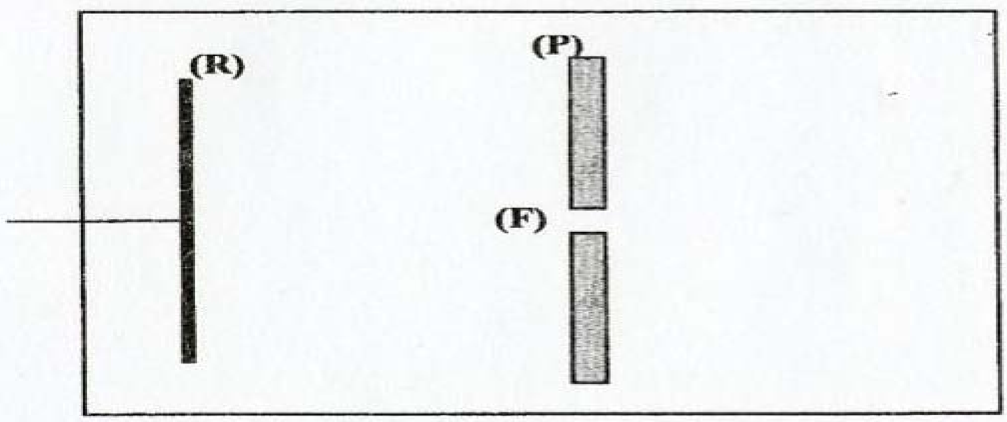


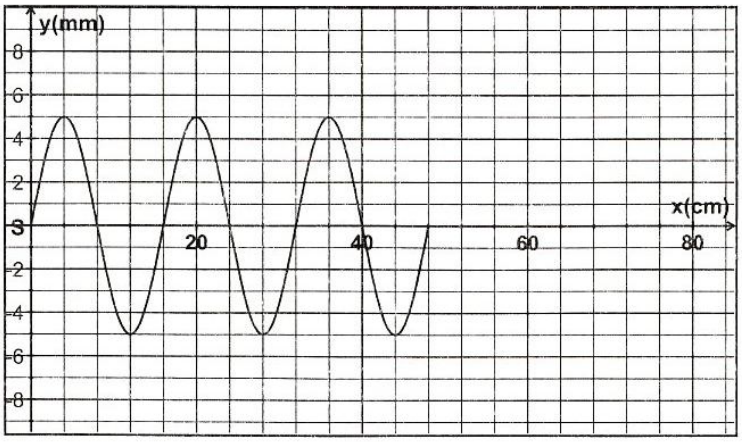
Figure 7

Exercice

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_o donné est représenté dans la figure **5**.
   a) Définir la longueur d'onde λ.
   b) A l'aide de la figure **5** :



– 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 :

$$\varphi_S = \pi \text{ rad}.$$

2. **a)** Sachant qu'un point M_1 de la corde d'abscisse $x_1 = 24$ cm au repos, est atteint par le front d'onde à l'instant $t_1 = 12$ ms :

– 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 horaire du mouvement du point M_1 de la corde.

3. **a)** Déterminer la valeur de l'instant t_o auquel correspond l'aspect de la corde, représenté dans la figure **5**.

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

Exercice

Une lame vibrante **L**, de fréquence **N** réglable, excite la surface libre de l'eau d'une cuve à ondes. Cette excitation donne naissance à une onde mécanique progressive rectiligne qui se propage à la surface de l'eau avec une célérité **v**. Pour assurer l'immobilité apparente de la surface de l'eau dans la cuve à ondes, on utilise un stroboscope de fréquence **Ne** réglable.

A un instant t_1 donné, et pour une fréquence N_1 de la lame **L**, l'immobilité apparente de la surface de l'eau est obtenue pour une fréquence maximale **Ne** du stroboscope égale à **20 Hz**. La surface de l'eau à l'instant t_1 est schématisée, sans échelle, sur la figure **4**. Les lignes de la figure **4** représentent les lieux des points d'élongation maximale de la surface de l'eau. Les points **A**, **B** et **C** de la figure **4** sont des points particuliers du milieu de propagation et situés sur le même prolongement.

1- a- Donner la valeur de la fréquence N_1 de la lame **L**.

b- Préciser l'état de vibration de chacun des points **B** et **C** par rapport au point **A**.

2-a- Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ de l'onde qui se propage, sachant que la distance entre **A** et **C** est $d_0 = 3,6$ cm.

b- En déduire la valeur de la célérité **v** de l'onde qui se propage.

3-Confirmer l'état de vibration de chacun des points **B** et **C** par rapport au point **A**, en se basant sur la valeur de la longueur d'onde λ.

4-a-Ecrire l'équation horaire d'un point **M** situé, au repos, à une distance **d** du point **A**, sachant que l'équation horaire de **A** est : $y_A(t) = 2.10^{-3}\sin(40\pi t)$, en **m**, pour $t \geq 0$.

b- Donner l'équation horaire de **M** pour $d = 2,7$cm et son état de vibration par rapport au point **A**.

5-a- Montrer que la distance d_1 parcourue par l'onde à l'instant t_1 est : $d_1 = 4,25\lambda$.

b- En déduire la valeur de t_1.

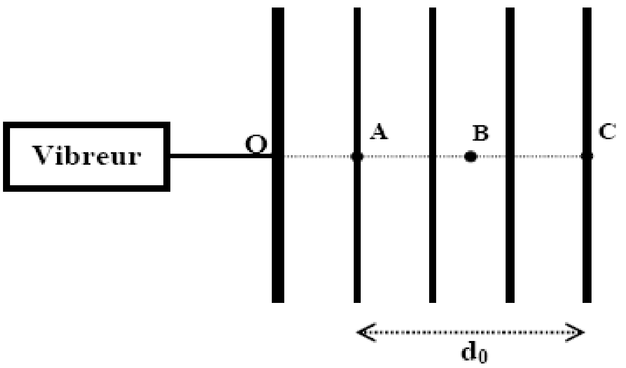


Fig 4

Exercice

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.

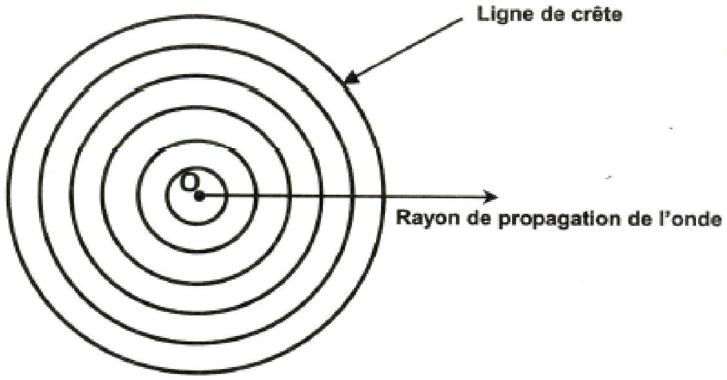


Figure 4

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

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 à **30 Hz** et selon un rayon de propagation, une nouvelle mesure de la valeur de la longueur d'onde donne $\lambda_2 = 6$ **mm.**

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 $N_2 = 30$ **Hz**, l'élongation d'un point **A**, appartenant à la 2ème ligne de crête de l'onde qui se propage, a pour expression: $y_A = a \sin(2\pi N t)$ 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 : $y_B = a \sin(2\pi N t + \varphi)$ pour $t \geq \theta$, avec $\theta = \dfrac{AB}{v_2}$.

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

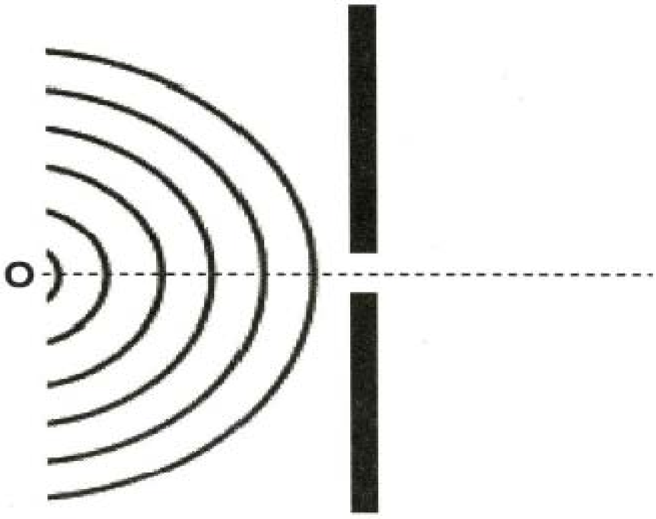
b- En déduire la nature de mouvement du point **B** par rapport à celle de **A**.

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

4- A une distance du point **O**, on place un obstacle muni d'une ouverture de largeur ℓ, comme le montre la figure **5** de la page 5/5 **(annexe)**. L'onde incidente, issue du point **O**, subit au niveau de cette ouverture une diffraction comparable à celle donnée par une onde plane.

a- Donner la condition sur la valeur ℓ pour que la diffraction de l'onde incidente ait lieu.

b- Schématiser, sur la **figure 5** de la page 5/5 **(feuille annexe à rendre avec la copie)**, la forme de l'onde qui se propage au delà de l'ouverture ℓ, en précisant sa longueur d'onde.



Exercice

Une corde élastique de longueur **L = 90 cm**, tendue horizontalement, est attachée par son extrémité **S** au bout d'une lame vibrante qui lui communique, à l'instant **t = 0**, des vibrations verticales sinusoïdales d'équation : $y_S(t) = a \sin(2\pi N t + \varphi)$; où **a, N** et φ désignent respectivement l'amplitude, la fréquence et la phase initiale de **S**.

On suppose qu'il n'y a ni amortissement, ni réflexion de l'onde issue de **S**.

1- **a-** Donner la définition d'une onde mécanique.
b- Préciser, en le justifiant, la nature (transversale ou longitudinale) de l'onde issue de **S** et se propageant le long de la corde.

2- Les courbes de la **figure 4** représentent les diagrammes de mouvement de deux points **A** et **B** de la corde distants, lorsque la corde est au repos, de : **d = AB = 0,15 m**.

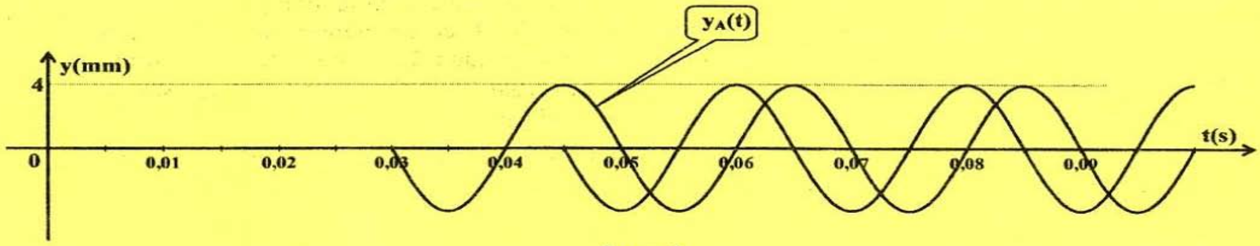


figure 4

a- Déterminer les valeurs de l'amplitude **a** et de la fréquence **N** de l'onde issue de **S**.

b- Montrer que la longueur d'onde $\lambda = \dfrac{4d}{3}$. Calculer sa valeur.

c- Déterminer la valeur de la phase initiale φ de **S**.

d- Comparer les mouvements des points **A** et **B**.

e- Préciser la valeur de l'élongation du point **A** et le signe de sa vitesse à l'instant t_1 = **70 ms**.

3- L'aspect de la corde à l'instant t_1 = **70 ms** est représenté sur la **figure 5**.

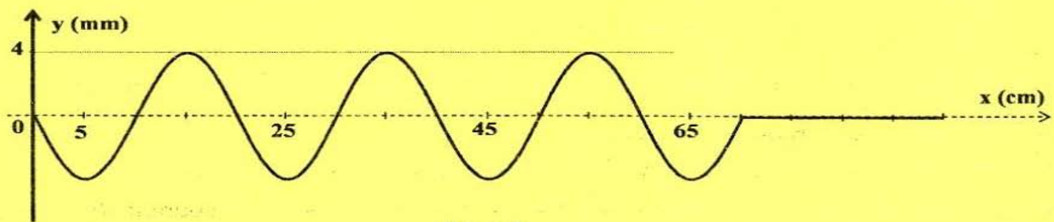
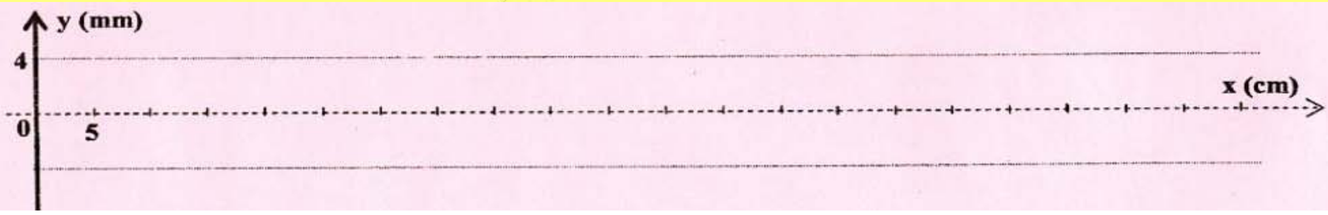


figure 5

a- Déterminer à l'instant t_1, les abscisses des points de la corde ayant la même élongation que le point **A** et une vitesse positive.

b- Représenter, sur la **figure 6 de la page 5/5**, l'aspect de la corde à l'instant t_2 = **85 ms**.



Exercice

Une lame vibrante munie d'une pointe produit, à partir de l'instant $t = 0$, en un point **S** d'une nappe d'eau d'épaisseur constante d'une cuve à ondes, des vibrations sinusoïdales verticales d'équation : $y_S(t) = 2.10^{-3}\sin(40\pi t)$ pour $t \geq 0$; l'élongation **y** étant exprimée en mètre (**m**) et le temps **t** en seconde (**s**).

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

1- Décrire l'aspect de la surface de l'eau observée en lumière stroboscopique de fréquence $N_e = 20$ **Hz**.

2- La courbe de la **figure 7** représente une coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par **S** à un instant t_1. A cet instant, l'élongation de **S** est nulle.

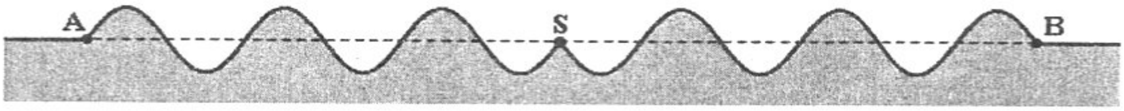


figure 7

Les points **A** et **B** sont distants de : **d = 6 cm**.

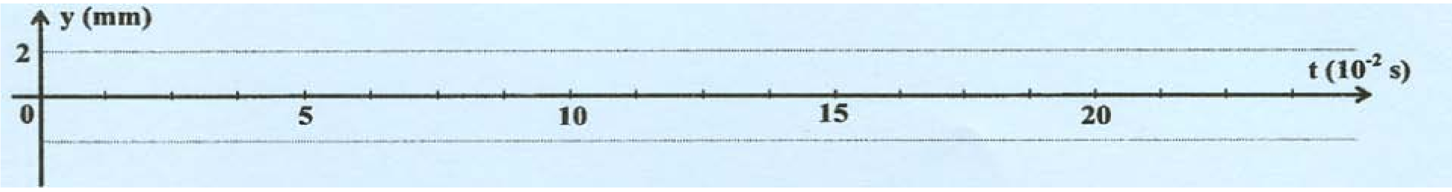
a- Définir la longueur d'onde λ .

b- En exploitant la courbe de la **figure 7**, déterminer la valeur de λ. En déduire celle de la célérité **v** de l'onde.

c- Déterminer la valeur de t_1.

3- **a-** Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point **C** de la surface libre de l'eau, situé à la distance **SC = 2,5 cm** de la source **S**.

b- Représenter, sur la **figure 8 de la page 6/6**, le diagramme de mouvement du point **C**.



Exercice

Une fente fine de largeur **a** est éclairée par un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ. Sur un écran **E**, placé au-delà de la fente, perpendiculairement au faisceau de lumière et à une distance **D** du plan de la fente, se forme une figure de diffraction.

1- Décrire, brièvement, la figure de diffraction qui se forme sur **E**.

2- Justifier, le caractère ondulatoire de la lumière mis en évidence dans cette expérience.

3- Etablir, une relation entre **L**, **D** et **θ**, avec **L** la largeur de la tache centrale et **θ** la demi-largeur angulaire (on supposera que: $tg(\theta) \approx \theta$).

4-a- Montrer, que **L** est donnée par la relation : $L = \dfrac{2\lambda D}{a}$, en sachant que $\theta = \dfrac{\lambda}{a}$.

b- Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ de la lumière utilisée.

On donne : **a = 200 µm**, **D = 2 m et L = 12,5 mm.**

5- On remplace la fente par un fil en soie de diamètre **d**, tout en gardant la même distance **D** et la même source lumineuse du montage précédent. Une figure de diffraction se forme sur l'écran **E**, mais avec une nouvelle valeur de la largeur **L'** de la tache centrale égale à **13,5 mm.**

a- Justifier la formation de la figure de diffraction dans le cas de ce fil en soie de diamètre **d**.

b- Calculer la valeur du diamètre **d**.

On donne : 1 **µm** = 10^{-6} **m**.

Exercice

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 $t_0 = 0s$.

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 transversale ou longitudinale?

2) A l'instant $t_1 = 2.10^{-2}s$, 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 donnée par la **figure3**.

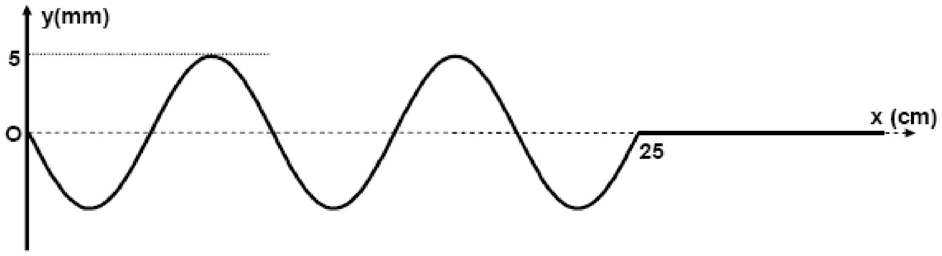


Figure 3

a- En exploitant cette courbe, déterminer les valeurs de:

- l'amplitude **a**,
- la longueur d'onde λ ,
- l'instant t_2.

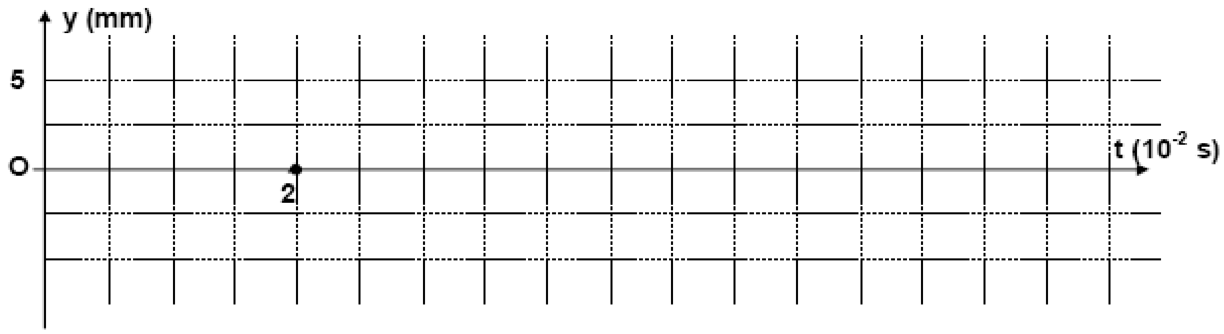
b- Déterminer la valeur de la fréquence **N**.

c- Montrer que la phase initiale φ de **S** est égale à π rad.

4) **a-** Représenter, sur la **figure 4** de la **feuille annexe (page 5/5)**, le diagramme du mouvement du point M_1.

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

Une pointe liée à une lame vibrante produit en un point S, de la surface libre d'une nappe d'eau au repos, des vibrations sinusoïdales verticales. La source **S** débute son mouvement à l'instant du date t = 0 s. On néglige l'amortissement et la réflexion des ondes issues de S.

1) Décrire, brièvement, la surface de la nappe d'eau en lumière ordinaire.

2) Le phénomène observé est plus net au voisinage de S. Justifier.

3) La courbe d'évolution au cours du temps de l'élongation d'un point M_1 du milieu de propagation, se trouvant au repos à une distance $r_1 = 1,5$ **cm** de S, est donnée par la **figure 3**.

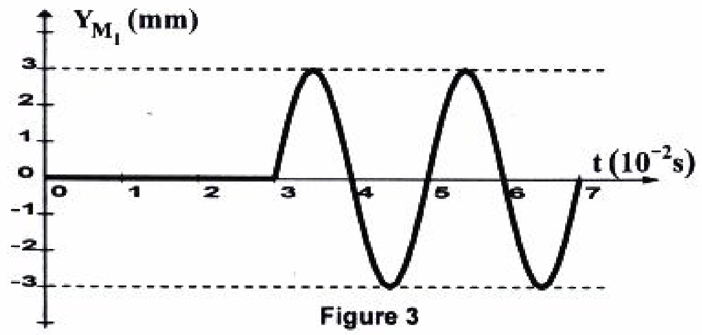


Figure 3

a- Montrer que la valeur de la célérité de l'onde qui se propage à la surface de l'eau est **V = 0,5 m.s^{-1}**.

b- Définir la longueur d'onde **λ** d'une onde progressive. Déterminer la valeur **λ** de l'onde considérée.

c- Déterminer l'équation horaire du mouvement du point M_1. On précisera les valeurs de l'amplitude, de la pulsation et de la phase initiale.

d- Déduire l'équation horaire du mouvement de la source S.

4) La courbe de la **figure 4** représente, à un instant de date t_1, une coupe transversale de la surface de l'eau suivant un rayon (Or). Le point O coïncide avec la position de S au repos.

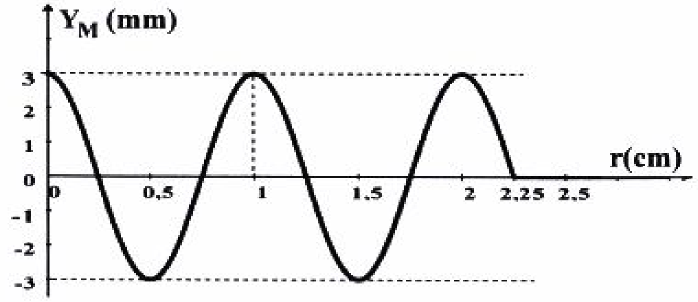


Figure 4

En exploitant cette courbe, déterminer :

a- l'instant de date t_1 ;

b- les positions de tous les points vibrants en quadrature de phase avec la source S à cet instant.

5) On remplace la pointe vibrante par une réglette **(R)** produisant des ondes mécaniques rectilignes. Ces ondes se propagent à la surface de l'eau et traversent une fente **F** de largeur **a** réglable, pratiquée dans une plaque (**P**) disposée parallèlement à la réglette **(R)**.

Le phénomène observé à la surface de l'eau à un instant de date t_2 correspond au schéma de la **figure 5**.

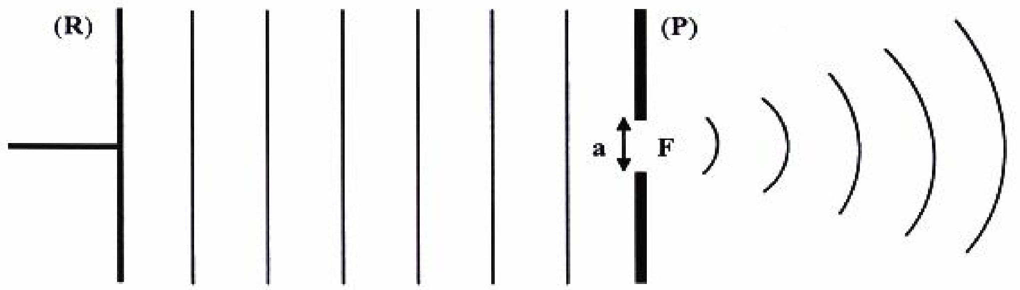


Figure 5

a- De quel phénomène s'agit-il ?

b- La longueur d'onde **λ** de l'onde transmise à travers la fente **F** est-elle supérieure, inférieure, ou égale à celle de l'onde incidente ? Justifier.

c- Comment faut- il agir sur la largeur **a** de la fente **F** pour que le phénomène soit plus appréciable ? Justifier.