

Exercice N°1:

Une corde de longueur $L=1\text{m}$ est tendue horizontalement. L'extrémité S est liée à une lame vibrante animée d'un mouvement rectiligne sinusoïdale de fréquence $N=50\text{Hz}$.

Un dispositif d'amortissement placé en B empêche toute réflexion des ondes. On néglige l'amortissement. La source S débute son mouvement à partir de sa position d'équilibre en allant dans le sens positif ascendant à la date $t_0=$ avec la vitesse $0,3\pi\text{ ms}^{-1}$.

1. Montrer que l'amplitude de S est $a=3\text{mm}$ et que sa phase initiale est nulle.
2. Ecrire l'équation du mouvement d'un point M de la corde d'abscisse x dans le repère $(O ; i)$ avec O la position d'équilibre de S en fonction de : a, N, x, λ et t .
3. a) Exprimer en fonction de λ l'abscisse des points de la corde qui vibrent en quadrature avance de phase sur S pour $t \geq L/C$. (C est la célérité de propagation des ondes).
b) L'abscisse du 4^{ème} point M_4 vibrant en quadrature avance de phase sur S est $x_4=60\text{cm}$. Déduire que la valeur de la longueur d'onde est $\lambda=16\text{cm}$. Calculer alors C.
c) Ecrire l'équation du mouvement de M_4 .
4. Tracer sur le même système d'axe les diagrammes des mouvements de S et M_4 .
5. a) Représenter l'aspect de la corde à la date $t_1=0,1\text{s}$.
b) Placer sur ce graphique les points de la corde qui ont à cet instant l'élongation $y=(1/2)a$, déplaçant dans le sens positif.

Exercice N°2:

Un haut parleur assimilé à une source ponctuelle S est alimenté par un générateur de basse fréquence. La fréquence des vibrations électriques sinusoïdales appliquées à l'entrée du haut parleur est réglable.

Les ondes sonores émises sont assimilées à des ondes sphériques, la célérité du son a une même valeur ($340\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) dans toutes les directions.

1. En un point M_1 situé à la distance $d_1=2\text{m}$ de S, on place un microphone, lui aussi considéré comme ponctuel.
Pour quelles valeurs de la fréquence les vibrations du haut-parleur et du microphone sont-elles en phase ? En opposition de phase ?
2. On fixe la fréquence à 510Hz . Préciser le nombre et les positions des points M appartenant au segment SM vibrant en phase avec M_1 .
3. On prend $N=550\text{Hz}$. De quelles distances minimales faut-il approcher ou éloigner le microphone sur le segment SM_1 pour détecter une vibration sonore en phase avec la source ?

Exercice N°3:

La lame d'un vibreur est animée d'un mouvement sinusoïdale d'amplitude $a = 2\text{mm}$ et de fréquence $N = 50\text{Hz}$. Il excite transversalement l'extrémité A d'une longue corde tendue. Le

mouvement de la lame débute à l'instant $t = 0 \text{ s}$, on se déplaçant dans le sens négatif. On néglige la réflexion et l'amortissement de l'onde sur la corde.

1. Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point A .
2. Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point M d'abscisse $x = AM$.
3. a) A quel instant θ_B le point B de la corde d'abscisse $x_B = 0,8 \text{ m}$, commence-t-il à vibrer ?

On donne célérité des ondes sur la corde est $v = 16 \text{ m.s}^{-1}$

- b) Calculer la longueur d'onde λ
 - c) Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point B . Comparer le mouvement de B à celui de A .
 - d) Donner la représentation graphique de $y_A(t)$ et $y_B(t)$.
 - e) Quelle est la vitesse du point B à l'instant $t = 4,75 \cdot 10^{-2} \text{ s}$?
4. Représenter l'aspect de la corde à l'instant $t = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$
 5. Déterminer en nombre et en position les points de la corde qui vibrent en phase avec la source à $t = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$.
 6. On éclaire la corde avec un stroboscope de fréquence Ne . Qu'observe-t-on si :
 - $Ne = 25 \text{ Hz}$
 - $Ne = 49 \text{ Hz}$

Exercice N°4:

La célérité des ondes à la surface d'une eau est $v = 0,2 \text{ m.s}^{-1}$

Un dispositif approprié permet d'éviter la réflexion des ondes.

Une lame vibrante porte une pointe dont l'extrémité S , animée d'un mouvement vertical sinusoïdal d'amplitude $a = 5 \text{ mm}$, frappe la surface de l'eau.

- 1) a) Que doit-on faire pour éviter la réflexion des ondes ?
- b) Décrire le phénomène observé.
- 2) Un stroboscope éclaire la surface de l'eau. La fréquence f_e des éclaires est constante : $f_e = 25 \text{ Hz}$. On augmente progressivement, à partir de la valeur 0, la fréquence de vibration de la lame. Pour une fréquence f de la lame, on observe pour une première fois l'immobilité apparente à la surface de l'eau.

- a) Calculer la fréquence f des vibrations de la lame.
- b) Calculer la longueur d'onde du mouvement vibratoire se propageant à la surface de l'eau.

On prendra pour origine des temps, l'instant où la pointe en contact avec la surface immobile de l'eau se met à vibrer en se déplaçant dans le sens négatif descendant.

- a) Pour la fréquence f déterminer l'équation horaire du mouvement de S .
- b) Pour la fréquence f déterminer l'équation horaire du mouvement d'un point M de la surface d'eau se trouvant à la distance $d = 1,2\text{ cm}$ de S .
- c) Représenter sur un même schéma les courbes $y(S,t)$ et $y(M,t)$
- d) Représenter l'aspect de la surface de l'eau à l'instant $t_0 = 70\text{ ms}$. Faire une coupe dans le plan vertical contenant la source S .

Exercice N°5:

Etude d'un texte scientifique

Le son se propage comme une onde : L'air vibre, mais en moyenne reste sur place alors que l'onde, c'est-à-dire le mouvement se propage de proche en proche sur des grandes distances. On compare souvent le phénomène à la propagation dans une chaîne des masses séparée par des ressorts : en oscillant, une masse comprime et relâche les ressorts contigus qui déplacent les masses suivantes, ces oscillations se transmettent ainsi de proche en proche.

Que l'air soit un ressort, nous en avons tous l'expérience en bouchant l'extrémité d'une pompe à vélo : si l'on comprime l'air puis on relâche la poignée, celle-ci est rejetée par l'air.

Quant à la masse volumique de l'air, elle est faible $1,3\text{ Kg.m}^{-3}$, soit un peu plus de 1/1000 de celle de l'eau.

Plus le ressort est mou ou plus la masse est forte, moins l'onde se propage rapidement. Ceci explique pourquoi l'air et l'eau ont des vitesses du son qui ne sont pas très différentes (1500 m.s^{-1} pour l'eau contre 340 m.s^{-1} pour l'air dans les conditions normales) : l'eau est beaucoup plus dense, mais elle est beaucoup plus rigide.

❖ **Questions :**

- 1) Quelle particularité des ondes illustre cette phrase : " L'air vibre, mais en moyenne, reste sur place "
- 2) Le signal qui se propage le long de " la chaîne de masses séparées par des ressorts " est-il un signal transversal ou longitudinal ? Pourquoi ?
- 3) Lorsqu'une onde sonore se propage dans l'air s'agit-il d'une onde transversale ou longitudinale.
- 4) Quels sont les facteurs qui influent principalement sur la célérité d'une onde ou d'un signal mécanique dans un milieu matériel.