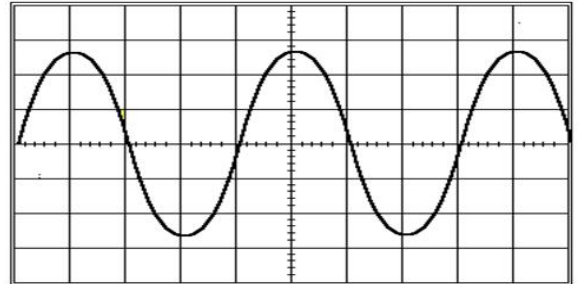


SERIE N°1 : GENERALITES

EXERCICE N°1

1. On fait vibrer un diapason en face d'un haut-parleur relié à un oscillographe. On obtient l'oscillogramme suivant :

- a) Quelle est la nature du son émis par le diapason ?
- b) La base de temps étant **5 ms/div**, déterminer la période et la fréquence du son émis par le diapason.



2. a) Représenter le vecteur de Fresnel associé à chacune de fonctions sinusoïdale suivantes :

$$y_1 = 2 \cdot 10^{-2} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}); y_2 = 3 \cdot 10^{-2} \sin(\omega t - \frac{\pi}{6})$$

b) Calculer le déphasage entre les deux fonctions et en déduire le décalage horaire.

EXERCICE N°2 :

1. Calcule le déphasage entre les fonctions sinusoïdales suivantes :

a) $y_1 = a \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$ et $y_2 = 2a \sin(\omega t + \pi)$;

b) $y_3 = 2a \sin(\omega t + \pi)$ et $y_4 = a \sin \omega t$;

c) $y_5 = a \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$ et $y_6 = \frac{a}{2} \sin(\omega t + \frac{3\pi}{2})$;

d) $y_7 = a \sin(\omega t + \frac{\pi}{3})$ et $y_8 = a \sin(\omega t + \pi)$.

2. Préciser dans chaque cas si les deux fonctions sont en phase, en opposition de phase ou en quadrature de phase.

3. Calculer le décalage horaire entre les deux fonctions dans chaque cas.

EXERCICE N°3 :

Un disque blanc portant un secteur noir est en mouvement de rotation uniforme. On veut déterminer la fréquence N de rotation du disque. On éclaire ce disque avec un stroboscope de fréquence réglable Ne. Le secteur noir paraît immobile lorsque la fréquence des éclairs est **Ne = 50Hz**.

- 1. Déterminer les valeurs possibles de la fréquence N et de la vitesse angulaire.
- 2. Lorsqu'on augmente progressivement la valeur Ne de la fréquence des éclairs, on observe à nouveau l'immobilité apparente pour **Ne = 150Hz**, puis on ne l'observe plus. En déduire la valeur de N.
- 3. Qu'observe-t-on pour les valeurs suivantes de Ne :
 a. Si Ne = 300Hz ; b. Si Ne = 30Hz ; c. Si Ne = 148Hz ; d. Si Ne = 152Hz.

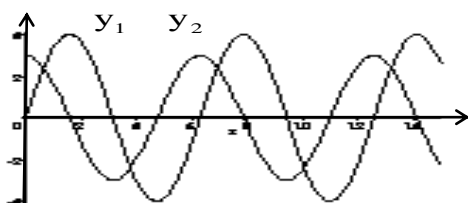
EXERCICE N°4 :

Un disque noir portant un rayon blanc est en rotation uniforme dont la fréquence est réglage entre **10Hz** et **180Hz**. Le disque est éclairé par un stroboscope dont la plus grande valeur de la fréquence de éclairs pour laquelle on observe un rayon immobile sur le disque est **Ne = 50Hz**.

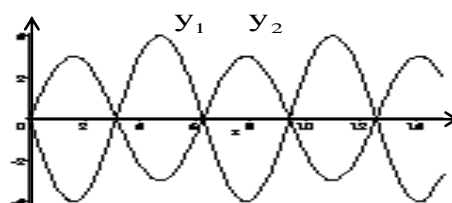
- 1. Déterminer les valeurs possibles de la fréquence N de rotation du disque.
- 2. Déterminer les valeurs possibles de la fréquence N si on observe :
 a) deux rayons immobiles diamétralement opposés ; b) trois rayons immobiles.
- 3. Quel fait observe-t-on pour **Ne = 52Hz**.

EXERCICE N°5

Comparer les fonctions représentées ci-dessous et préciser celle qui est en avance par rapport à l'autre.



1



SÉRIE N°2 : PROPAGATION D'UN PHÉNOMÈNE VIBRATOIRE**EXERCICE N°1 :**

Un vibreur est animé d'un mouvement sinusoïdal entretenu de fréquence $N = 50\text{Hz}$. On néglige l'amortissement des ondes lors de la propagation. À l'extrémité O de la lame de ce vibreur, on fixe une corde élastique horizontale. L'autre extrémité de la corde comporte un dispositif empêchant la réflexion des ondes. Le vibreur impose au point O un mouvement vibratoire sinusoïdal vertical d'amplitude a . La célérité de propagation des ondes est $C = 10\text{m/s}$.

- Définir et calculer la longueur d'onde λ .
- En prenant comme origine des temps l'instant où la lame passe par sa position d'équilibre dans le sens des élongations positives :
 - Ecrire l'équation y_O du mouvement de O.
 - Ecrire l'équation y_A du mouvement d'un point A de la corde situé à une distance $x = 5\text{cm}$ de O. Quel est le déphasage entre les mouvements de O et de A ?
 - Représenter sur le même graphe $y_O(t)$ et $y_A(t)$ et conclure.
- Représenter l'aspect de la corde aux instants $t_1 = 0,04\text{s}$ et $t_2 = 0,05\text{s}$.

EXERCICE N°2 :

Un vibreur est animé d'un mouvement sinusoïdal entretenu de fréquence $N = 100\text{Hz}$. On néglige l'amortissement des ondes lors de la propagation. À l'extrémité S de la lame de ce vibreur, on fixe une corde élastique horizontale. L'autre extrémité de la corde comporte un dispositif empêchant la réflexion des ondes. Le vibreur impose au point O un mouvement vibratoire sinusoïdal d'équation $y_S = a \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$.

La célérité de propagation des ondes est $C = 20\text{m/s}$.

- Calculer la longueur d'onde λ .
- Ecrire l'équation y_M du mouvement d'un point M de la corde situé à une distance $x = 10\text{cm}$ de S. Quel est le déphasage entre les mouvements de S et de M ?
- Représenter sur le même graphe $y_S(t)$ et $y_M(t)$ et conclure.
- Représenter l'aspect de la corde à l'instant $t = 0,025\text{s}$.
- Quels sont les abscisses des points qui vibrent :
 - en phase avec la source S ;
 - en opposition de phase avec la source

EXERCICE N°3 :

La pointe d'un vibreur, de fréquence 15Hz , frappe verticalement la surface d'une nappe d'eau au point S.

- Qu'observe-t-on en éclairant la surface de l'eau à l'aide d'un stroboscope réglé sur 15Hz ?
- La vitesse apparente des ondes à la surface de l'eau est $C_a = 5,6\text{c.m}^{-1}$ lorsque la fréquence des éclairs est 13Hz . Déterminer la célérité des ondes à la surface de l'eau et la longueur d'onde λ .
- Qu'observe-t-on à la surface de l'eau si le stroboscope est réglé à 16Hz ? Préciser la vitesse apparente.
- Comparer le mouvement de la source et d'un point A de la surface du liquide situé à $1,4\text{cm}$ de S.
- Comparer le mouvement de la source et d'un point B de la surface du liquide situé à $8,4\text{cm}$ de S.
- Comment vibrent les points A et B ?

EXERCICE N°4 :

Lors d'une expérience sur une cuve à ondes, on observe une onde rectiligne sous éclairage stroboscopique. La fréquence du vibreur est $N = 20\text{Hz}$ et la distance entre cinq rides consécutives est $d = 12\text{cm}$.

- Calculer la longueur d'onde λ .
 - Calculer la célérité de propagation de l'onde à la surface de l'eau contenue dans la cuve.
- On éclaire la surface de la cuve avec une lumière stroboscopique. On donne les variations de la fréquence des éclairs a) $N_e = 20\text{Hz}$, b) $N_e = 22\text{Hz}$ et c) $N_e = 18\text{Hz}$. Pour chaque valeur de N_e qu'observe-t-on à la surface de l'eau ? Déterminer la célérité apparente de l'onde.
- Représenter l'aspect de la surface de l'eau à la date $t = 0,1\text{s}$.

SERIE N°3 : SUPERPOSITION DE DEUX PHÉNOMÈNES VIBRATOIRES**EXERCICE N°1 :**

La lame d'un vibreur, reliée à une fourche présentant deux pointes, frappent la surface libre de l'eau en deux points S_1 et S_2 . On prend $y_{S_1} = y_{S_2} = a \sin \omega t$. Soit un point M de la surface libre de l'eau situé à la distance d_1 de S_1 et d_2 de S_2 . La fréquence des vibrations de la lame est $N = 100\text{Hz}$, la distance $S_1S_2 = 8\text{cm}$ et la célérité de propagation des ondes $C = 180\text{cm/s}$.

1. Qu'observe-t-on à la surface libre de l'eau ?
2. Déterminer l'élongation de l'onde résultante au point M :
 - a) En utilisant la relation trigonométrique $\sin p + \sin q = 2 \cos \frac{p-q}{2} \sin \frac{p+q}{2}$
 - b) En utilisant la construction de Fresnel.
3. Déterminer l'expression de la différence de marche $d_2 - d_1$ des points d'amplitude maximale et des points d'amplitude nulle.
4. Déterminer le nombre de franges d'amplitude maximale et celui de franges d'amplitude nulle.
5. Représenter sur un même schéma le système des franges d'amplitude maximale (en traits pleins) et celui de franges d'amplitude nulle (en pointillés).

EXERCICE N°2 :

Une lame vibrante est munie de deux pointes identiques et parallèles qui frappent verticalement la surface libre de l'eau en deux points S_1 et S_2 . La fréquence des vibrations de la lame est $N = 60\text{Hz}$. L'amplitude de ces vibrations est $a = 2\text{mm}$. La célérité de propagation des ondes est $C = 30\text{cm/s}$. Il n'y a ni amortissement ni réflexion des ondes.

1. Déterminer la longueur d'onde λ .
2. Déterminer l'élongation de l'onde résultante en un point M de la surface libre de l'eau situé à la distance d_1 de S_1 et d_2 de S_2 , sachant qu'à l'instant initial les sources S_1 et S_2 quittent leur position d'équilibre vers les élongations négatives.
3. Déterminer l'état vibratoire des points suivants :
 - a) M_1 ($d_1 = 3,75\text{cm}$ et $d_2 = 4,5\text{cm}$) ;
 - b) M_2 ($d_1 = 4\text{cm}$ et $d_2 = 5,5\text{cm}$) ;
 - c) M_3 ($d_1 = 4,2\text{cm}$ et $d_2 = 5\text{cm}$)

EXERCICE N°3 :

On réalise l'expérience de Melde à l'aide d'une corde tendue horizontalement. L'extrémité S de la corde est reliée à un vibreur animé de mouvement vibratoire sinusoïdal. L'autre extrémité O supporte une masse marquée m permettant la réflexion des ondes.

1. On donne l'équation de l'onde incidente en O $y_{iO} = a \sin \omega t$. On considère un point M de la corde situé à une distance $x = OM$ de O. Déterminer l'équation y_M de l'onde résultante au point M.
2. Déterminer les positions des nœuds et des ventres.
3. Déterminer la longueur d'un fuseau.
4. La fréquence du vibreur est $N = 50\text{Hz}$, la célérité de propagation des ondes le long de la corde $C = 15\text{m/s}$. Calculer la longueur $L = SO$ permettant d'observer 4 fuseaux.

EXERCICE N°4 :

Une corde verticale OO' , de longueur 1m est attachée, à sa partie supérieure O, à l'une des branches d'un diapason entretenu, de fréquence $N = 50\text{Hz}$. Son extrémité inférieure O' est pratiquement immobilisée par une plaque métallique mince, percée d'un petit trou au travers duquel passe la corde. Une charge, de poids P, accrochée à l'extrémité inférieure O', tend la corde.

1. Sachant que la corde vibre fortement en seul fuseau pour $P = 20\text{N}$, calculer la masse de la corde. On donne $C^2 = P/\mu$.
2. Pour quelles valeurs du poids P la corde se partage-t-elle, en vibrant, en 2 ; 3 ; 4 fuseaux ? Pour le cas de 3 fuseaux, représenter la corde et donner la position des nœuds et des ventres.

SERIE N°4 : INTERFERENCES D'ONDES LUMINEUSES

EXERCICE N°1 :

On réalise une expérience d'interférences à l'aide du dispositif des fentes de Young. La distance $S_1S_2 = a = 1 \text{ mm}$ et l'écran se trouve à une distance $D = 2\text{m}$ du plan contenant les fentes S_1 et S_2 . La source S est située à une distance $d = 20\text{cm}$ du plan contenant S_1 et S_2 . Un point M de l'écran, contenu dans le champ d'interférence, est situé à une distance $x = OM$. Il est situé à une distance $d_1 = S_1M$ de S_1 et $d_2 = S_2M$ de S_2 . Soit $\lambda = 0,6\mu\text{m}$ la longueur d'onde de la radiation lumineuse émise par la source S.

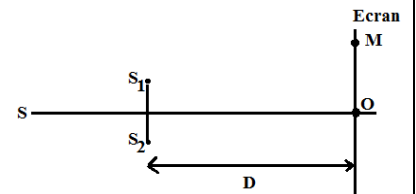
1. Faire le schéma du dispositif des fentes de Young.
2. Quels sont les faits observés sur l'écran ? Interpréter ces faits.
3. a) Etablir l'expression de la différence de marche $d_2 - d_1$.
- b) Définir l'interfrange. Etablir son expression et calculer sa valeur.
4. Calculer la distance entre la 5^è frange brillante en haut de la frange centrale et la 5^è frange sombre en bas de la frange centrale.

EXERCICE N°2 : (Bac D 2008, 2nd groupe)

Une source lumineuse monochromatique S éclaire un écran percé de deux trous S_1 et S_2 ; S, S_1 et S_2 appartiennent à un même plan vertical. S_1 et S_2 sont à la même distance de S.

$d(S_1S_2) = a = 1,2\text{mm}$. $\lambda = 0,588\text{m}$.

1. Qu'observe-t-on sur l'écran vertical, parallèle à (S_1S_2) , situé à $D = 2\text{m}$?
2. Un point M de l'écran est situé à une distance x de la frange centrale.
- a) Etablir l'expression de la différence de marche $d_2 - d_1$.
- b) Définir l'interfrange et le calculer.



- c) M appartient à la neuvième frange brillante à partir de la frange centrale. Calculer x.

EXERCICE N°3 : (Exercice N°2 du BAC série D 2001)

On réalise l'expérience de Young à l'aide d'une fente S équidistante de deux autres fentes très fines S_1 et S_2 , parallèles à S, percées dans un écran E'. La distance des deux fentes S_1 et S_2 est $a = 0,80\text{mm}$. Un écran E est placé à la distance $D = HO = 2,40\text{m}$ de E', H étant le milieu du segment S_1S_2 et O la projection orthogonale de S sur l'écran E. La fente S est éclairée par une lumière monochromatique.

1. Qu'observe-t-on sur l'écran E ?
- 2.a) Etablir l'expression de la différence de marche δ entre les vibrations lumineuses interférant au point M de l'écran E tel que $OM = x$.
- b) Sachant que le point M, défini par $OM = 12,60\text{mm}$, est situé au milieu de la septième frange brillante (la frange centrale étant numérotée zéro), calculer la longueur d'onde λ .

EXERCICE N°4 : (Bac Niger 2003 2^{ème} groupe Série D)

Une lumière monochromatique de longueur d'onde λ issue d'une fente F, tombe sur un écran K percé de deux fentes F_1 et F_2 parallèles à F. Un dispositif spécial permet de faire varier la distance a entre les fentes F_1 et F_2 ($F_1F_2 = a$) qui restent toujours situés égale distance de F.

- 1) On dispose un écran E, parallèle à K et à une distance D de celui-ci.
 - a) Qu'observe-t-on sur l'écran ?
 - b) Déterminer la différence de marche $\Delta = F_2M - F_1M$, pour un point M de l'écran à une distance x de la frange centrale. En déduire l'expression i (interfrange).
- 2) On mesure dans le plan E, l'intervalle L séparant N franges brillantes consécutives. Etablir la formule donnant a en fonction de λ , N, D et L.
- 3) On augmente l'intervalle $a = F_1F_2$. Qu'en résulte-t-il sur le phénomène observé ? D'autre part on remarque que pour un interfrange inférieur à 0,2mm, l'observation du phénomène devient très difficile à l'œil nu.

Quelle est alors la valeur limite a de la distance F_1F_2 séparant les deux fentes ?

- 5) Combien observe-t-on de franges brillantes sur l'intervalle $L = 7,2\text{mm}$ de l'écran E quand $a = a'$? La mesure de l'intervalle est faite à partir de la frange centrale.