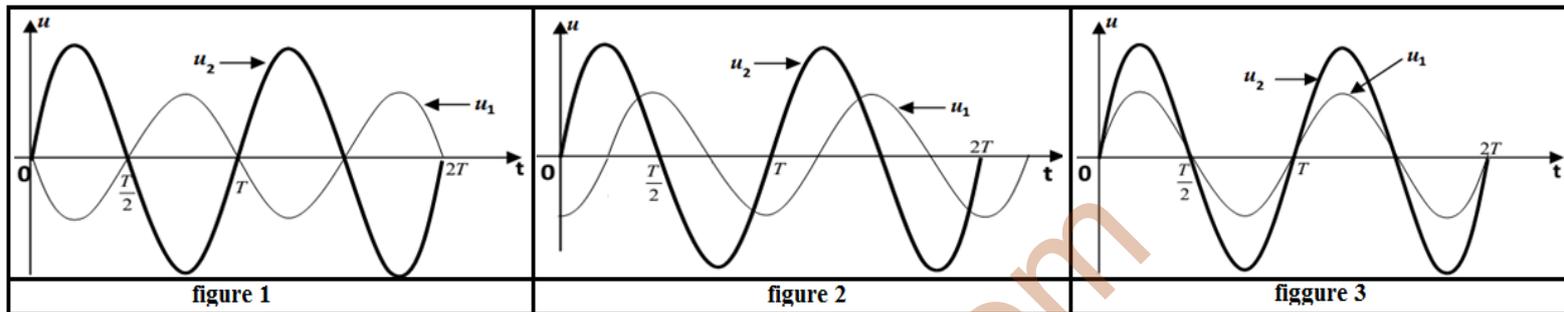


COLLEGE SAINT-JOSEPH : TD PHYSIQUE N°8 Tle C, D, TI
MODULE 4, Leçon1: Généralités sur les systèmes oscillants
PAR M.FOTCHOU Merlin

Exercice 1: Questions de cours

- Définir : a) phénomène périodique ; b) système oscillant ; c) grandeur sinusoïdale ; d) amplitude ; e) période ; f) fréquence ; g) stroboscopie ; h) stroboscope ; i) période des éclairs ; j) fréquence des éclairs.
- Citer des exemples de systèmes oscillants.
- Expliquer le terme «**persistance des impressions rétinienne**»
- Répondre par «vrai » ou « Faux » puis justifier.
 - Tout phénomène périodique est sinusoïdal.
 - Tout système oscillant est sinusoïdal.
- Donner le principe de la construction de Fresnel.
- pour chacune des figures ci-dessous, préciser le déphasage particulier entre les fonctions u_1 et u_2 .



Exercice 2:

Les grandeurs physiques associées à deux phénomènes oscillatoires, sont données par les relations :

$$u(t) = 6\cos(10\pi t) \text{ en V} \quad \text{et} \quad x(t) = 2\sin(100\pi t + \frac{\pi}{6}) \text{ en cm} \quad (t \geq 0)$$

Représenter graphiquement ces deux grandeurs en fonction du temps sur deux périodes.

Exercice 3:

- Soient les deux fonctions suivantes : $x_1(t) = 4\cos(20\pi t + \frac{\pi}{4})$ (cm) et $x_2(t) = 3\cos(20\pi t - \frac{3\pi}{4})$ (cm)

A partir de la représentation de Fresnel, déterminer : $x(t) = x_1(t) + x_2(t)$. on écrira $x(t)$ sous la forme $x(t) = a\cos(\omega t + \Phi)$

- Soient deux tensions électriques sinusoïdales $u_1(t) = 6\sqrt{2}\sin(314t + \frac{\pi}{6})$ et $u_2(t) = 8\sqrt{2}\cos(314t - \frac{\pi}{4})$. En utilisant la représentation de Fresnel, déterminer l'expression de la tension $u(t) = u_1(t) + u_2(t)$. On vérifiera le résultat par calcul.

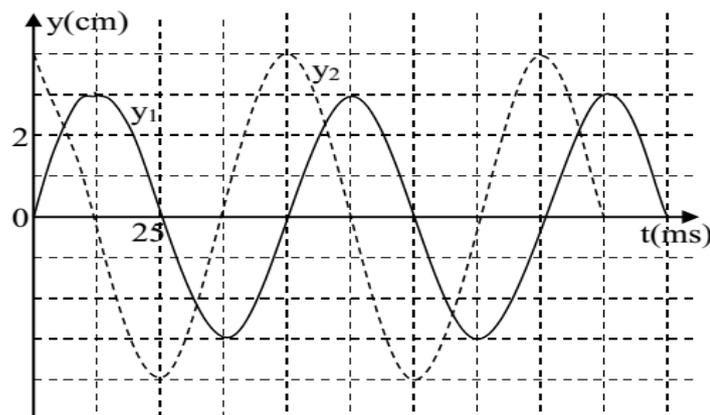
- En un point M se superposent trois mouvements vibratoires d'équations horaires : $y_1(t) = 10\sin(50\pi t + \frac{\pi}{2})$,

$y_2(t) = 10\sin(50\pi t + \frac{\pi}{3})$ et $y_3(t) = 20\sin(50\pi t - \frac{\pi}{2})$ avec y en cm. Etablir l'équation horaire $y(t)$ du mouvement résultant au point M sachant que $y(t) = y_1(t) + y_2(t) + y_3(t)$ en se servant de la construction de Fresnel. 1cm pour 5cm.

Exercice 4:

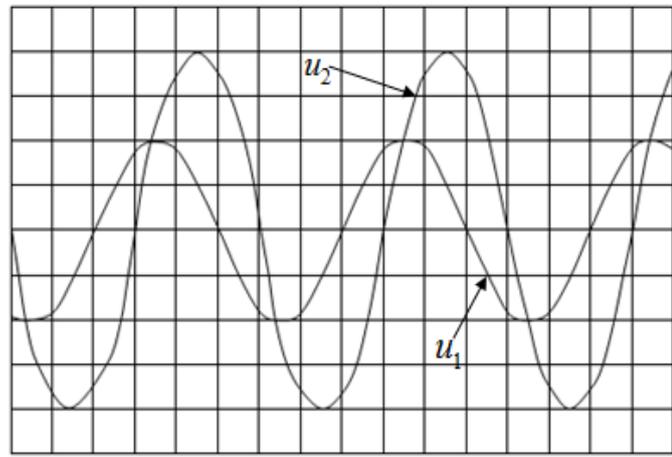
Les oscillogrammes y_1 et y_2 ci-contre sont ceux enregistrés au cours d'une expérience avec deux oscillateurs harmoniques.

- Déterminer à partir du graphique, la période, la fréquence, la pulsation, l'amplitude de chaque fonction et le décalage horaire entre elles.
- Laquelle des deux fonctions est en avance sur l'autre ? En déduire la différence de phase $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ entre les deux tensions.
- Déterminer la phase initiale φ_2 puis en déduire φ_1 et les équations horaires de y_1 et y_2 .



Exercice 5:

Sur l'écran de l'oscilloscope bicourbe, ci-dessous, on a observé les tensions alternatives $u_1(t)$ et $u_2(t)$ injectées respectivement dans ses deux voies 1 et 2 avec le réglage suivant : balayage ou base de temps : $50\text{ms}\cdot\text{div}^{-1}$; sensibilité verticale : voie 1 : $2\text{V}\cdot\text{div}^{-1}$, voie 2 : $500\text{mV}\cdot\text{div}^{-1}$.



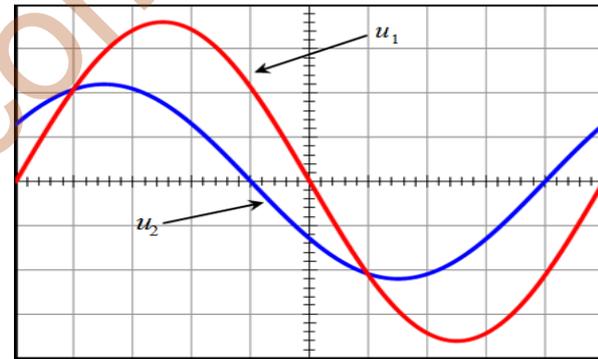
- 1- Déterminer les amplitudes respectives U_{1m} et U_{2m} de $u_1(t)$ et $u_2(t)$.
- 2- Déterminer la période T et la fréquence N des deux tensions.
- 3- Laquelle des deux est en avance de phase sur l'autre ? justifier.
- 4- Déterminer graphiquement le décalage horaire θ en une fraction de la période T , calculer sa valeur et en déduire le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ entre $u_1(t)$ et $u_2(t)$.
- 5- Exprimer numériquement en fonction du temps $u_1(t)$ et $u_2(t)$ sachant que la phase de $u_1(t)$ est $\varphi_2 = \frac{\pi}{4}$ à $t=0$.
- 6- A partir de la construction de Fresnel déterminer $u(t) = u_1(t) + u_2(t)$.

Exercice 6:

Les élèves de la classe de terminale industrielle ont visualisé sur un oscilloscope bi courbe deux tensions $u_1 = a_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ et $u_2 = a_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$ puis ont obtenu sur l'écran les courbes de la figure ci-contre avec :

-Balayage : $2\text{ms}/\text{div}$; -sensibilité verticale $u_1 : 1\text{V}/\text{div}$ et $u_2 : 2\text{V}/\text{div}$

1. Déterminer graphiquement l'amplitude, la période et la pulsation des deux tensions u_1 et u_2 . Ainsi que le décalage horaire θ entre u_1 et u_2 .
2. Laquelle des deux tensions est en avance sur l'autre ? En déduire la différence de phase $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ entre les deux tensions.
3. Déterminer la phase initiale φ_2 puis en déduire φ_1 et les équations horaires de u_1 et u_2 .



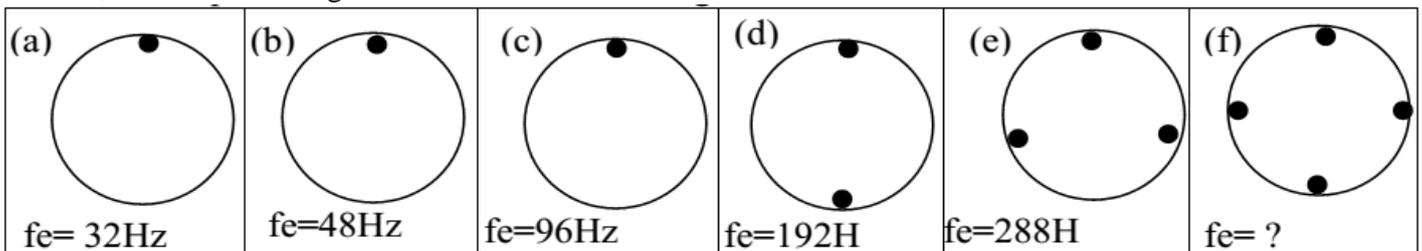
Exercice 7:

La vitesse de rotation N d'un moteur muni d'un disque portant une tache noire a été mesurée par analyse stroboscopique.

- 1- Qu'observation-t-on en éclairage continu (lumière du jour) ?
- 2- La plus grande fréquence des éclairs donnant l'immobilité apparente à une tache est $f_e = 100\text{Hz}$
 - 2.1. Quelle est la vitesse de rotation du moteur en tr/min ?
 - 2.2. Qu'observe-t-on lorsque la fréquence des éclairs est : a) 49Hz ; b) 51Hz ?

Exercice 8:

Pour mesurer la fréquence de rotation d'un moteur tournant à la vitesse constante, on a dessiné un repère en forme de tache circulaire à la périphérie de l'arbre de ce moteur et on l'éclaire à l'aide d'un stroboscope. Selon la fréquence f_e des éclairs, on observe les figures suivantes :



1. Expliquer de façon qualitative, les observations faites dans les cas (a), (b) et (c).
2. Expliquer de façon qualitative, les observations faites dans les cas (d), (e) et (f).
3. Déterminer la fréquence de rotation du moteur ainsi que sa période.
4. Déterminer la fréquence des éclairs dans le cas (f).
5. Pourquoi les éclairs émis par le stroboscope doivent être très brefs ?

6. La fréquence du stroboscope est $f_e=94\text{Hz}$. On observe un mouvement ralenti dans le sens des aiguilles d'une montre. Quel est le sens de rotation du moteur ?

Exercice 9:

Sur un disque noir est peint un rayon blanc. La fréquence de rotation du disque est $f = 28\text{tr/s}$. Ce disque éclairé par un stroboscope dont la fréquence des éclairs est f_e peut varier de 10Hz à 100Hz.

- Déterminer pour quelle(s) fréquence(s) des éclairs, le disque paraît immobile avec trois rayons blancs.
- Peut-on observer une immobilité apparente du disque portant 4 rayons ?

Exercice 10:

- On éclaire avec un stroboscope de fréquence $f_e=12\text{Hz}$, un ventilateur ayant trois pâles identiques écartées de 120° .
 - Déterminer la durée entre deux éclairs consécutifs.
 - Les pâles du ventilateur paraissent immobiles. Déterminer les valeurs possibles de la fréquence de rotation du ventilateur sachant que trois situations sont envisageables.
 - La vitesse de rotation du ventilateur est comprise entre 400tr/min et 500tr/min. En déduire sa valeur.
- On considère une roue ayant quatre rayons régulièrement espacés. La vitesse de rotation de la roue passe de 1 à 10 tr/s. On se propose d'étudier la nature du mouvement de la roue au cours de cette variation de vitesse par une méthode stroboscopique. Le stroboscope émet 720 éclairs par minute.
 - Déterminer la fréquence des éclairs du stroboscope et la durée entre deux éclairs consécutifs.
 - Identifier le phénomène périodique et établir la relation entre la fréquence de rotation du disque f et la fréquence du phénomène périodique f' .
 - Pour certaines valeurs de la vitesse de rotation de la roue, celle-ci paraît immobile avec quatre rayons. Expliquer le phénomène et calculer les valeurs de ces vitesses de rotation de la roue.
 - La roue tourne maintenant à la vitesse constante de 9 tr/s. Qu'observe-t-on si la fréquence des éclairs est :
 - 108Hz ? ;
 - 18Hz ? ;
 - 19Hz ? ;
 - 17Hz ?
- On éclaire une lame vibrante à l'aide d'un stroboscope et on constate que la fréquence maximale des éclairs pour laquelle la lame paraît unique et immobile (en dehors de la position d'équilibre) est 150Hz.
 - Déterminer la fréquence de la lame vibrante.
 - Qu'observe-t-on si la fréquence des éclairs est :
 - 50Hz ? ;
 - 300Hz ? ;
 - 600Hz ?
 - Donner une interprétation physique de l'immobilité apparente.

Exercice 11:

Une roue de bicyclette possède 28 rayons noirs supposés tous dans un plan perpendiculaire à l'axe et régulièrement espacés. La roue tourne à la vitesse de 6tr/s. on l'éclaire à l'aide d'un stroboscope dont les éclairs ont une fréquence réglable entre 50 et 300 Hz.

- Pour certaines valeurs de la fréquence des éclairs la roue paraît immobile. Expliquer le phénomène et calculer la valeur de ces fréquences.
- Indiquer ce qu'on observerait dans les deux cas suivants :
 - Fréquence légèrement supérieure à 168 Hz ;
 - Fréquence légèrement inférieure à 168 Hz.
- On peint un des rayons en rouge. Pour quelles fréquences des éclairs le ventilateur paraît immobile.

Exercice 12:

L'étude stroboscopique d'une lame vibrante se fait à l'aide d'un stroboscope qui est en fait un disque portant $P = 20$ trous, effectuant n tours par seconde.

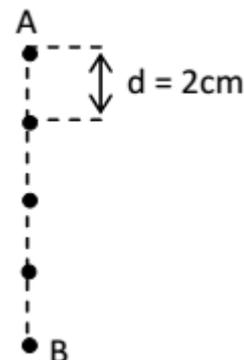
- Calculer la fréquence f du vibreur sachant que la plus grande valeur de n pour laquelle la lame paraît unique et immobile est $n = 20$.
- Déterminer l'aspect de la lame vibrante pour les valeurs successives de n suivantes :
 $n_1=10$; $n_2=40$; $n_3=19,75$; $n_4=20,50$; $n_5=81$.

N.B : On précisera dans chaque cas la fréquence apparente.

Exercice 13:

Des gouttes d'eau s'échappent d'un robinet à une cadence régulière. On éclaire à l'aide d'un stroboscope les gouttes d'eau dans leur mouvement de chute supposé uniforme après une certaine hauteur de chute.

- Pour une fréquence des éclairs $f_e = 1000\text{Hz}$, les gouttes semblent immobiles

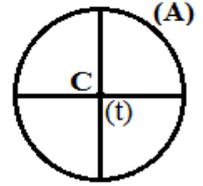


et distantes de $d=2\text{cm}$. Sachant que cette fréquence est la plus grande pour laquelle les gouttes semblent immobiles,

- 1.1) Déterminer la fréquence d'émission des gouttes d'eau par le robinet.
 - 1.2) Quelle est la vitesse moyenne de chute de ces gouttes ?
 - 1.3) Qu'observe-t-on si la fréquence des éclairs vaut $f_1 = 995\text{Hz}$? Puis $f_2 = 1010\text{Hz}$?
 - 1.4) Déterminer dans chaque cas la fréquence apparente de sortie des gouttes d'eau.
- 2) Qu'observe-t-on si la fréquence des éclairs vaut $f_3 = 2000\text{Hz}$?
 - 3) Combien de gouttes d'eau semble-t-on observer entre deux points A et B distants de 20cm ?
- N.B : L'on comptera les gouttes d'eau occupant les points A et B.

Exercice14:

On considère un anneau (A) dont quatre points régulièrement espacés sont reliés à une tige (t) perpendiculaire au plan de l'anneau et passant par son centre C.



La tige (t) est reliée à l'arbre d'un moteur. L'anneau étant immobile à la date $t=0\text{s}$, on lui communique un mouvement de rotation autour d'un axe matérialisé par la tige (t). La vitesse de rotation croît de 0 à 9tr/s.

On se propose d'étudier la nature du mouvement de l'anneau au cours du démarrage par une méthode stroboscopique. Le stroboscope émet douze éclairs par seconde.

1. Combien de fois observe-t-on l'immobilité apparente des fils tendus au cours du mouvement ? déterminer les valeurs de la vitesse de rotation quand se sont produites ces immobilités.
2. Les dates des immobiles successivement observées étant 4s, 8s, 12s, représenter graphiquement la vitesse de rotation en fonction du temps. En déduire la nature du mouvement.

Exercice15: EVALUATION DES COMPETENCE

Compétence visée: Exploiter les résultats donnés par l'éclairage stroboscopique pour restaurer le mode d'utilisation d'un ventilateur.