

A Notion d'harmoniques.

En électricité: Un analyseur de Fourier très simplifié.

A.I Quelques généralités:

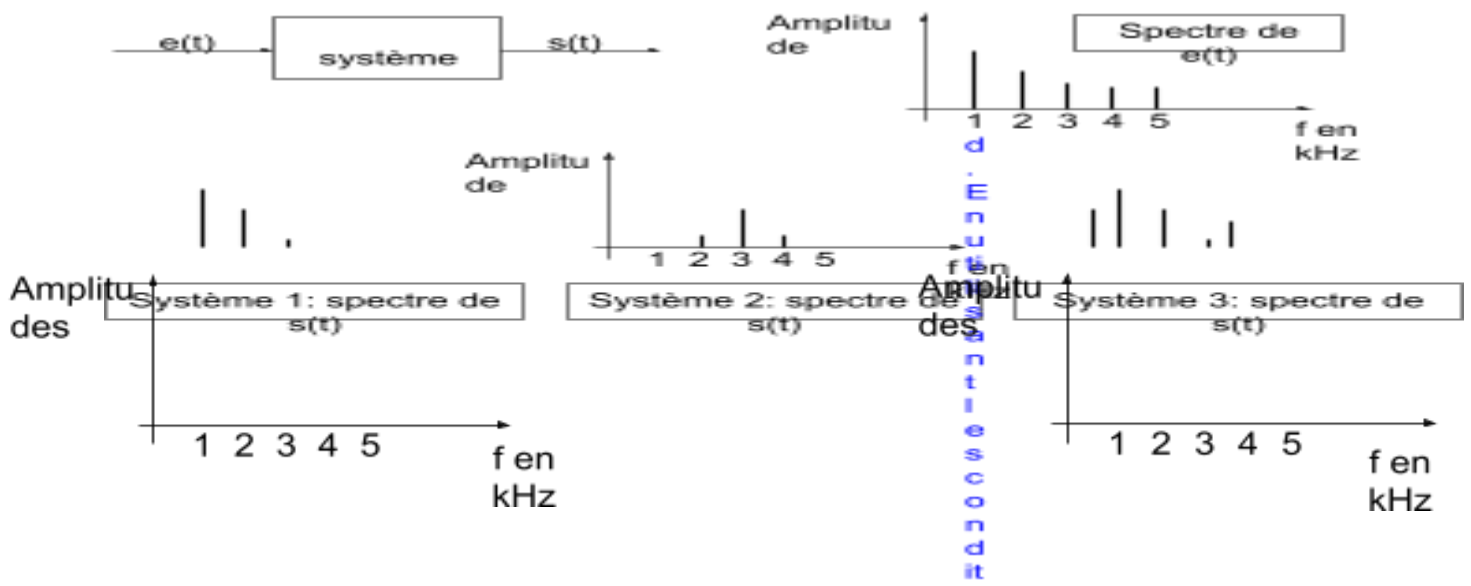
A.I.1 Soit un système physique qui à une grandeur d'entrée fonction du temps $e(t)$ fait correspondre une grandeur de sortie fonction du temps $s(t)$. A quelle condition ce système peut-il être dit linéaire ?

A.I.2. On étudie expérimentalement le transfert de plusieurs systèmes (système 1, système 2, système 3) à l'aide d'un analyseur de spectre numérique ; pour cela on applique à leur entrée le même signal $e(t)$. On donne ci-dessous les spectres de Fourier du signal $e(t)$ et ceux des signaux obtenus en sortie des trois systèmes.

A.I.2.a. Qu'appelle-t-on spectre de Fourier d'un signal périodique $s(t)$?

A.I.2.b. Le système 1 est-il linéaire ? Quel est son rôle ?

A.I.2.c. Qu'en est-il des systèmes 2 et 3 ?



A.I.3 Impédance complexe.

On utilise des dipôles linéaires en régime sinusoïdal.

On note $u(t) = U\sqrt{2} \cdot \cos(\omega t + \varphi_u)$ la tension aux bornes du dipôle et $i(t) = I\sqrt{2} \cdot \cos(\omega t + \varphi_i)$ l'intensité du courant qui traverse le dipôle, $u(t)$ et $i(t)$ seront définis en convention récepteur.

À chaque grandeur temporelle $x(t) = X\sqrt{2} \cdot \cos(\omega t + \varphi_x)$ on associe le complexe suivant $\underline{x}(t) = X\sqrt{2}e^{j(\omega t + \varphi_x)}$, on peut aussi utiliser l'amplitude complexe $\underline{X} = X\sqrt{2}e^{j\varphi_x}$

A.I.3.1. Que représentent les grandeurs U , ω et φ_u ? Peut-on les mesurer et comment ?

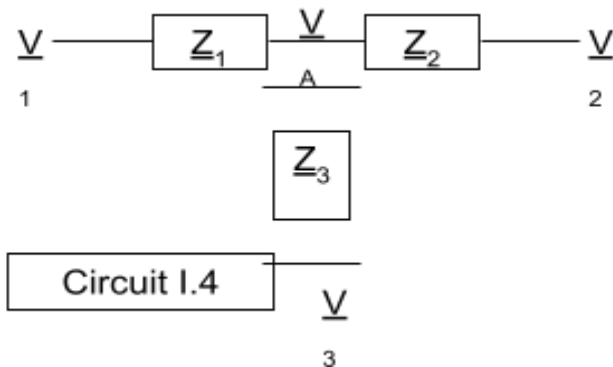
A.I.3.2.a. Etablir l'expression de l'impédance $\underline{Z}$ complexe associée à chacun des dipôles idéaux suivant:

- résistance "pure"
- capacité "pure"
- inductance "pure"

A.I.3.2.b. On mesure pour un dipôle linéaire particulier: $\underline{Z} = A + j.B$; $A = 1 \text{ k}\Omega$ et $B = 1 \text{ k}\Omega$.

Calculer $i(t)$ si $u(t) = 10\sqrt{2} \cdot \cos(\omega t)$ avec $u(t)$ en volts.

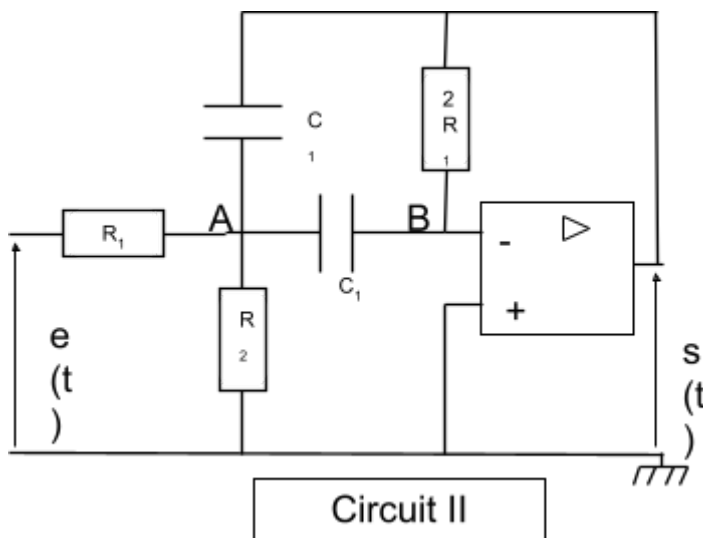
A.I.4 Théorème de Millmann.



Calculer l'amplitude complexe $\underline{V}_A$ du potentiel au nœud A dans le **circuit I.4** en fonction des

admittances $\underline{Y}_i = \frac{1}{\underline{Z}_i}$ et des amplitudes complexes $\underline{V}_i$ des potentiels des extrémités des branches.

A.II Filtre sélectif.



On étudie le montage ci-contre: (**circuit II**)

L'amplificateur opérationnel est idéal
($i^+ = 0$ et $i^- = 0$)
et fonctionne en régime linéaire
($V^+ - V^- = 0$)

A.II.1. Fonction de transfert.

On impose à l'entrée une tension $e(t)$ sinusoïdale de pulsation ω .

A.II.1.a. On définit le transfert en tension $\underline{I}(\omega) = \underline{s}(t)/\underline{e}(t)$. Montrer que le transfert en tension ne dépend pas du temps, et justifier que l'étude de l'évolution de $\underline{I}(\omega)$ en fonction de ω permet de connaître le comportement en fréquence du circuit.

A.II.1.b. Pourquoi étudie-t-on le transfert pour une tension sinusoïdale ?

A.II.1.c. Établir le système d'équations vérifiées par $\underline{V}_A$, $\underline{V}_B$, $\underline{S}$ en fonction de $\underline{E}$ et des éléments du montage.

$$\underline{I}(\omega) = \frac{-1}{1 + j \left(R_1 C_1 \omega - \frac{1}{R_e C_1 \omega} \right)} \quad \text{avec}$$

A.II.1.d. Montrer que l'on peut mettre $\underline{I}(\omega)$ sous la forme

$$R_e = \frac{2R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$T(\omega) = \frac{-1}{1 + jQ \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$$

A.II.1.e. Mettre $\underline{T}(\omega)$ sous la forme canonique et identifier Q et ω_0 en fonction de R_1 , R_2 et C_1 . Calculer la valeur numérique de Q , ω_0 et $f_0 = \omega_0/2\pi$.

A.II.1.f. Calculer les valeurs à donner à R_1 , R_2 et C_1 pour avoir $\omega_0 = 36 \text{ kHz}$, le facteur de qualité Q étant inchangé.

A.II.2. Etude du gain.

On étudie $T(\omega) = |\underline{T}(\omega)|$,

A.II.2.a. Montrer que $T(\omega)$ passe par un maximum pour une valeur de ω que l'on exprimera.

A.II.2.b. Définir, puis calculer les pulsations de coupure à - 3 dB en fonction de ω_0 et Q . En déduire la bande passante B_ω .

A.II.2.c. Déduire de ce qui précède une interprétation possible du facteur de qualité Q .

A.II.2.d. Calculer numériquement la bande passante en fréquence B_f ($B_f = B_\omega / 2\pi$).

A.II.2.e. Tracer l'allure de $T(\omega)$.

A.II.3 Etude pratique

A.II.3.a. Représenter un montage expérimental qui permettrait de visualiser $e(t)$ et $s(t)$. On fera apparaître tous les appareils et connexions nécessaires.

A.II.3.b. Décrire un protocole expérimental qui permettrait d'étudier le comportement en fréquence du circuit.

A.II.3.c. L'A.O est alimentée avec une source (+15V, - 15V).

A quoi sert cette alimentation ?

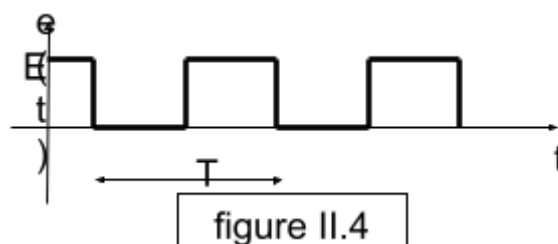
Que se passerait-il si l'amplitude théorique de $s(t)$ dépassait 15 V ?

A.II.3.d. Que se passerait-il si on inversait les bornes + et - de l'A.O. dans le circuit II ?

A.II.4. Analyseur de Fourier élémentaire.

On met à l'entrée de ce circuit II le signal $e(t)$ représenté ci-contre (**figure II.4**).

avec $f = 1/T = 3,0 \text{ kHz}$ et $E = 10 \text{ V}$.



On montre que l'on peut décomposer le signal $e(t)$ en une combinaison linéaire de sinusoïdes sous

la forme :
$$e(t) = \frac{E}{2} + \frac{2E}{\pi} \sin(2\pi.f.t) + \frac{2E}{3\pi} \sin(2\pi.3f.t) + \frac{2E}{5\pi} \sin(2\pi.5f.t) + \dots$$

A.II.4.a. Comment s'appellent les diverses fréquences qui apparaissent dans l'expression de $e(t)$?

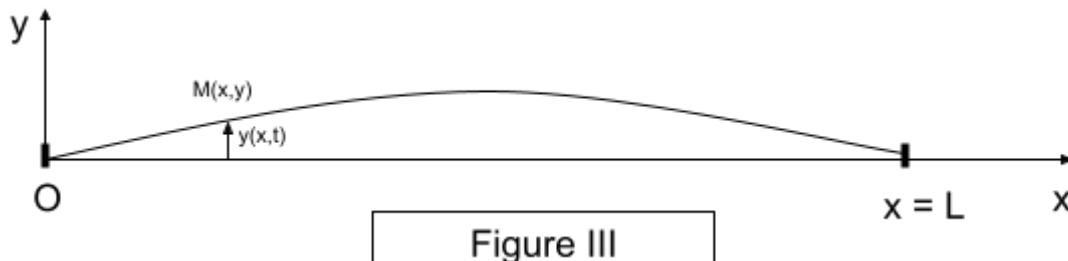
A.II.4.b. Tracer l'allure du signal de sortie $s(t)$ si le circuit II est réglé pour $f_0 = 3,0 \text{ kHz}$ et $Q = 20$.

A.II.4.c. Comment pourrait-on utiliser le circuit II pour déterminer le spectre en fréquence de $e(t)$?

En Musique.

A.III. Cordes vibrantes.

On fixe une corde tendue de longueur L à ses deux extrémités. On l'écarte de sa position d'équilibre afin de la faire vibrer librement. (**figure III**)



On note $y(x,t)$ l'écart de la corde par rapport à sa position d'équilibre en un point M d'abscisse x .

On étudie les ondes sinusoïdales de la forme: $y(x,t) = A \sin(\omega t) \sin\left(\omega \frac{x}{c}\right)$, avec A une constante homogène à une longueur, ω la pulsation ($\omega = 2\pi f$, où f est la fréquence) et c la célérité des ondes sur cette corde.

A.III.1. Etude de l'onde.

A.III.1.a. Quel est le nom du type d'onde envisagé ? Qu'appelle-t-on nœud, ventre, lorsqu'on envisage une telle onde ?

A.III.1.b. Quelle relation y-a-t-il entre c , la longueur d'onde λ de la vibration et la fréquence f d'une onde sinusoïdale ?

A.III.1.c. On appelle mode fondamental, le mode tel qu'il n'y a que deux nœuds situés aux extrémités de la corde lorsqu'elle vibre.

Exprimer successivement la longueur d'onde, puis la fréquence du mode fondamental. (On s'aidera d'un raisonnement graphique, et non d'un calcul).

A.III.1.d. On définit l'harmonique de rang n comme le mode de vibration de la corde tel qu'il y ait $(n+1)$ nœuds : les deux nœuds extrêmes, plus $n-1$ nœuds intermédiaires. Représenter successivement la corde à un instant t_0 quelconque lorsqu'on excite ses harmoniques de rang $n=2$, puis $n=3$, puis $n=4$. Sur chaque graphique on fera apparaître la longueur d'onde.

A.III.1.e. En se servant de l'étude précédente, calculer les longueurs d'onde puis les fréquences des différents harmoniques.

A.III.1.f. Montrer que les ondes envisagées peuvent aussi être décomposées sous la forme

$$y(x,t) = A' \sin\left[\omega\left(t - \frac{x}{c}\right)\right] + B' \sin\left[\omega\left(t + \frac{x}{c}\right)\right]. \text{ Interpréter.}$$

A.III.2. Guitare

Dans une guitare "classique" la longueur L est fixée et on essaie d'avoir la même tension sur chaque corde.

$$c = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

A.III.2.a. On montre que $c = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ où T est la tension de la corde et μ sa masse linéique. Vérifier l'homogénéité de la formule.

A.III.2.b. Expliquer pourquoi deux cordes émettent des notes différentes lorsqu'elles vibrent entre leurs extrémités.

A.III.2.c. On veut changer de note sur une même corde, pour cela on pose ses doigts sur des barrettes afin de raccourcir la partie vibrante de la corde.

$$\frac{f}{f_0} = 2^{p/12}$$

On veut produire des fréquences telles que $\frac{f}{f_0} = 2^{p/12}$ (gamme chromatique) avec f_0 fréquence fondamentale de la corde à vide et p entier positif non nul.

Sur la guitare la longueur d'une corde est $L = 66,5$ cm. Donner les positions x_p des 12 premières barrettes.

A.IV Instrument à vent ou cavité résonante.

On note $z(x,t) = A \sin(\omega t) \sin\left(\omega \frac{x}{c}\right)$ la grandeur qui vibre dans un instrument à vent ou une cavité résonante.

A.IV.1. Quelle grandeur physique représente $z(x,t)$?

A.IV.2. On montre que pour une cavité résonante de longueur L , les conditions aux limites sont:

$$z(0,t) = 0 \text{ et } \left(\frac{dz}{dt}\right)_{x=L} = 0.$$

Montrer à l'aide d'un raisonnement graphique similaire à celui effectué au III. que les longueurs d'onde de la vibration sont imposées dans cette cavité.

A.IV.3. En prenant un ordre de grandeur raisonnable pour la célérité du son c dans l'air, calculer la longueur de la cavité résonante d'un diapason la_3 , de fréquence $f_0 = 440$ Hz.

B Etude expérimentale d'oscillations mécaniques

B.I Quelques généralités

B.I.1. Définissez successivement les termes : référentiel, repère, base de projection.

B.I.2. Qu'est-ce qu'un référentiel galiléen ?

B.I.3.a Qu'appelle-t-on référentiel terrestre local ? Est-il galiléen ?

B.I.3.b. Pourquoi l'accélération de la pesanteur $\vec{g}$ varie-t-elle au niveau du sol entre les pôles et l'équateur ? Où est-elle la plus grande ?

B.I.4. Qu'appelle-t-on un oscillateur ? Donner quelques exemples.

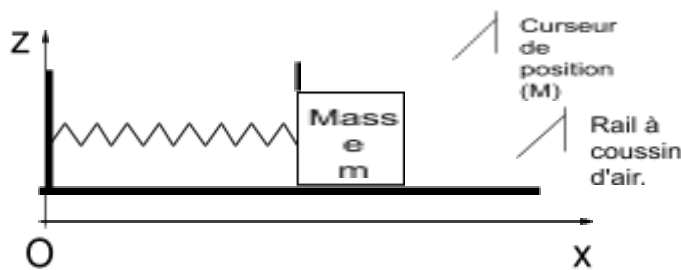
B.I.5. Proposer un protocole expérimental permettant de mesurer la constante de raideur d'un ressort.

On réalise expérimentalement le dispositif suivant : un objet de masse m est attaché à un ressort de constante de raideur k et de longueur à vide L_0 et posé sur un rail horizontal.

Un dispositif expérimental permet de relever la position M de l'objet en fonction du temps.

On notera $\vec{OM} = x \cdot \vec{u}_x$ et on notera X la position de l'objet par rapport à sa position d'équilibre.

On se placera dans le référentiel terrestre local supposé galiléen.



Données numériques: $k = 10 \text{ N.m}^{-1}$; $m = 100 \text{ g}$; $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

B.II Oscillations idéales (sans frottements)

La masse m est posée sur un rail à coussin d'air horizontal (en fonctionnement). On supposera donc qu'il n'y a pas de pertes par frottements entre le rail et l'objet.

B.II.1. Étude expérimentale.

À l'aide du dispositif expérimental et d'un tableur, un enseignant trace la courbe en annexe : **Oscillations 1**

B.II.1.a. De quel type de mouvement s'agit-il ?

B.II.1.b. Quelles ont été les conditions initiales ?

B.II.1.c. Déterminer la période du mouvement.

B.II.2. Étude théorique.

On suppose que l'objet a été écarté de sa position d'équilibre d'une distance X_0 et lâché sans vitesse initiale.

B.II.2.a. Étude dynamique.

B.II.2.a.1. Faire un bilan des forces et en déduire l'équation différentielle dont $X(t)$ est solution.

B.II.2.a.2. Calculer $X(t)$. On notera ω_0 la pulsation propre de ce système.

B.II.2.a.3. Calculer la période d'oscillation T et comparer à la valeur expérimentale du **B.II.1.c**

B.II.2.b. Étude énergétique.

B.II.2.b.1. Définir l'énergie potentielle associée à une force $\vec{F}$. On précisera les conditions d'existence de cette grandeur.

B.II.2.b.2. Quelle serait l'énergie potentielle associée à une force $\vec{F}_r = -k(x - L_0)\vec{u}_x$? On précisera le choix de l'origine pour cette énergie.

B.II.2.b.3. Énoncer le théorème de l'énergie mécanique.

B.II.2.b.4. Retrouver l'équation différentielle du mouvement en utilisant le théorème de l'énergie mécanique.

B.II.3 Premier élève

Au cours de la séance de T.P un élève recueille la courbe en annexe : **Oscillations 2** .

Expliquer ce qu'a fait l'élève.

B.III Deuxième élève ; oscillations amorties

L'objet de masse m est toujours posé sur un rail à coussin d'air horizontal.

Un des élèves s'est amusé à mettre une "voile" sur l'objet. Il apporte alors à son professeur la courbe $X(t)$ en annexe: **Oscillations 3**

B.III.1. Etude expérimentale.

B.III.1.a. De quel type de mouvement s'agit-il ?

B.III.1.b. Quelles ont été les conditions initiales ?

B.III.1.c. Ce mouvement est-il périodique ? Donner l'équation de l'enveloppe : courbe qui rejoint les maxima.

B.III.1.d. À l'aide du graphique et des données numériques du B.I., évaluer l'énergie qui a été dissipée au cours de la première oscillation.

B.III.2. Étude théorique.

On suppose que l'objet a été écarté de sa position d'équilibre d'une distance X_0 et lâché sans vitesse initiale.

On modélise la force due à la "voile" par une force de frottement "fluide" : $\vec{F}_{\text{flu}} = -a\vec{v}$, avec $\vec{v}$ vecteur vitesse ($\vec{v} = \dot{X}\vec{u}_x$).

B.III.2.a. Étude dynamique.

B.III.2.a.1. Faire un bilan des forces et en déduire l'équation différentielle dont $X(t)$ est solution.

On mettra cette équation sous la forme : $\ddot{X} + 2\xi\omega_0\dot{X} + \omega_0^2X = 0$; ξ et ω_0 sont des constantes à déterminer en fonction de a , k et m .

B.III.2.a.2. Montrer que $X(t) = X_0 \cdot e^{-\xi\omega_0 t} \cdot \cos(\Omega t)$ dans le cas où $\xi < 1$, avec Ω à déterminer en fonction de a , k et m .

B.III.2.a.3. Comment appelle-t-on Ω ? Que deviendrait le mouvement si $\xi > 1$?

B.III.2.a.4. À l'aide du graphique et des données numériques du **B.I**, calculer ξ et en déduire la valeur du coefficient de frottement a .

B.III.2.b. Etude énergétique.

On veut évaluer le travail de la force $\vec{F}_{\text{flu}} = -a\vec{v}$ pour en déduire la valeur du coefficient de frottement a .

On suppose que pendant la première pseudo-période T : $X(t) \approx X_0 \cdot \cos(\omega_0 t)$.

B.III.2.b.1. Exprimer la puissance instantanée reçue par l'objet de la part de $\vec{F}_{\text{flu}}$.

B.III.2.b.2. Que vaut alors son travail entre $t = 0$ et $t = T$?

B.III.2.b.3. En utilisant la valeur de l'énergie dissipée trouvée au **B.III.1.d**, retrouver la valeur de a .
La comparer à celle trouvée au **B.III.2.a.4**.

B.IV Troisième élève

La masse m est toujours posée sur un rail à coussin d'air horizontal.

Un des élèves apporte alors la courbe $X(t)$ en annexe : **oscillations 4**.

Devant l'air étonné du professeur, il avoue qu'il n'a pas mis la soufflerie en marche.

B.IV.1. Etude expérimentale.

B.IV.1.a. De quel type de mouvement s'agit-il, et quelles ont été les conditions initiales ?

B.IV.1.b. La dissipation d'énergie est-elle due à une force de frottement "fluide" ?

B.IV.1.c. A l'aide du graphique et des données numériques du **B.I.**, évaluer l'énergie qui a été dissipée au cours de la première $\frac{1}{2}$ oscillation (de $t = 0$ à $t = t_1$ avec t_1 instant correspondant au premier minimum de X).

B.IV.2. Etude théorique.

On suppose que l'objet a été écarté de sa position d'équilibre d'une distance X_0 et lâché sans vitesse initiale.

On note $\vec{R} = R_T \cdot \vec{u}_x + R_N \cdot \vec{u}_z$ la réaction du support, dont on suppose qu'elle vérifie les lois de Coulomb du frottement solide. On confondra les coefficients de frottement statique et dynamique, on notera alors f le coefficient de frottement.

B.IV.2.a. Énoncer les lois de Coulomb du frottement solide.

B.IV.2.b. Lorsque le solide est arrêté, la position expérimentale du point M est donnée par $X(t \rightarrow \infty) = 0,8 \text{ cm}$.

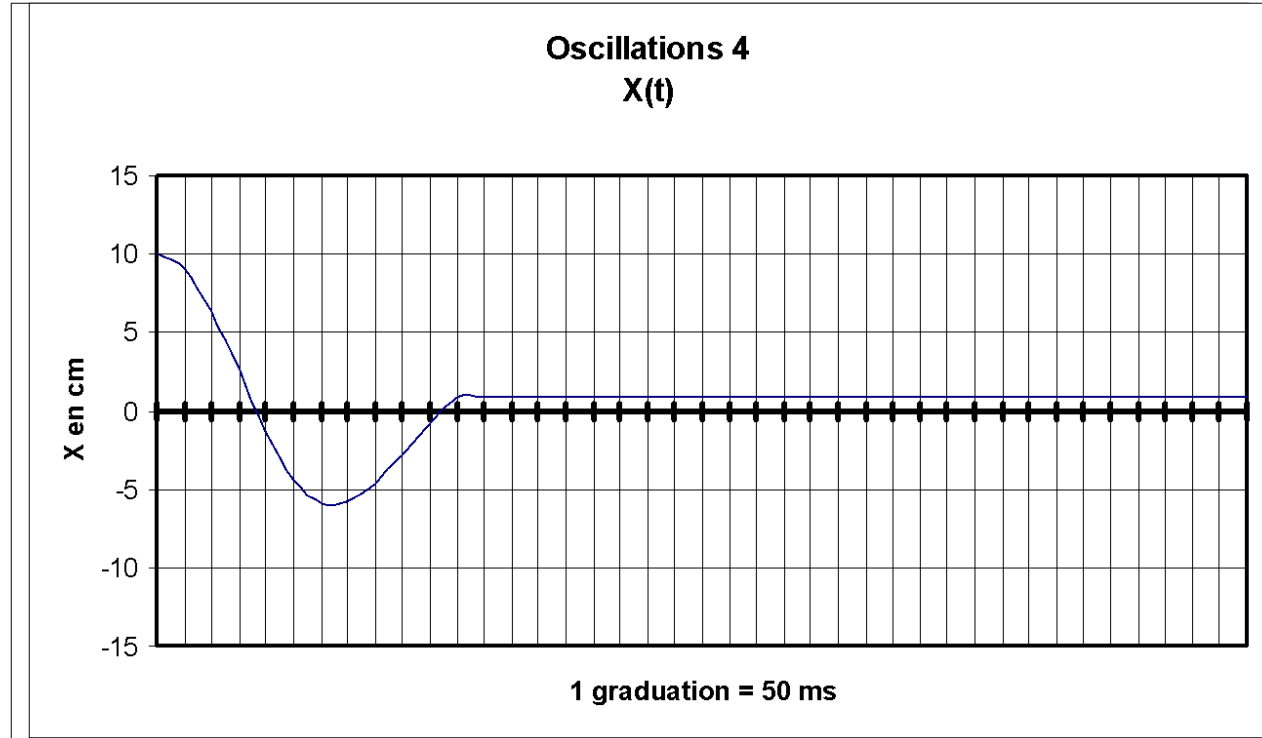
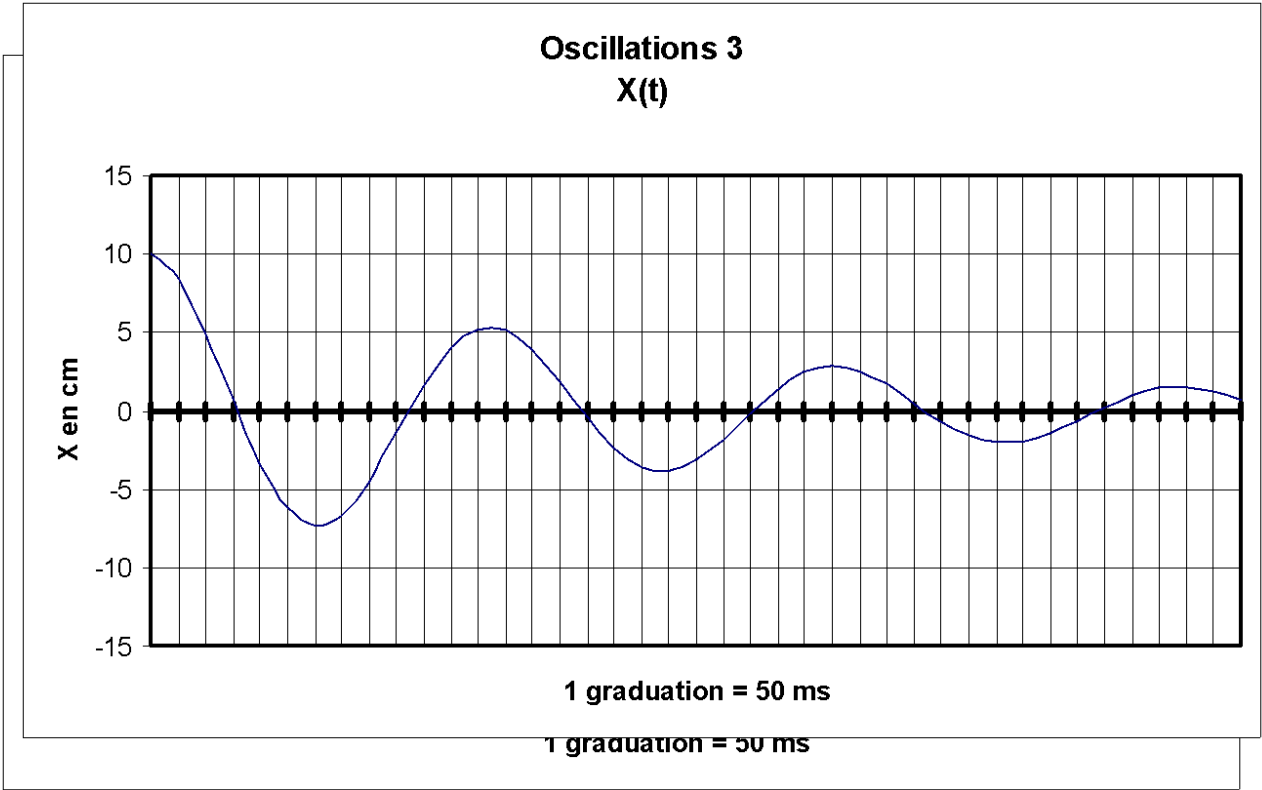
En déduire la valeur de la réaction tangentielle lorsque le solide est à l'arrêt.

B.IV.2.c. Représenter les forces qui s'exercent sur l'objet pendant le mouvement de t à t_1 .

B.IV.2.d. Calculer littéralement le travail de la réaction $\vec{R}$ en fonction de $X(0)$ et $X(t_1)$

B.IV.2.e. En utilisant la valeur de l'énergie dissipée trouvée au **B.IV.1.c**, trouver la valeur de f .

Annexe Oscillations mécaniques: Courbes expérimentales.



C : Modélisation d'un microscope

"Là où finit le télescope, le microscope commence.

Lequel des deux a la vue la plus grande? "

VICTOR HUGO

Le plus simple des microscopes visuels est constitué de deux lentilles convergentes considérées comme minces. La première, l'objectif, devra donner de l'objet une image agrandie. La seconde, l'oculaire, rendra cette image observable à l'œil.

Dans toute cette partie on notera L les lentilles minces, O la position de leur centre optique, F celle du foyer objet et F' du foyer image.

On notera AB les objets, A étant leur position sur l'axe optique et $\overline{AB}$ leur "taille" algébrique. Ces objets seront considérés comme plans et perpendiculaires à l'axe optique.

C.I Optique géométrique. Généralités.

C.I.1. Rayon lumineux.

C.I.1.a. Qu'appelle-t-on rayon lumineux ? Quels liens y-a-t-il entre une onde électromagnétique et le rayon lumineux qui lui est associé ?

C.I.1.b. Citer et décrire un phénomène qui ne s'explique que par la théorie ondulatoire de la lumière.

C.I.1.c. Citer et décrire un phénomène qui ne s'explique que par la théorie corpusculaire de la lumière.

C.I.2. Systèmes optiques.

C.I.2.a. Qu'appelle-t-on stigmatisme ? Est-il rigoureux dans les systèmes optiques usuels?

C.I.2.b. Définir ce qu'est un objet, une image au sens de l'optique géométrique.

C.I.2.c. Qu'appelle-t-on aplanétisme ?

C.I.2.d. Qu'appelle-t-on foyer image d'un système optique ? Comment peut-on le déterminer expérimentalement de façon très simple ?

C.I.3. Les lentilles minces.

C.I.3.a. Qu'est-ce qu'une lentille? Qu'appelle-t-on lentille mince ?

C.I.3.b. Comment peut-on distinguer une lentille convergente d'une lentille divergente ?

C.I.3.c. Dans le cas des lentilles minces, définir la notion d'image ponctuelle et d'objet ponctuel.

C.I.3.d. On observe à l'aide d'un système optique un objet $\overline{AB}$ très lointain. D'où proviennent les rayons que l'on trace parallèles à l'axe optique ?

C.I.3.e. Rappeler les formules de conjugaison de Descartes et de Newton.

C.II Modélisation d'un microscope.

C.II.1. L'objectif

L'objectif sera réalisé avec une lentille convergente L_1 , placée en O_1 , de distance focale $f'_1 = \overline{O_1F'_1}$.

On prendra, *graphiquement*, $f'_1 = \overline{O_1F'_1} = 1 \text{ cm}$, $\overline{O_1A} = -1,5 \text{ cm}$, $\overline{AB} = a = 0,5 \text{ cm}$.

C.II.1.a. Construire $\overline{A_1B_1}$, l'image de $\overline{AB}$ à travers L_1 .

C.II.1.b. Grandissement.

Définir puis calculer le grandissement γ_1 de cette lentille en fonction de f'_1 et $p_1 = \overline{O_1A}$.

C.II.1.c. Agrandissement.

Où doit-on placer un objet $\overline{AB}$ pour que son image $\overline{A_1B_1}$ à travers L_1 soit réelle et agrandie ?

C.II.2. L'oculaire.

C.II.2.a. Peut-on observer une image réelle directement à l'œil nu ?

C.II.2.b. Où faut-il placer l'oculaire L_2 pour que l'œil puisse observer l'image $\overline{A'B'}$ de $\overline{A_1B_1}$ à travers L_2 sans accommodation ?

C.II.2.c. On place l'oculaire L_2 à l'endroit déterminé au II.2.b. ; de plus on prendra, graphiquement

$f_2' = 4 \text{ cm}$. Peut-on dessiner l'image $\overline{A'B'}$ de $\overline{A_1B_1}$?

C.II.2.d. Représenter l'angle α' sous lequel on voit $\overline{A'B'}$ et exprimer cet angle en fonction de γ_1 , a et f_2' .

C.II.3. Doublet de lentilles minces.

On appelle doublet de lentilles minces, une association de deux lentilles L_1 et L_2 .

On caractérise ce doublet par f_1' et f_2' , les distances focales, et par l'écartement $\Delta = \overline{F_1'F_2}$.

C.II.3.a. Dans le cas général, donner les positions des foyers F et F' du doublet en fonction de O_1 ,

O_2 , f_1' , f_2' et Δ , si nécessaire.

C.II.3.b. Vérifier graphiquement ces positions dans le cas du microscope dessiné au **C.II.2.c.**

C.III Caractéristiques d'un microscope.

C.III.1 Grossissement commercial d'un instrument optique.

$$G_c = \frac{\alpha'}{\alpha_{\text{réf}}}$$

On rappelle que le grossissement commercial d'un instrument optique est

avec $\alpha_{\text{réf}}$ l'angle sous lequel un observateur verrait $\overline{AB}$ à une distance *conventionnelle* d_{pp} telle que $d_{\text{pp}} = 250 \text{ mm}$, et α' l'angle sous lequel on voit l'image dans l'instrument optique.

C.III.1.a. Oculaire

En s'aidant du dessin, calculer le grossissement commercial de l'oculaire G_{c2} d'un microscope en fonction de f_2' et d_{pp} .

C.III.1.b. Microscope.

Exprimer le grossissement du microscope en fonction de G_{c2} et γ_1

C.III.1.c. Puissance du microscope.

On rappelle que la puissance commerciale P d'un instrument d'optique est définie par $P = \alpha' / \overline{AB}$.

Avec les notations définies au début du **III.1**.

Calculer celle d'un microscope en fonction de γ_1 et f_2' . On précisera son unité.

C.III.2. Notion de profondeur de champ.

L'œil normal peut voir entre le Punctum Proximum PP situé à une distance $d_{\text{pp}} = 25 \text{ cm}$ de l'œil, et le Punctum Remotum PR situé à une distance infinie d_{PR} .

C.III.2.a. Le microscope étant réglé pour regarder sans accommodation l'objet A tel que

$\overline{O_1A} = -1,5 \text{ cm}$, donner l'ensemble des points A_1 que peut voir l'œil lorsqu'il est placé au niveau du cercle oculaire.

C.III.2.b. Quel est alors l'ensemble des points objets situés sur l'axe que l'œil pourra voir ?

C.IV Observer au microscope.

C.IV.1. Schéma de principe d'un microscope (ci-dessous)

C.IV.1.a. À partir de la coupe théorique d'un microscope, expliquer le rôle de chacun des éléments.

C.IV.1.b. Quelles différences y a-t-il entre le modèle simplifié et la coupe théorique ?

Essayer de les justifier.

C.IV.1.c. Dans de nombreux instruments d'optique, dont le microscope, on voit un réticule. Quelle est la fonction de ce réticule ?

C.IV.1.d. Dans le cas d'un microscope, on dispose de plusieurs oculaires formés de doublets ; où doit-on placer le réticule pour qu'il soit observable sans fatigue à l'œil nu ?

C.IV.2. Observation au microscope

C.IV.2.a. Proposer un protocole expérimental pour observer un objet au microscope.

C.IV.2.b On dispose d'un réticule étalonné sur une plaque. Proposer une méthode pour mesurer la taille d'un objet microscopique, un cheveu par exemple. Peut-on en déduire le grossissement du microscope ?

