AlloSchool

Physique et Chimie : 2ème Année Bac SM-SPC

Semestre 2 Devoir 1 Modèle 1

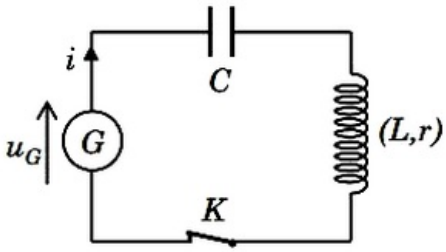
Professeur : Mr El GOUFIFA Jihad

Exercice 1 (6pts)

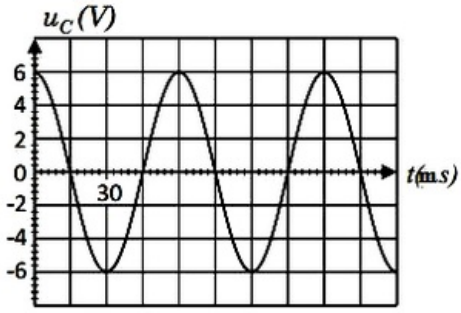
Les deux parties sont indépendantes

Partie 1 : Étude des oscillations libres dans un circuit *RLC* en série

Une bobine d'inductance $L = 0,2H$ et de résistance $r = 100\Omega$ est montée avec un condensateur de capacité C et un générateur G qui délivre une tension $u_G = k.i$ $(k = 10SI)$ qui permet d'entretenir les oscillations :



À l'aide d'un système d'acquisition, on obtient le graphe de la figure suivante qui représente la tension u_C aux bornes du condensateur :



1. Quel est le rôle du générateur G ?
2. Quel est le régime des oscillations représenté sur la figure ci-dessus ?
3. Quelle est la forme d'énergie stocké dans le circuit à $t = 15ms$? Justifier.
4. Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C.

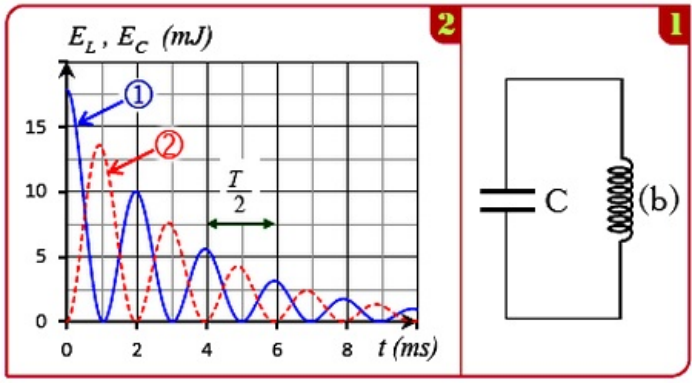
La solution de l'équation différentielle s'écrit sou la forme $u_C(t) = E.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$.

5. Trouver l'expression de la période propre T_0 en fonction de L et C.
6. Déterminer graphiquement la période propre T_0.
7. Calculer la valeur de la capacité C.
8. Montrer qu'à l'instant $t = \frac{T_0}{4}$, l'énergie totale est $E_T = \frac{1}{2}CE^2$ puis calculer sa valeur.

Partie 2 : L'étude énergétique du circuit *RLC*

Pour connaître l'effet de la résistance r d'une bobine (b) sur l'énergie totale du circuit RLC, un élève a monté à $t = 0$ un condensateur de capacité $C = 2,5\mu F$ initialement chargé avec la bobine.

Par un dispositif adéquat on visualise les variations des énergies E_e et E_m en fonction du temps :



9. Indiquer le régime des oscillations.

On suppose $T = T_0$.

10. Déterminer la valeur de L.
11. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par la charge q.

L'énergie totale est $E_T = E_e + E_m$.

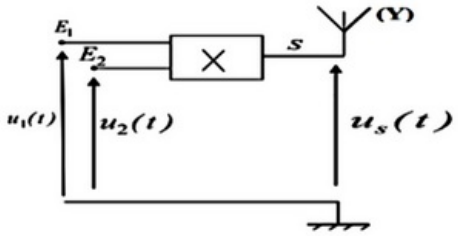
12. Exprimer l'énergie E_T en fonction de C, L, q et dq/dt.
13. Montrer que l'énergie totale diminue au cours du temps selon la relation $dE = -ri^2dt$. Expliquer cette diminution.
14. Calculer l'énergie dissipée entre les instants $t = 2ms$ et $t = 3ms$.

Exercice 2 (4 pts)

Les ondes sonores audibles ont une faible fréquence, leur transmission à de longues distances nécessite qu'elles soient modulées à une onde électromagnétique de haute fréquence.

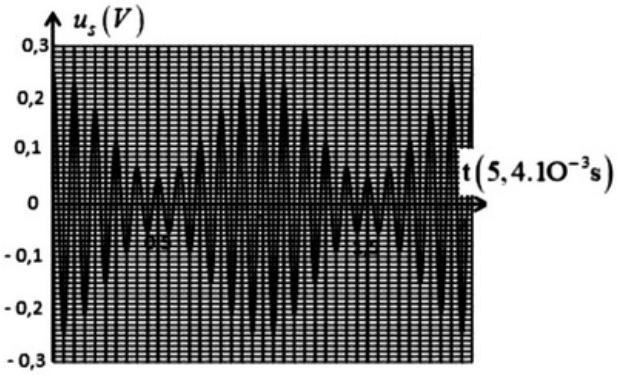
Partie 1 : Modulation

On considère le montage suivant :



Un générateur GBF_1 applique à l'entrée E_1 de la composante électronique X une tension sinusoïdale $u_1(t) = P_m.\cos(2\pi F_P.t)$, et un générateur GBF_2 applique à l'entrée E_2 de la composante électronique X une tension sinusoïdale $u_2(t) = U_0 + s(t)$, avec U_0 la composante continue de la tension et $s(t) = S_m.\cos(2\pi f_S.t)$ la tension correspondante à l'onde qu'on désire transmettre.

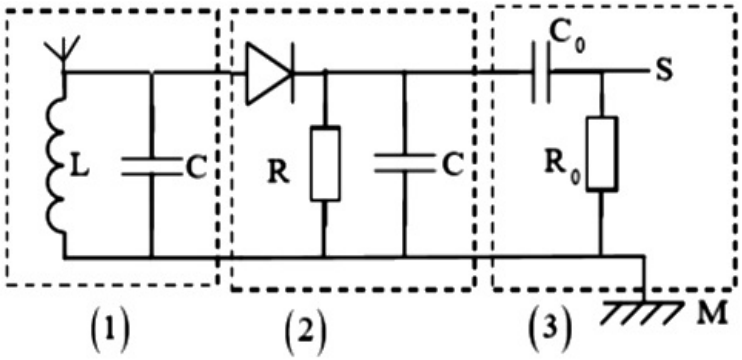
On visualise sur l'écran d'un oscilloscope la tension de sortie $u_S(t) = k.u_1(t).u_2(t)$, avec k une constante positive caractérisant la composante X :



1. Nommer les composantes X et Y.
2. Montrer que l'expression de la tension $u_S(t)$ s'écrit sous la forme $u_S(t) = A\,[1 + m.\cos(2\pi f_S t).\cos(2\pi F_P t)]$, et préciser l'expression de A et celle de m.
3. Relever les valeurs de T_P, F_P, T_S, F_S, $U_{S_{max}}$ et $U_{S_{min}}$.
4. Calculer le taux de modulation. Que peut-on dire de la qualité de la modulation ? Justifier.

Partie 2 : Démodulation

La figure suivante représente le montage utilisé dans un dispositif de réception constitué de trois étages (On donne $L = 1,5mH$) :



5. Préciser le rôle de l'étage 1 et 3 dans ce montage.
6. Déterminer la valeur du condensateur C pour sélectionner l'onde $u_S(t)$.
7. Montrer que l'intervalle auquel doit appartenir la valeur de la résistance R pour une bonne détection de l'enveloppe de la tension modulante dans ce montage est $4\pi^2.\frac{L}{T_P} << R < 4\pi^2.\frac{L.T_S}{(T_P)^2}$.
8. Calculer les bornes de cet intervalle.

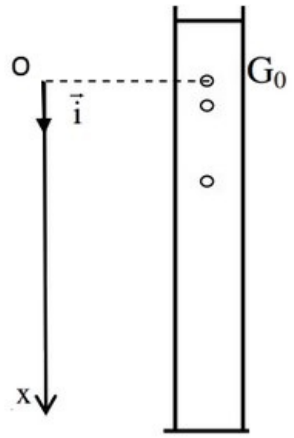
Exercice 3 (4 pts)

On étudie le mouvement d'une bille en acier dans un fluide visqueux contenu dans une éprouvette graduée.

On libère la bille sans vitesse initiale à un instant $t = 0$, et au même instant commence la saisie des images par une webcam reliée à un ordinateur.

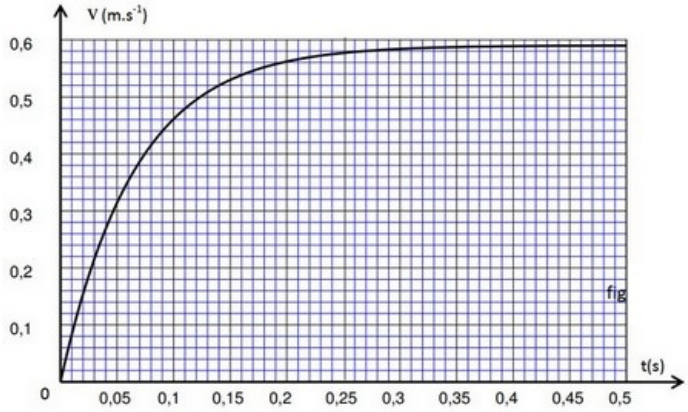
La position instantanée du centre d'inertie G est repérée sur un axe vertical Ox orienté vers le bas et de vecteur unitaire $\overrightarrow{i}$.

À $t = 0$, le centre d'inertie G est au point G_0 d'abscisse $x = 0$:



On représente à chaque instant le vecteur vitesse du centre d'inertie de la bille par $\overrightarrow{v} = v\,\overrightarrow{i}$.

La courbe de la figure suivante représente l'évolution de v au cours du temps :



On représente par V et m respectivement le volume et la masse de la bille, et par ρ_a et ρ_s respectivement la masse volumique de la bille et celle du liquide visqueux, et par g l'intensité de pesanteur.

Au cours de sa chute, la bille est soumise à :

La force de frottement fluide : $\overrightarrow{f} = -h.v.\overrightarrow{i}$ (h est le coefficient de frottement visqueux).

La poussée d'Archimède : $\overrightarrow{F} = -\rho_s.V.\overrightarrow{g}$

Son poids : $m.\overrightarrow{g} = \rho_a.V.\overrightarrow{g}$

1. À l'aide de la courbe, montrer l'existence d'une vitesse limite et déterminer sa valeur expérimentale.
2. Représenter, sur un schéma sans échelle, les vecteurs forces appliqués sur la bille en mouvement dans le fluide.
3. Établir l'équation différentielle vérifiée par la vitesse $v(t)$, et montrer qu'elle s'écrit sous la forme $\frac{dv}{dt} = -\frac{h}{m}.v + \alpha.g$, en précisant l'expression de α.
4. Vérifier que la fonction $v(t) = \alpha.g.\frac{m}{h}\left(1 - e^{-\frac{h}{m}t}\right)$ est solution de cette équation différentielle.

5. Montrer, à partir de l'équation différentielle ou à partir de sa solution, l'existence d'une vitesse limite et calculer sa valeur, et la comparer avec la valeur trouvée expérimentalement.

On donne :

$m = 5,0g$
$g = 9,8m.s^{-2}$
$h = 7,60.10^{-2}kg.s^{-1}$
$\alpha = 0,92$

6. Déterminer à l'aide de l'analyse dimensionnelle l'unité de $\frac{m}{h}$ et déterminer sa valeur à partir de l'enregistrement.

Exercice 4 (6 pts)

Partie 1

On réalise une pile Nickel-Zinc à partir des couples $Ni^{2+}_{(aq)}/Ni_{(s)}$ et $Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(s)}$ en plongeant une électrode du Nickel dans un volume $V = 150mL$ du Sulfate de Nickel $\left(Ni^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}\right)$ de concentration initiale $\left[Ni^{2+}_{(aq)}\right]_i = 10^{-2}mol.L^{-1}$ et une électrode de Zinc dans un volume $V = 150mL$ d'une solution de Sulfate de Zinc de concentration initiale $\left[Zn^{2+}_{(aq)}\right]_i = 10^{-2}mol.L^{-1}$.

On relie les solutions des deux demi-piles par un pont ionique.

$Ni^{2+}_{(aq)}$ est le réactif limitant.

Données :

- Les masses molaires : $M(Ni) = 58,69g/mol$; $M(Zn) = 65,38g/mol$
- La constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction $Ni^{2+}_{(aq)}/Ni_{(s)}$ $Ni^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightleftarrows Zn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)}$ est $K_e = 10^{18}$.
- Constante de Faraday : $1F = 9,65.10^4C.mol^{-1}$

1. Déterminer, en calculant la valeur du quotient réactionnel initial $Q_{r,i}$, le sens d'évolution spontanée du système.
2. Indiquer la polarité de cette pile et son schéma conventionnel.

Pour une durée de fonctionnement Δt, la variation de masse de l'électrode du Nickel est $\Delta m(Ni) = 100mg$.

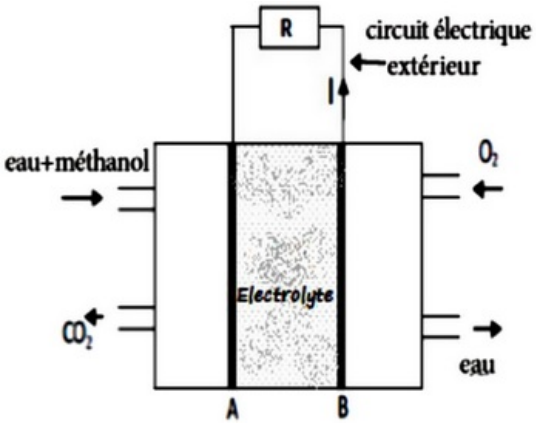
3. Déterminer la variation de masse de l'électrode de Zinc.

Un courant électrique passe dans le circuit d'intensité $I = 0,1A$ lors du fonctionnement de la pile.

4)Trouver l'expression Δt_{max} la durée maximale du fonctionnement de la pile en fonction de $\left[Zn^{2+}_{(aq)}\right]_i$, V, F et I. Calculer Δt_{max} .

Partie 2

La pile à combustible est formée de deux parties séparées par un électrolyte qui joue le rôle du pont salin et deux électrodes A et B :



La pile au cours de son fonctionnement consomme le dioxygène et du méthanol liquide.

Données :

- Constante de Faraday : $1F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$
- Masse volumique du méthanol liquide : $\rho = 0,79 g.cm^{-3}$
- Msse molaire du méthanol : $M(CH_3OH) = 32\ g.mol^{-1}$

Les deux couples (ox/red) qui interviennent dans cette transformation sont : $O_{2(g)}/\ H_2O_{(\ell)}$ et $CO_{2(g)}/\ CH_3OH_{(\ell)}$.

Pendant le fonctionnement de la pile, il se produit près de l'une des électrodes une transformation modélisée par l'équation chimique suivante :
$CH_3OH + H_2O \rightarrow CO_2 + a.H^+ + b.e^-$.

5. Déterminer les coefficients a et b.
6. Indiquer parmi les électrode A et B l'électrode près de laquelle se produit cette réaction.
7. Écrire l'équation modélisant la transformation qui se produit près de l'autre électrode, et donner les noms des électrodes A et B.

La pile fournit au circuit extérieur un courant électrique d'intensité $I = 45mA$ pendant une durée $\Delta t = 1h45min$ de fonctionnement.

8. Trouver le volume V de méthanol consommé pendant Δt.