

L'expression littérale de la relation, avant l'application numérique

*******physique (13 points)*******

Physique 1 (8 pts):

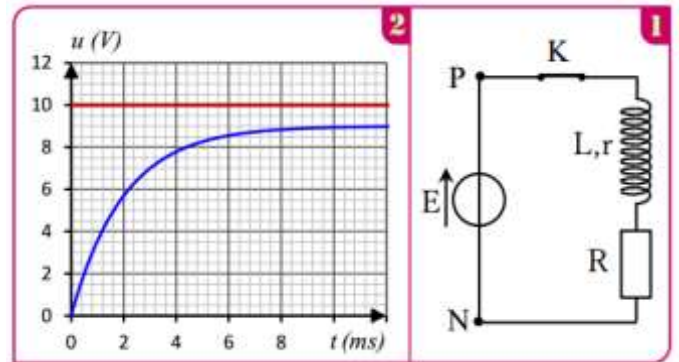
Les conducteurs ohmiques, les condensateurs et les bobines sont parmi les constituants essentiels de beaucoup d'appareils électroniques que nous utilisons dans la vie quotidienne. L'exercice vise à déterminer l'inductance **d'une bobine** et à étudier un **circuit oscillant libre RLC** pour déterminer la capacité **d'un condensateur**.

I- Réponse d'un dipôle RL à un échelon montant de tension :

Le circuit représenté sur la **figure 1** est constitué de :

- Un générateur idéal de tension de force électromotrice E .
- Une bobine d'inductance L et résistance r .
- Un conducteur ohmique de résistance $R = 90 \Omega$.
- Un interrupteur K

L'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K et on suit l'évolution de la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique et u_{PN} aux bornes du générateur en fonction du temps.



La **figure 2** représente les courbes $u_R(t)$ et $u_{PN}(t)$

1- Identifier la courbe qui représente la tension $u_R(t)$ et celle qui représente $u_{PN}(t)$, en justifiant votre réponse.

2- Montrer l'équation différentielle vérifiée par $u_R(t)$ est : $u_R + \frac{L}{R+r} \frac{du_R}{dt} = \frac{R.E}{R+r}$

3- La solution de cette équation différentielle est : $u_R(t) = A(1 - e^{-t/\tau})$. Trouver les expressions de A et de τ

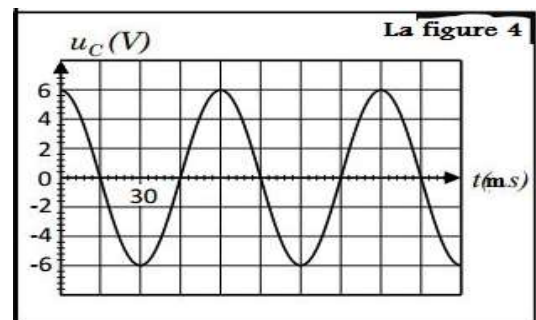
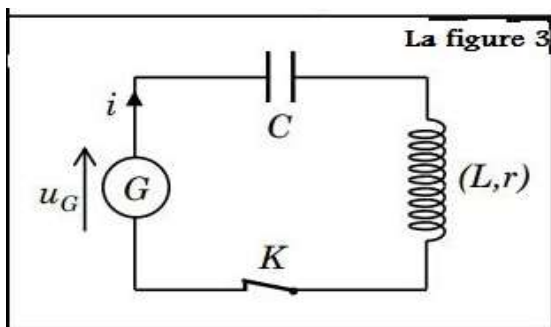
4- En exploitant la courbe de la figure 2, déterminer:

- 4-1 La valeur de A
- 4-2 La force électromotrice E du générateur.
- 4-3 La valeur de la constante de temps τ .
- 4-4 La résistance r de la bobine

5 - Montrer que la valeur de l'inductance de la bobine est $L = 0,2 \text{ H}$.

II- Étude des oscillations libres dans un circuit RLC en série

Dans la deuxième expérience. La bobine précédente de l'inductance $L = 0,2 \text{ H}$ et de résistance $r = 10 \Omega$ est montée avec un condensateur de capacité C , et un générateur G qui délivre une tension $u_G = k.i$ avec ($k = 10 \text{ SI}$) qui permet d'entretenir les oscillations (**Circuit figure 3**). A l'aide d'un système d'acquisition, on obtient le graphe de la **figure 4** qui représente la tension u_C aux bornes du condensateur.

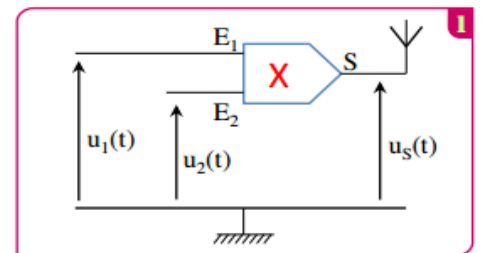


- 1- Quel est le rôle du générateur G.
- 2- Quelle est le régime des oscillations représenté sur la figure 4?
- 3- Quelle est la forme d'énergie stocké dans le circuit à $t = 15\text{ms}$? justifier
- 4- Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_c .
- 5- La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme : $u_c(t) = E \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right)$.
 - 5-1 Trouver l'expression de la période propre T_0 en fonction de L et C.
 - 5-2 Déterminer graphiquement la période propre T_0 .
 - 5-3 Calculer la valeur de capacité C.
- 6- Montrer que à l'instant $t = \frac{T_0}{4}$, l'énergie totale est $E_T = \frac{1}{2} C E^2$ puis calculer sa valeur.

Physique 2 (5 pts) :

I-Modulation

Pour étudier la modulation d'amplitude et vérifier la qualité de la modulation, au cours d'une séance de TP, le professeur a utilisé avec ses élèves, un circuit intégré multiplieur (X) en appliquant une tension sinusoïdale $u_1(t) = P_m \cdot \cos(2\pi \cdot F_p \cdot t)$ à son entrée E_1 et une tension $u_2(t) = U_0 + s(t)$ à son entrée E_2 avec U_0 la composante continue de la tension et $s(t) = S_m \cdot \cos(2\pi \cdot f_s \cdot t)$ la tension modulante (figure 1).



Soit la tension de sortie (tension modulée) $u_s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$ avec k est une constante positive caractérisant le multiplieur X.

- 1- Montrer, en précisant les expressions de A et de m, que la tension $u_s(t)$ s'écrit sous la forme :

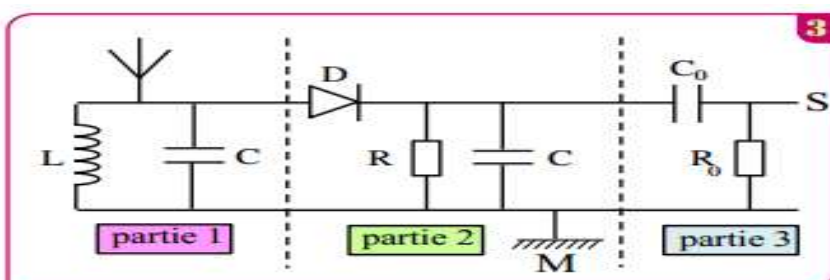
$$u_s(t) = A \left[1 + m \cdot \cos(2\pi f_s t) \right] \cos(2\pi F_p t)$$

- 2- L'expression de la tension modulé est : $u_s(t) = 4 \times [0,8 + 0,4 \cos(3,14 \cdot 10^2 \cdot t)] \cos(6,28 \cdot 10^4 \cdot t)$
 - a- Quelles sont les fréquences de porteuse F_p et du signal modulant f_s ?
 - b- Déterminer m la valeur du taux de modulation. Conclure .

II- Démodulation

La figure 2 ci-dessous représente le montage utilisé dans un dispositif de réception constitué de trois parties.

- 1- Préciser le rôle de la partie 1 et diode D dans ce montage
- 2- Déterminer la valeur du produit $L \cdot C$ pour que la sélection de l'onde porteuse soit bonne.
- 3- 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 : $4\pi^2 L \cdot F_p \ll R < \frac{4\pi^2 L \cdot F_p^2}{f_s}$
- 4- Calculer les bornes de cet intervalle sachant que $L = 20\text{mH}$.



Bonne chance

Partie de chimie (7pts)

En l'an 1800, le savant Alessandro Volta a annoncé l'invention de la première pile électrique, et au début du vingtième siècle, Edison a inventé une pile électrique rechargeable plusieurs fois «l'accumulateur nickel-cadmium» caractérisé par son faible poids et sa longue durée de vie. Cet exercice a pour but l'étude simplifiée de l'accumulateur nickel-cadmium pendant son fonctionnement comme pile

On réalise à la température 25°C la pile **nickel-cadmium** composé de deux compartiments liés par un pont salin ($\text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$). **Le premier compartiment** est composé d'une **plaque de nickel** plongée dans une solution de **sulfate de nickel** $\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$ et **le deuxième compartiment** est composé d'une **plaque de cadmium** plongée dans une solution de **sulfate de cadmium** $\text{Cd}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$.

Les deux solutions ioniques ont :

- même volume $V = 0,2 \text{ L}$.

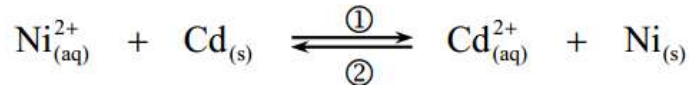
- même concentration initiale $C = [\text{Cd}^{2+}]_i = [\text{Ni}^{2+}]_i = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

Données :

- Constante de Faraday : $1F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$

- La masse molaire : $M_{\text{Cd}} = 112,4 \text{ g.mol}^{-1}$

- La constante d'équilibre associée à la réaction est $K = 4,5 \cdot 10^5$



I-

1- Déterminer en calculant le quotient de la réaction $Q_{r,i}$ à l'état initial,

.....

.....

En déduire le sens de l'évolution spontanée du système constituant la pile.

.....

.....

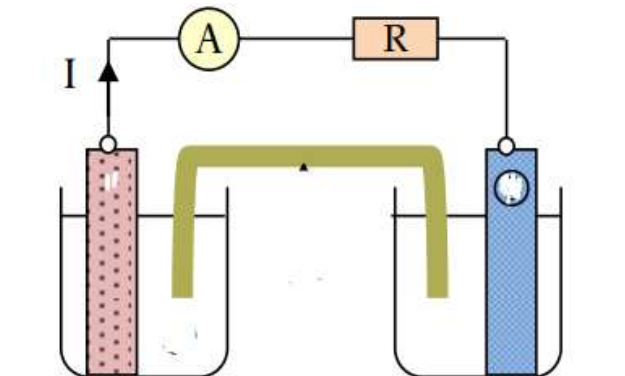
2- Déterminer la polarité de la pile en justifiant la réponse.

.....

.....

.....

3- Représenter et nommer sur le montage expérimental ci-dessous : le sens d'électrons et ions dans le pont salin, puis la nature de la plaque et solution de chaque compartiment.



Donner le schéma conventionnel de la pile

.....

.....

3- Quel est le rôle du pont salin.

II- On laisse la pile fonctionnée une durée $\Delta t = 60 \text{ min}$. La pile débite un courant d'intensité constante $I=0,1\text{A}$

1- Calculer Q la quantité d'électricité débite au cours de son fonctionnement.

2- Dresser le tableau d'avancement au voisinage de la plaque de cadmium

3- Montrer que l'avancement de la réaction pendant la durée Δt est $x(t) = 1,86 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

4- Pendant la durée Δt ,

--Calculer la variation de la masse de la plaque de cadmium $\Delta m \text{ (Cd)}$

- Calculer la variation de la concentration des ions de cadmium $\Delta[\text{Cd}^{2+}]$

5- Trouver que l'avancement de la réaction $x_{\text{éq}}$ à l'état d'équilibre (la pile devient usée) est :

$$x_{\text{éq}} = \frac{CV(K - 1)}{1 + k}$$

En déduire la quantité d'électrons à l'état d'équilibre : $n(e^-)_{\text{max}}$