

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

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

**Physique 1 ( 8 pts ):**

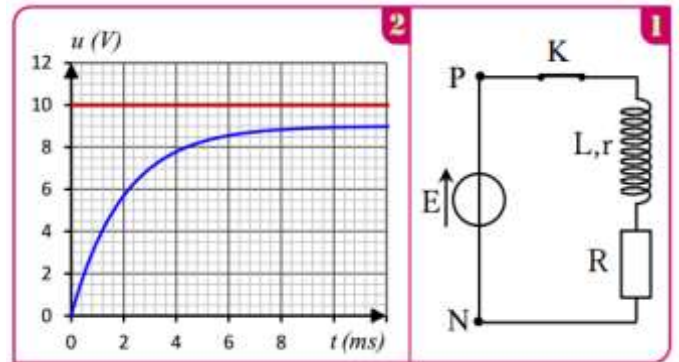
Les conducteurs ohmiques, les condensateurs et les bobines sont parmi les constituants essentiels de beaucoup d'appareils électroniques que nous utilisons dans la vie quotidienne. L'exercice vise à déterminer l'inductance d'une bobine et à étudier un circuit oscillant libre RLC pour déterminer la capacité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

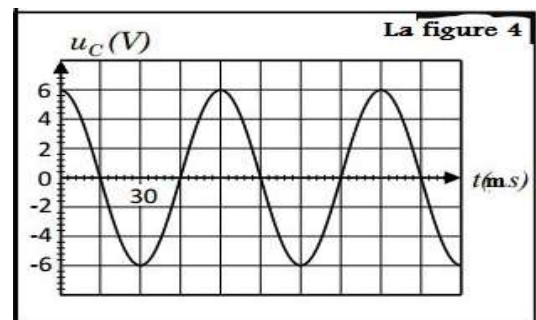
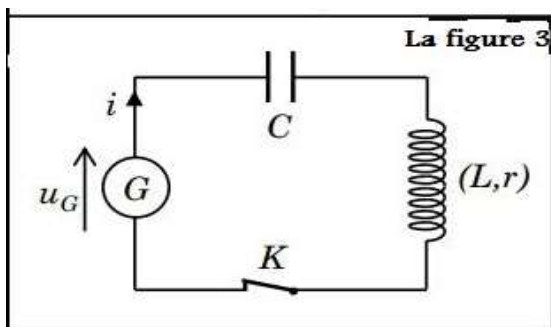
4- En exploitant la courbe de la figure 2, déterminer:

- 4-1 La valeur de  $A$
- 4-2 La force électromotrice  $E$  du générateur.
- 4-3 La valeur de la constante de temps  $\tau$ .
- 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.

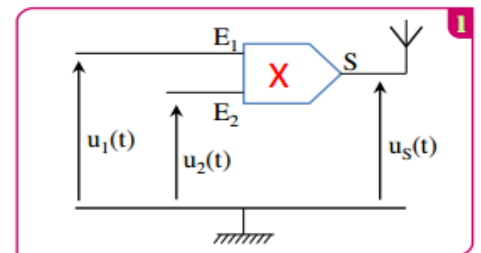


- 1- Quel est le rôle du générateur G.
- 2- Quelle est le régime des oscillations représenté sur la figure 4?
- 3- Quelle est la forme d'énergie stocké dans le circuit à  $t = 15\text{ms}$  ? justifier
- 4- Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_c$ .
- 5- La solution de l'équation 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 :

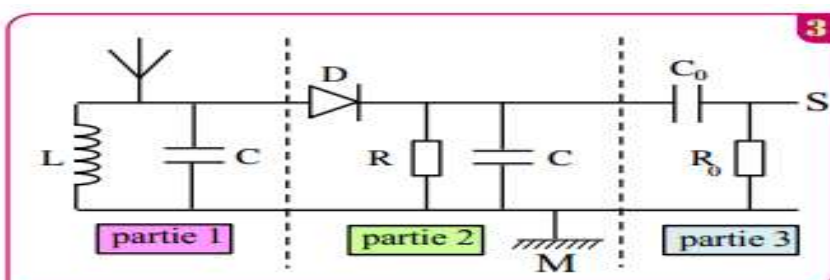
$$u_s(t) = A \left[ 1 + m \cdot \cos(2\pi f_s t) \right] \cos(2\pi F_p t)$$

- 2- L'expression de la tension modulée 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  $25^{\circ}\text{C}$  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  $V = 0,2 \text{ L}$ .

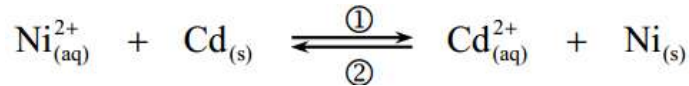
- même concentration initiale  $C = [\text{Cd}^{2+}]_i = [\text{Ni}^{2+}]_i = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

**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.

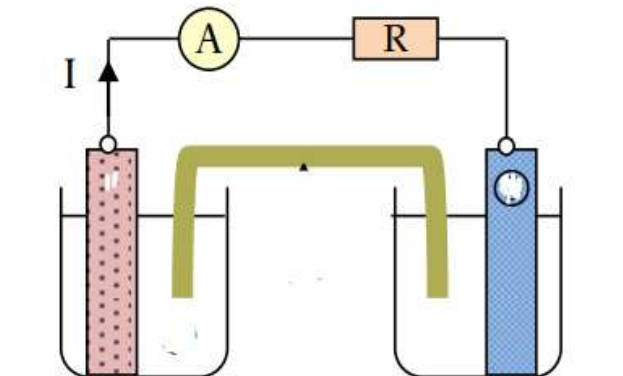
.....

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  $\Delta t$  est  $x(t) = 1,86 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

4- Pendant la durée  $\Delta t$ ,

--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 :  $n(e^-)_{\text{max}}$