

Le sujet comporte 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6.

Les pages 5/6 et 6/6 sont à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

**CHIMIE (7 points)**

**Exercice 1 (4 points)**

On réalise à 25°C, une pile électrochimique (P) alimentant un circuit extérieur comportant un conducteur ohmique de résistance (R), un ampèremètre (A) et un interrupteur (K) (voir figure 1).

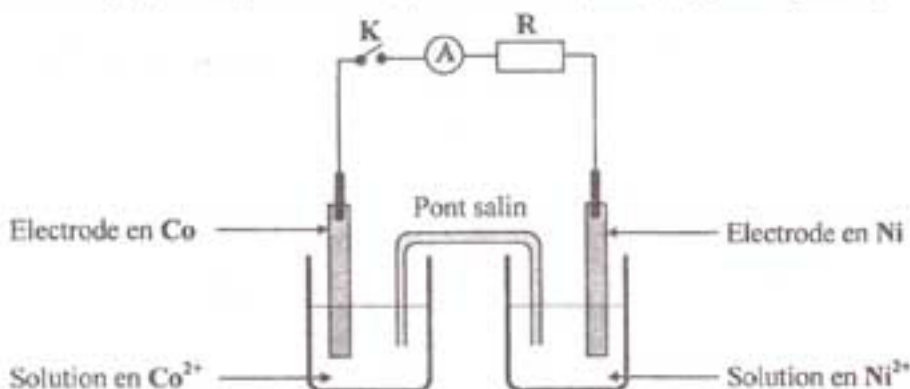


figure 1

- L'équation chimique associée à cette pile est :  $\text{Co} + \text{Ni}^{2+} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + \text{Ni}$ .
- La constante d'équilibre relative à l'équation chimique associée est :  $K_1 = 4,64$ .
- La fem de la pile étudiée est donnée par la relation :  $E = E^\circ - 0,03 \log \frac{[\text{Co}^{2+}]}{[\text{Ni}^{2+}]}$  ;  $E^\circ$  étant la fem standard de la pile.
- On suppose que durant le fonctionnement de la pile (P), aucune des lames ne disparaît complètement et que les volumes des solutions dans les deux compartiments restent constants et égaux.

1- Donner le symbole de la pile (P).

2- L'interrupteur (K) est ouvert. La mesure de la fem initiale de cette pile, à l'aide d'un voltmètre de très grande résistance, donne :  $E_1 = -0,01 \text{ V}$ .

a- Préciser, en le justifiant, le pôle positif de la pile (P).

b- Déterminer la valeur de  $E^\circ$  puis comparer, en le justifiant, les pouvoirs réducteurs des couples rédox mis en jeu dans la pile (P).

c- Montrer que la valeur du rapport des concentrations molaires initiales est :  $\frac{[\text{Co}^{2+}]_0}{[\text{Ni}^{2+}]_0} = 10$ .

3- L'interrupteur (K) est fermé.

a- Ecrire l'équation de la réaction chimique qui se produit spontanément. Justifier.

b- La pile cesse de débiter du courant dans le circuit extérieur lorsque la concentration molaire des ions  $\text{Co}^{2+}$  prend la valeur  $90,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

b<sub>1</sub>- Montrer que les concentrations molaires initiales des ions  $\text{Co}^{2+}$  et  $\text{Ni}^{2+}$  vérifient la relation suivante :  $[\text{Co}^{2+}]_0 + [\text{Ni}^{2+}]_0 = 1,10 \text{ mol.L}^{-1}$ .

b<sub>2</sub>- Dédurre de ce qui précède les valeurs de  $[\text{Co}^{2+}]_0$  et  $[\text{Ni}^{2+}]_0$ .

### Exercice 2 (3 points)

Le gaz phosgène  $\text{COCl}_2$  est employé dans la fabrication de verres d'optique de grande qualité. A des températures assez élevées, il se décompose en dichlore  $\text{Cl}_2$  et en monoxyde de carbone  $\text{CO}$ . La réaction modélisant cette transformation est symbolisée par l'équation chimique suivante :



On introduit, à l'instant  $t = 0$ , une quantité  $n_0 = 0,80$  mol de phosgène dans un réacteur préalablement vide et maintenu à une température  $\theta = 400^\circ\text{C}$ . Sous une pression  $P_1$ , la quantité de phosgène restant dans le réacteur à la fin de la réaction est :  $n_f = 0,68$  mol.

- 1- a- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système chimique étudié.  
b- Déterminer la composition molaire finale du mélange (M) présent dans le réacteur.  
c- Déterminer le taux d'avancement final  $\tau_f$  de la réaction de décomposition du phosgène.  
d- Préciser en le justifiant, si la transformation étudiée est totale ou limitée.
- 2- On maintient la température du mélange (M) constante et égale à  $400^\circ\text{C}$ , et on amène la pression de la valeur  $P_1$  à une valeur  $P_2$ . Le taux d'avancement final de la réaction de décomposition du phosgène devient :  $\tau_f = 0,17$ . Comparer, en le justifiant,  $P_2$  à  $P_1$ .

### PHYSIQUE (13 points)

#### Exercice 1 (6 points)

Lors d'une séance de travaux pratiques, un élève est chargé de trouver expérimentalement les valeurs de la capacité  $C$  d'un condensateur et de l'inductance  $L$  d'une bobine de résistance supposée nulle.

On met à sa disposition le condensateur, la bobine, un générateur de résistance négligeable et de fem  $E$  réglable, un conducteur ohmique de résistance  $R_1$  réglable, un conducteur ohmique de résistance  $R_2 = 20 \Omega$ , un oscilloscope, deux interrupteurs et des fils de connexion.

Avec ce matériel, l'élève réalise le montage schématisé sur la figure 2 de la page 5/6 (à rendre avec la copie) puis, il procède comme suit :

**Première expérience : détermination de la capacité  $C$  du condensateur.**

Le condensateur étant déchargé. A l'instant  $t = 0$ , l'élève ferme l'interrupteur  $K_1$  (en maintenant  $K_2$  ouvert) et suit, à l'aide de l'oscilloscope, l'évolution temporelle de la tension  $u_c$  aux bornes du condensateur.

Pour  $R_1 = 220 \Omega$  et  $E = 3,8 \text{ V}$ , il obtient la courbe de la figure 3 de la page 5/6.

L'expression en fonction du temps de la tension aux bornes du condensateur est :  $u_c(t) = U_0 \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$  ;

où  $U_0$  et  $\tau$  sont deux constantes positives non nulles.

- 1- a- En se référant à l'expression de  $u_c(t)$ , préciser la limite vers laquelle tend  $u_c$  pour un temps de charge très long.  
b- En déduire graphiquement, la valeur de  $U_0$ .
- 2- a- Nommer  $\tau$ , puis donner son expression en fonction des grandeurs caractéristiques du circuit.  
b- Calculer la valeur de  $u_c$  à l'instant  $t = \tau$ .  
c- En déduire graphiquement, la valeur de  $\tau$ . Trouver alors celle de  $C$ .
- 3- a- Donner l'expression de l'intensité  $i$  du courant traversant le circuit en fonction de  $C$  et  $\frac{du_c}{dt}$ .  
b- En déduire l'expression de la tension  $u_{R_1}$  aux bornes du conducteur ohmique de résistance  $R_1$  en fonction du temps.  
c- Tracer sur la figure 3 de la page 5/6, l'allure de la courbe traduisant l'évolution de la tension  $u_{R_1}$  en fonction du temps dans l'intervalle  $[0 ; 3,5 \text{ ms}]$ .
- 4- Pour charger plus rapidement le condensateur, préciser en le justifiant, s'il faut augmenter la valeur de  $E$  ou diminuer celle de  $R_1$ .



### Deuxième expérience : détermination de la valeur de l'inductance $L$ de la bobine.

Une fois la première expérience réalisée (condensateur complètement chargé), l'élève ouvre  $K_1$  puis, à un instant pris comme origine des temps, il ferme  $K_2$ . A l'aide de l'oscilloscope, il enregistre l'évolution de la tension  $u_c$  aux bornes du condensateur en fonction du temps. La courbe obtenue est représentée sur la figure 4.

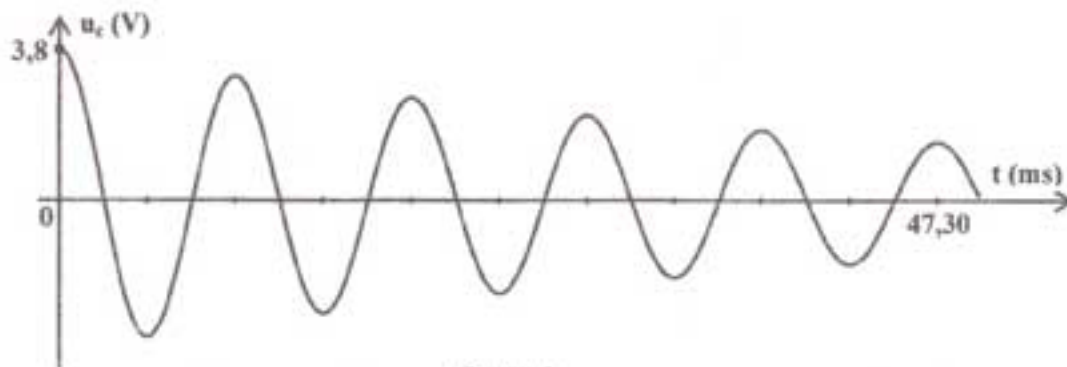


figure 4

Les oscillations électriques enregistrées sont régies par l'équation différentielle suivante :

$$LC \frac{d^2 u_c(t)}{dt^2} + R_2 C \frac{du_c(t)}{dt} + u_c(t) = 0$$

- 1- Qualifier les oscillations enregistrées sur la figure 4 en choisissant un ou plusieurs adjectifs parmi : **amorties ; périodiques ; libres ; aperiodiques ; forcées ; non amorties.**
- 2- a- Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo-période  $T$  de ces oscillations.  
b- En admettant que  $T$  est égale à la période propre  $T_0$  du circuit LC, déterminer la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine.
- 3- a- Rappeler, en fonction de  $C$ ,  $L$ ,  $i$  et  $u_c$ , les expressions des énergies  $E_c$  et  $E_m$  emmagasinées respectivement par le condensateur et par la bobine ;  $i$  étant l'intensité du courant traversant le circuit à un instant  $t$ .  
b- Montrer que :  $\frac{dE_t}{dt} = -R_2 i^2$  ; où  $E_t$  désigne l'énergie totale emmagasinée dans le circuit à un instant  $t$ .  
c- En déduire une explication de la diminution de l'amplitude des oscillations électriques enregistrées sur la figure 4.

### Exercice 2 (4 points)

Le pendule élastique de la figure 5 de la page 6/6 (à rendre avec la copie) est constitué d'un ressort hélicoïdal à spires non jointives, de constante de raideur  $k = 12 \text{ N.m}^{-1}$ , d'axe horizontal et de masse négligeable. L'une de ses extrémités est fixée à un support immobile. A l'autre extrémité est accroché un solide (S), de centre d'inertie  $G$  et de masse  $m$ , pouvant osciller selon l'axe horizontal  $x'x$ . Au cours de son mouvement oscillatoire, (S) est soumis à des frottements de type visqueux équivalents à une force  $\vec{f} = -h\vec{v}$  ; où  $h$  est une constante positive et  $\vec{v}$  est la vitesse instantanée du centre d'inertie  $G$  de (S).

A l'aide d'un dispositif approprié, on applique sur (S) une force excitatrice  $\vec{F}(t) = F_m \sin(2\pi Nt) \vec{i}$ , d'amplitude  $F_m$  constante et de fréquence  $N$  réglable ;  $\vec{i}$  étant le vecteur directeur unitaire de l'axe  $x'x$ .

La position de  $G$  est repérée par son abscisse  $x$  dans le repère  $(O, \vec{i})$ . L'origine  $O$  correspond à la position de  $G$  lorsque (S) est au repos.

L'élongation  $x(t) = X_m \sin(2\pi Nt + \varphi_0)$  de  $G$ , est une solution de l'équation différentielle :

$$m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + h \frac{dx(t)}{dt} + k x(t) = F(t) \quad (I)$$

- 1- La courbe de la **figure 6 de la page 6/6**, représente l'évolution au cours du temps de l'élongation  $x$  de  $G$  lorsque la fréquence de l'excitateur est ajustée à une valeur  $N = N_1$ .
- a- En exploitant la courbe de la **figure 6**, déterminer les valeurs de la fréquence  $N_1$ , de l'amplitude  $X_{m_1}$  et de la phase initiale  $\varphi_{x_1}$  de l'élongation  $x(t)$ .
- b- Sur la **figure 7 de la page 6/6**, est représenté le vecteur de Fresnel  $\overline{OA}$  associé à la fonction  $Y(t) = \left( m \frac{d^2x(t)}{dt^2} + k x(t) \right)$  pour la fréquence  $N = N_1$ . Compléter la construction de Fresnel relative à l'équation (I) en représentant les vecteurs  $\overline{AB}$  et  $\overline{OB}$ , associés respectivement, à  $h \frac{dx(t)}{dt}$  et à  $F(t)$ .
- c- En exploitant la construction de Fresnel, déterminer les valeurs de  $F_m$ ,  $h$  et  $m$ .
- 2- Dans ce qui suit, on prendra:  $m = 0,08 \text{ kg}$ .  
 Pour une valeur particulière  $N_2$  de la fréquence  $N$  de la force excitatrice, la fonction  $Y(t)$  s'annule.
- a- Montrer que  $N_2$  correspond à la fréquence propre  $N_0$  de l'oscillateur. Calculer sa valeur.
- b- Déterminer en fonction de  $N_2$ ,  $h$  et  $F_m$ , l'expression de l'amplitude  $X_{m_2}$  des oscillations de  $G$  à la fréquence  $N_2$ . Calculer sa valeur.

### Exercice 3 (3 points)

### Etude d'un document scientifique

#### Créer de l'électricité avec du magnétisme

Si un courant peut générer un champ magnétique, l'inverse est-il vrai ? Pour répondre à cette question, Michael Faraday réalise, en 1831, l'expérience schématisée sur la **figure 8**: sur un anneau de fer il enroule deux bobines ; l'une reliée à une pile via un interrupteur, l'autre à un galvanomètre indiquant le passage éventuel d'un courant. Que l'interrupteur soit ouvert ou fermé, rien ne se passe sur le galvanomètre, rien d'autre qu'une petite déviation de son aiguille à la fermeture du circuit suivi d'une autre, en sens contraire, à l'ouverture. Faraday comprend que ce n'est pas le champ magnétique lui-même mais sa variation qui induit un courant dans la bobine voisine...

Faraday ouvre ainsi la voie à la deuxième révolution industrielle, celle de l'industrie électrique qui a besoin de générateurs dynamos, alternateurs, puis de moteurs électriques et transformateurs qui sont tous basés sur l'induction de Faraday.

*D'après la recherche n°315, décembre 1998.*

- 1- Préciser dans l'expérience de Faraday, le circuit induit et le circuit inducteur.
- 2- Indiquer les observations qui amènent Faraday à conclure que le courant induit n'est pas dû au champ magnétique lui-même mais à sa variation.
- 3- Donner, à partir du texte, deux applications du phénomène d'induction.

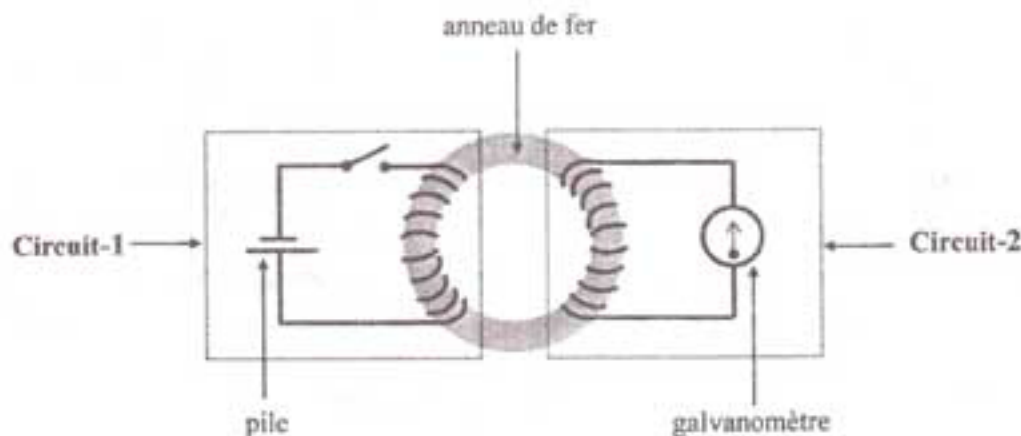


figure 8

Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....

Nom et prénom : .....

Date et lieu de naissance : .....

Signatures des  
surveillants  
.....  
.....



Epreuve de sciences physiques (sciences techniques)

**Feuille à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.**

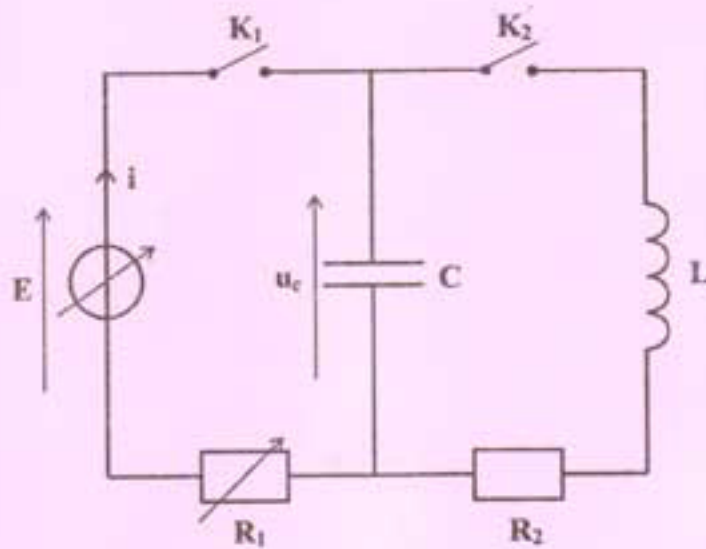


figure 2

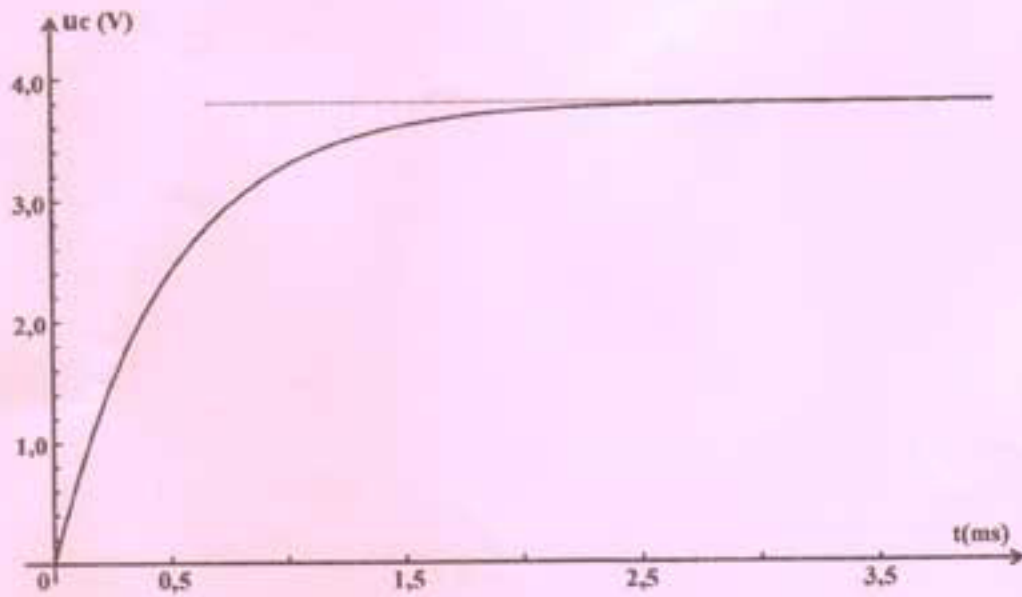


figure 3



Ne rien écrire ici

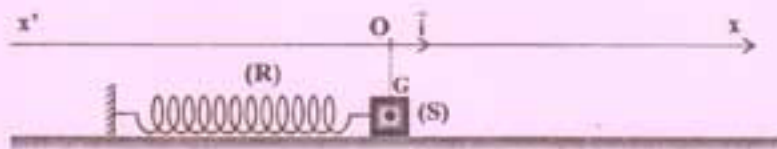


figure 5

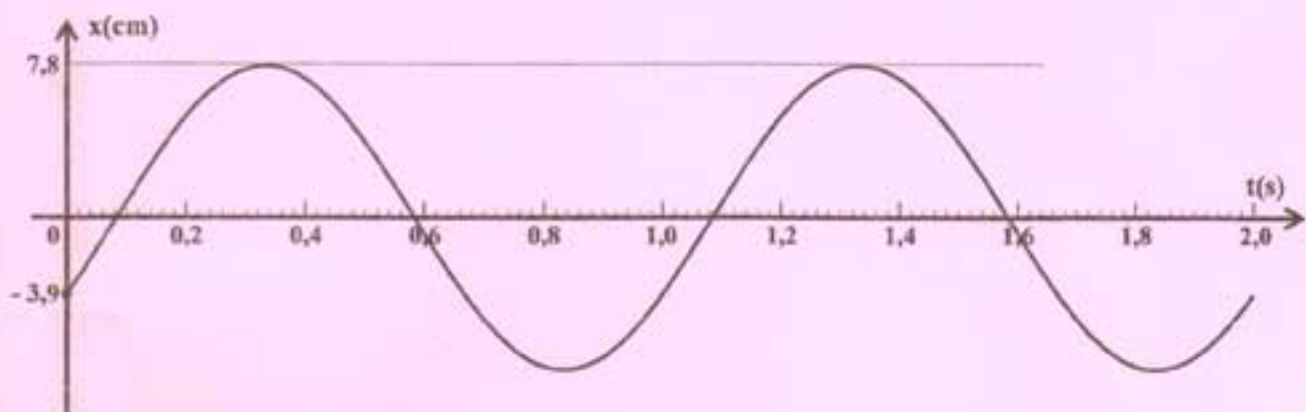


figure 6

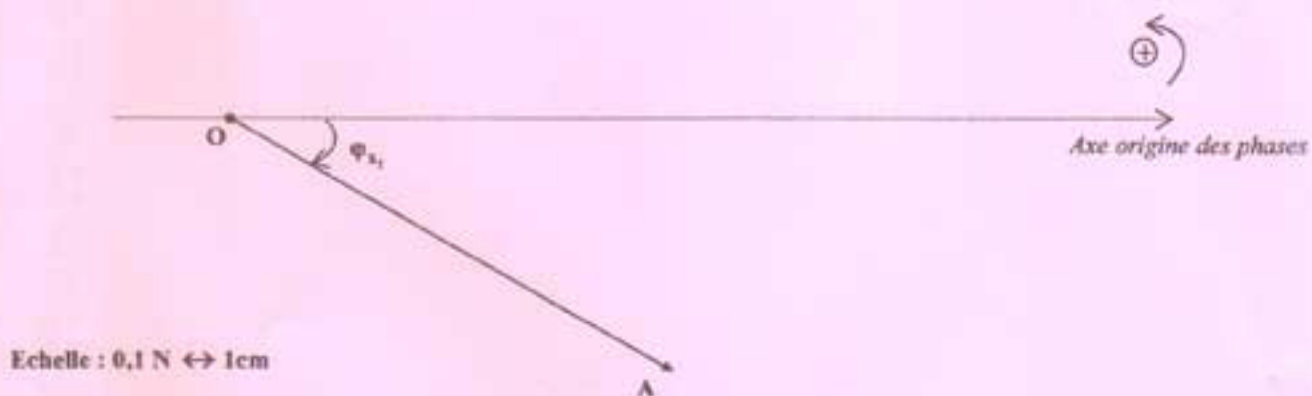


figure 7