

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).

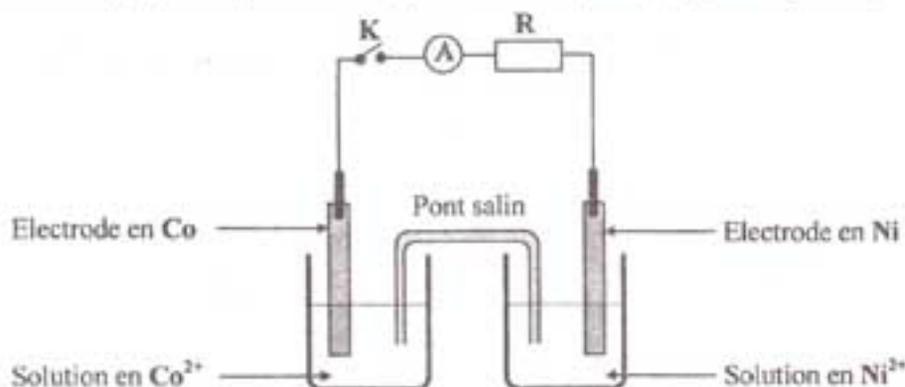


figure 1

- 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° 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° 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 Co^{2+} prend la valeur $90,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

b₁- Montrer que les concentrations molaires initiales des ions Co^{2+} et Ni^{2+} vérifient la relation suivante : $[\text{Co}^{2+}]_0 + [\text{Ni}^{2+}]_0 = 1,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

b₂- Dédurre de ce qui précède les valeurs de $[\text{Co}^{2+}]_0$ et $[\text{Ni}^{2+}]_0$.

Exercice 2 (3 points)

Le gaz phosgène COCl_2 est employé dans la fabrication de verres d'optique de grande qualité. A des températures assez élevées, il se décompose en dichlore Cl_2 et en monoxyde de carbone 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 τ_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°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 τ 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 τ , 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 τ . 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.

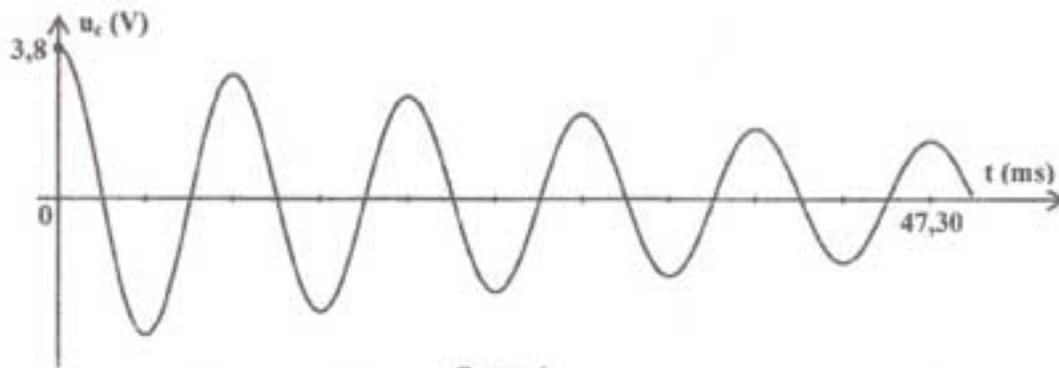


figure 4

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 , et de la phase initiale φ_x , 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.

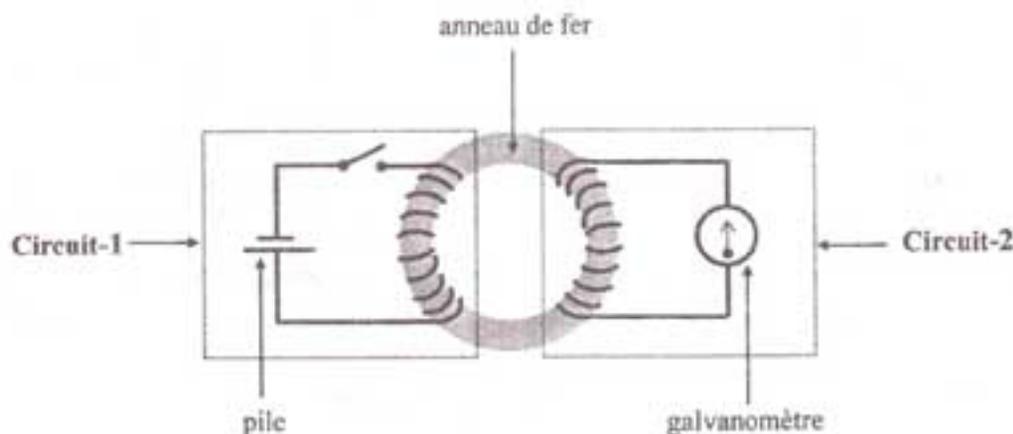


figure 8

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.

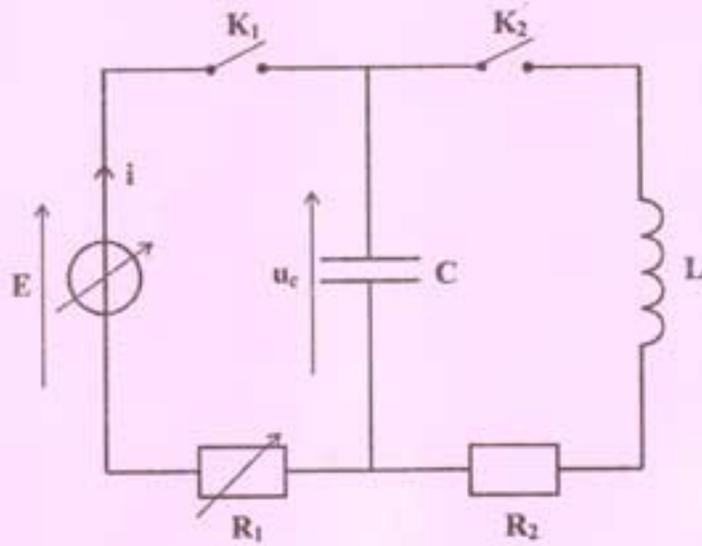


figure 2

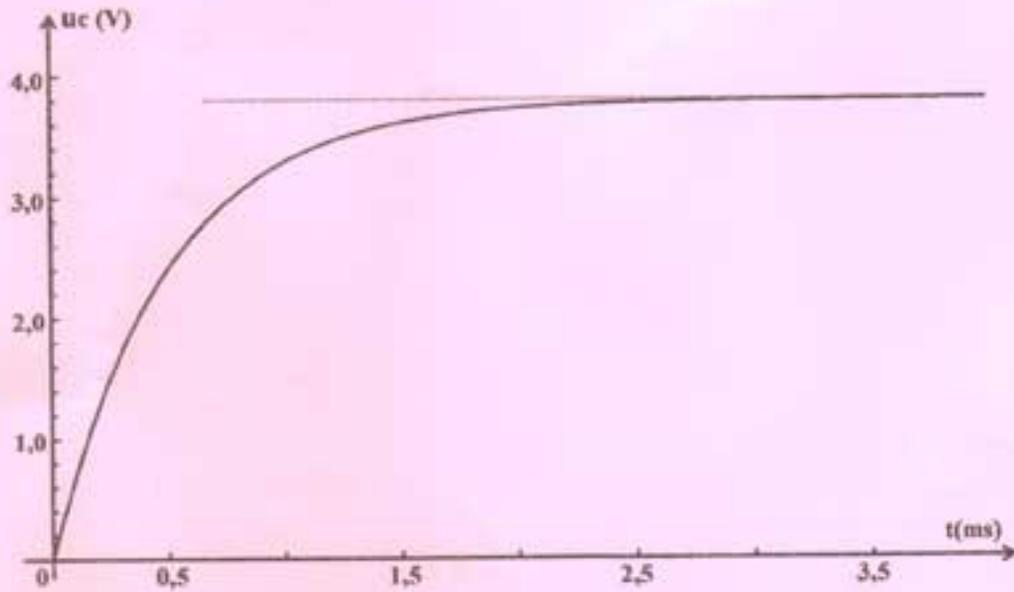


figure 3

Ne rien écrire ici

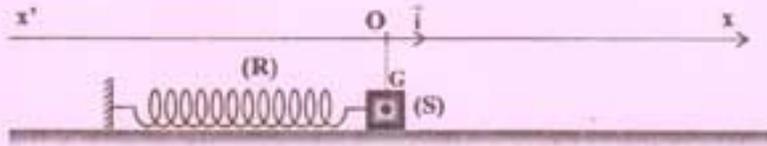


figure 5

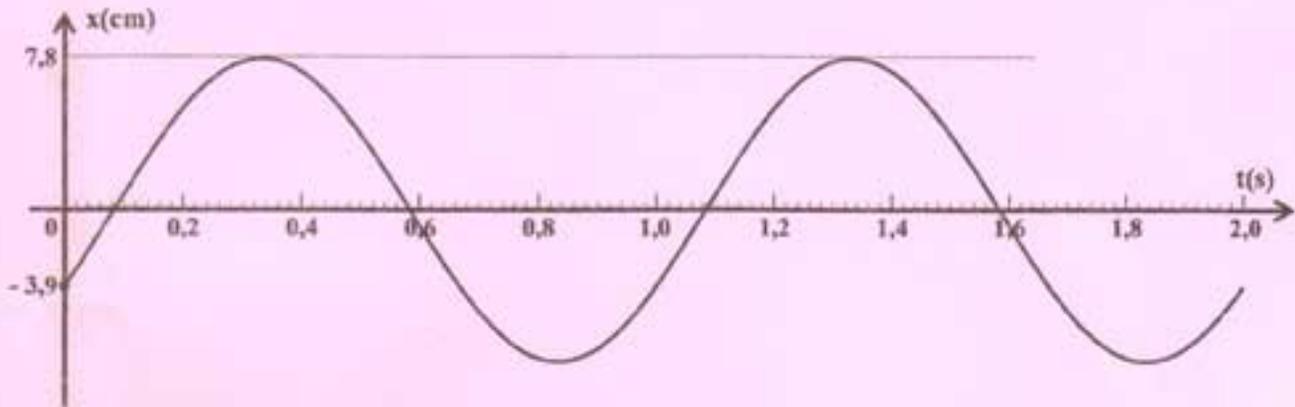


figure 6

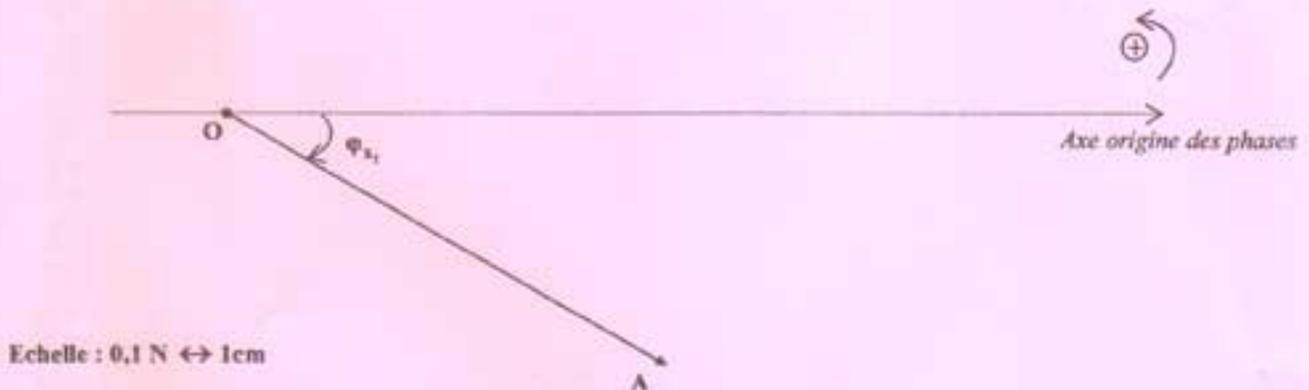


figure 7