



Epreuve de Sciences Physiques (groupe N°2)

Durée : 2 Heures

Coefficient : 1

L'épreuve comporte 5 exercices indépendants, répartis sur 4 pages numérotées de 1 à 4.

**CHIMIE : (7 points)**

**EXERCICE N°1 : (3,5 points)**

A fin d'étudier la réaction de formation de l'ion thiocyanatofer II ( $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$ ) de couleur rouge sang à une température  $\theta$ , on fait réagir des ions fer III ( $\text{Fe}^{3+}$  : couleur brune) avec des ions thiocyanate ( $\text{SCN}^-$  : incolore).

La réaction est modélisée par l'équation :  $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$

Les constituants du système chimique sont dans une même phase liquide.

À un volume  $V_1 = 10 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse d'ions  $\text{Fe}^{3+}$  de concentration molaire  $C_1 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , on ajoute, à l'instant de date  $t_1$ , un même volume  $V_2 = V_1 = 10 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse d'ions thiocyanate  $\text{SCN}^-$  à la même concentration  $C_2 = C_1 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Le suivi expérimental de l'évolution du système montre qu'à partir d'un instant de date  $t_2$  la concentration des ions fer III ( $\text{Fe}^{3+}$ ) prend une valeur  $[\text{Fe}^{3+}]_{\text{éq}} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  qui reste inchangée pour tout  $t \geq t_2$

- 1) a- Donner l'expression de la fonction des concentrations  $\pi$  associée à l'équation chimique considérée.  
b- Calculer la valeur de cette fonction des concentrations  $\pi$  à l'instant de date  $t_1$  et indiquer le sens d'évolution spontanée du système.
- 2) a- Calculer l'avancement maximal  $x_{\text{max}}$  et l'avancement final  $x_f$  de la réaction.  
b- Déterminer la valeur du taux d'avancement final  $\tau_f$ .  
c- Déduire la valeur de la constante d'équilibre associée à l'équation d'apparition de l'ion  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$ .
- 3) a- En refroidissant le système chimique à l'équilibre, on constate que la couleur rouge sang s'intensifie. Préciser, en justifiant, le caractère énergétique de la réaction de formation de l'ion thiocyanatofer II.  
b- Indiquer, en justifiant, dans quel sens se déplace l'équilibre si on ajoute une très faible quantité de thiocyanate de potassium  $\text{KSCN}$  solide à la température  $\theta$  et à volume constant.
- 4) On ajoute au mélange obtenu quelques gouttes d'une solution concentrée d'hydroxyde de sodium ( $\text{NaOH}$ ). Un précipité rouille d'hydroxyde de fer III apparaît. Sachant que la coloration rouge sang s'intensifie avec l'augmentation de la concentration des ions  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$ , préciser si, après filtration, la couleur rouge sang du filtrat est plus foncée ou bien moins foncée que précédemment. Justifier la réponse.

On suppose que, dans les conditions de cette expérience, les ions  $\text{OH}^-$  ne réagissent qu'avec les ions  $\text{Fe}^{3+}$ .

**EXERCICE N°2 : (3,5 points)**

On dissout une masse ( $m$ ) de sulfate de cobalt ( $\text{CoSO}_4$ ) dans de l'eau pure afin d'obtenir 100 mL d'une solution aqueuse (S) de concentration molaire  $C$  et on réalise la pile formée par les deux demi-piles :

-A gauche: une lame de cobalt (Co) plongeant dans la solution (S).

-A droite: une lame de nickel (Ni) plongeant dans 100 mL d'une solution de sulfate de nickel ( $\text{NiSO}_4$ ) de concentration molaire  $C'$ . Les deux solutions sont reliées par un pont salin.

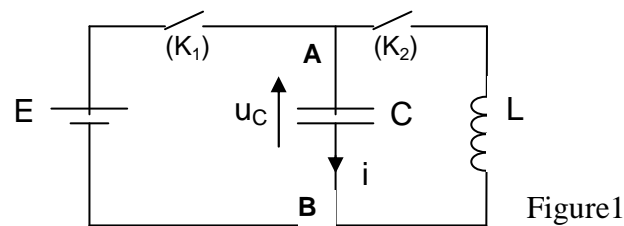
- 1) a -Faire le schéma de cette pile.  
b - Ecrire l'équation de la réaction associée à cette pile.  
c - Préciser le rôle du pont salin.

- 2) La mesure de la fem de cette pile donne la valeur  $E = 0,017 \text{ V}$ .
- a - Ecrire l'équation de la réaction spontanée lorsque la pile débite.
- b - Indiquer le sens du courant dans le circuit extérieur.
- c- Donner l'expression de la fem  $E$  en fonction de  $C$ ,  $C'$  et  $E^\circ$  fem standard de la pile.
- 3) Au cours du fonctionnement de la pile, on constate que l'intensité du courant débité décroît jusqu'à s'annuler lorsque  $[\text{Ni}^{2+}] = 0,16 \text{ mol.L}^{-1}$  et  $[\text{Co}^{2+}] = 0,74 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- a - Calculer la fem standard  $E^\circ$  de la pile ainsi que la constante d'équilibre  $K$  de la réaction associée.
- b- En déduire, parmi le cobalt  $\text{Co}$  et le nickel  $\text{Ni}$ , le métal le plus réducteur.
- c- Calculer la concentration molaire  $C$  et déduire la masse  $m$  de sulfate de cobalt utilisée.
- On donne** : les masses molaires atomiques en  $\text{g.mol}^{-1}$  :  $\text{Co} = 59$  ;  $\text{S} = 32$  et  $\text{O} = 16$ .

## PHYSIQUE : (13 points)

### EXERCICE N°1 : (4,5 points)

A) On considère le circuit schématisé sur la figure1 et comportant :



- un générateur supposé parfait de force électromotrice  $E=6\text{V}$  ;
- un condensateur de capacité  $C=10^{-6}\text{F}$  ;
- une bobine d'inductance  $L=1\text{H}$  et de résistance supposée nulle
- deux interrupteurs  $K_1$  et  $K_2$ .

1) Le condensateur étant initialement déchargé, à l'instant de date  $t = 0\text{s}$ , on ferme l'interrupteur  $K_1$  et on laisse  $K_2$  ouvert.

a- Calculer la charge  $Q_0$  acquise par le condensateur.

b- Exprimer l'énergie électrique  $W$  emmagasinée par le condensateur en fonction de  $E$  et  $C$ . La calculer.

2) Le condensateur étant chargé, à un instant pris comme origine des dates, on ouvre l'interrupteur  $K_1$  puis on ferme l'interrupteur  $K_2$ .

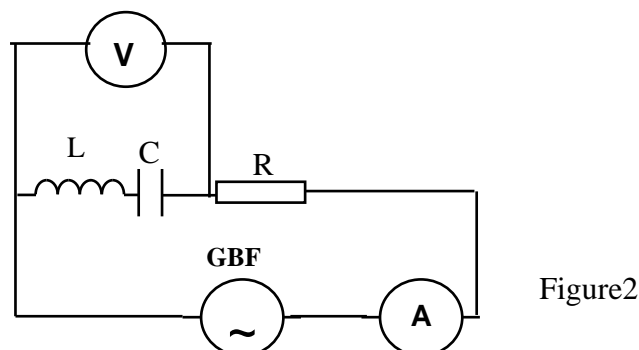
On désignera par  $q$  la charge de l'armature A et par  $i = \frac{dq}{dt}$  l'intensité du courant dans le circuit à un instant  $t$

quelconque au cours des oscillations électriques.

a- Exprimer l'énergie totale  $E$  du circuit (LC), en fonction de  $q$ ,  $C$ ,  $L$  et  $i$ . En admettant que  $E$  reste constante au cours des oscillations, déduire l'équation différentielle vérifiée par  $q$ .

b- Déterminer l'expression numérique de la charge  $q(t)$ .

B) Le condensateur et la bobine précédents sont placés en série avec un résistor de résistance  $R$  comme le montre la figure 2. On applique aux bornes de ce circuit une tension alternative  $u(t) = U\sqrt{2}\sin(2\pi Nt + \varphi)$  tel que  $U=10\text{V}$ .



- 1) En faisant varier la fréquence  $N$ , le voltmètre(V) indique une tension nulle pour une valeur  $N_0$  de  $N$  ; l'ampèremètre(A) indique alors une intensité efficace  $I_0=0,2A$ .
- a-Interpréter l'indication du voltmètre (V) et en déduire la valeur de  $N_0$ .
- b-Calculer les valeurs de la résistance  $R$  et du facteur de surtension  $Q$  du circuit.
- 2) On ajuste la fréquence  $N$  à une nouvelle valeur  $N_1=162Hz$ . Sachant que l'équation différentielle régissant les oscillations forcées est  $Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int i(t) dt = u(t)$  et que  $i(t) = I\sqrt{2} \sin(2\pi Nt)$  .
- a- Déterminer le déphasage  $\Delta\phi$  de la tension  $u(t)$  par rapport au courant  $i(t)$  .Préciser si le circuit est inductif ou capacitif.
- b- Déterminer l'intensité efficace  $I_1$  du courant indiquée par l'ampèremètre.
- c- Calculer alors la puissance moyenne consommée dans le circuit.

### **EXERCICE N°2 : (4,5 points)**

On relie l'extrémité O d'une lame vibrante à une corde tendue horizontalement de longueur  $OO' = \ell = 2m$ . La lame vibrante subit des oscillations sinusoïdales verticales de fréquence  $N=100Hz$  et d'amplitude  $a=3mm$ .

Ces vibrations se propagent le long de la corde avec une célérité  $v= 20m.s^{-1}$ .

On suppose qu'il n'y a pas de réflexion ni amortissement des ondes.

- 1-a- Le phénomène résultant de la propagation des déformations le long de la corde est appelé onde mécanique transversale. Justifier cette appellation.
- b- Calculer la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde progressant le long de la corde.
- c -Décrire le phénomène observé au moment où la corde est éclairée par un stroboscope dont les fréquences prennent les valeurs:  $N_e = 50 Hz$  et  $N_e = 102 Hz$ .
- 2) a-En considérant l'origine des temps l'instant où O passe par sa position d'équilibre dans le sens positif ; écrire l'équation horaire  $y_O(t)$  du mouvement de la source O
- b-Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point M de la corde situé au repos à la distance  $x = OM$  de la source O.
- 3) a- Déterminer l'expression des abscisses des points qui vibrent en phase avec la source O, préciser leur nombre ainsi que la valeur de l'abscisse du point le plus proche de O.
- b- Déterminer l'expression des abscisses des points qui vibrent en opposition de phase avec O, préciser leur nombre ainsi que la valeur de l'abscisse du point le plus proche de O.
- c- Représenter l'aspect de la corde à l'instant  $t = 0,03s$ .

### **EXERCICE N°3 : (4 points)**

*Actuellement des techniques telles que la scintigraphie sont utilisées en médecine grâce à des substances radioactives comme le technétium.*

*Le technétium, se fixant préférentiellement sur les lésions osseuses du squelette, peut être détecté par une gamma-caméra. Ce dernier fournit par la suite une image du squelette appelée scintigraphie osseuse.*

*Tous les noyaux du technétium sont radioactifs.*

- 1) L'isotope 97 du technétium ( ${}^{97}_{43}Tc$ ), de période radioactive 90,1 jours, est synthétisé en bombardant un noyau de molybdène  $96({}^{96}_{42}Mo)$  avec un noyau de deutérium  ${}^A_ZX$  .

Ecrire l'équation de la réaction de synthèse du technétium  ${}^{97}_{43}Tc$  à partir du molybdène  ${}^{96}_{42}Mo$  en précisant les valeurs de A et Z sachant qu'il se forme en même temps un neutron.

A quel élément chimique appartient le deutérium.

2. L'isotope 99 du technétium ( ${}^{99}_{43}\text{Tc}$ ) présente la particularité et l'avantage de pouvoir être produit sur place par désintégration du molybdène 99, ( ${}^{99}_{42}\text{Mo}$ ).

Une infirmière prépare une dose de technétium 99,  ${}^{99}_{43}\text{Tc}$ . Après deux heures, son activité étant égale à 79,5 % de sa valeur initiale, elle l'injecte à un patient.

**a-** Ecrire l'équation de la réaction nucléaire permettant d'obtenir le technétium 99 à partir du molybdène 99. Préciser le type de désintégration dont il s'agit.

**b-** Définir l'activité d'une source radioactive et établir la relation entre l'activité, la constante radioactive et le nombre de noyaux présents.

**c-** Déterminer la valeur de la période radioactive du technétium 99.

3) **a-** L'activité maximale des doses administrées en  ${}^{99}_{43}\text{Tc}$  ne doit pas dépasser  $10^9$  Bq. Quelle est la masse maximale de technétium 99 que doit contenir la dose préparée ?

**b-** Le médecin porte son choix sur le produit qui disparaît le plus vite. Lequel des deux isotopes du technétium va-t-il choisir ? Justifier la réponse.

*Données :* Masse de  ${}^{99}_{43}\text{Tc} = 98,882\text{u}$ ,

$$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$