

CHIMIE (7 points)

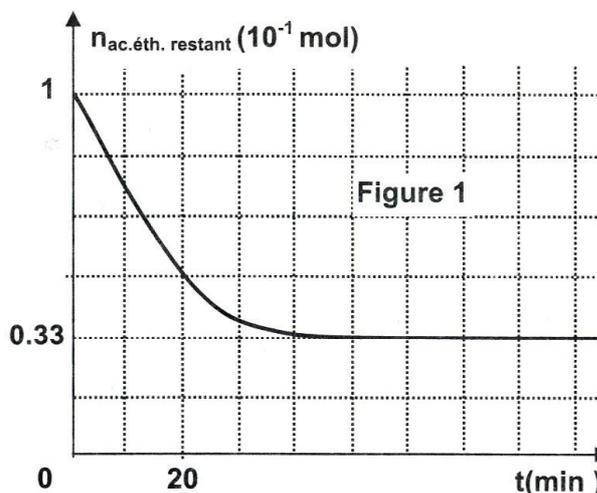
Exercice 1 (3 points)

A l'origine des dates $t = 0$, on considère un système chimique (S) où on mélange n_0 mol d'acide éthanoïque ($\text{CH}_3\text{-CO}_2\text{H}$) et n_0 mol d'éthanol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$) en présence de quelques gouttes d'acide sulfurique et à une température adéquate. Après des intervalles de temps donnés (de l'ordre de 10 min), on détermine la quantité d'acide éthanoïque restante. On trace la courbe de la figure 1, qui donne l'évolution de la quantité d'acide éthanoïque restante ($n_{\text{ac.éth. restant}}$) en fonction du temps t .

- 1) a- Préciser le rôle de l'acide sulfurique.
 b- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système (S).

- 2) a- Donner l'expression de la loi d'action de masse relative à l'estérification.
 b- Déterminer la valeur de n_0 .

c- Déterminer la composition du mélange lorsque (S) est à l'équilibre. En déduire la valeur de la constante d'équilibre K relative à l'estérification.



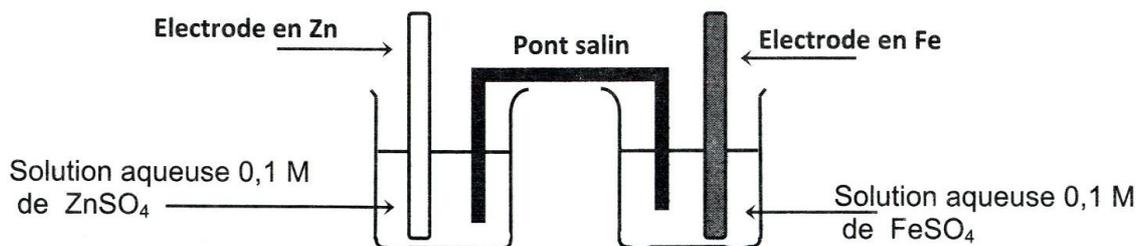
- 3) A un instant t_1 , on dose l'acide restant avec une solution aqueuse S_b d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b = 2 \text{ mol.L}^{-1}$. Il a fallu verser un volume $V_{bE} = 25 \text{ mL}$ de S_b pour obtenir l'équivalence.

On suppose que le nombre de moles d'acide sulfurique est négligeable.

- a- Déterminer l'avancement x de la réaction d'estérification, à l'instant t_1 .
 b- Préciser, en le justifiant, si le système (S) est en état d'équilibre ou non, à l'instant t_1 .
 c- Déduire, à partir de la courbe de la figure 1, la valeur de t_1 .

Exercice 2 (4 points)

A 25°C , on réalise la pile schématisée par la figure 2.



On donne : $E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = - 0,76 \text{ V}$.

1) Ecrire l'équation de la réaction associée à cette pile.

2) On réalise les deux expériences suivantes :

Expérience 1 : on relie les deux électrodes de la pile à un voltmètre, celui-ci indique la valeur **0,32 V**.

a₁ – Justifier que la valeur **0,32 V** représente la fem normale de cette pile.

b₁ – Déterminer la valeur de $E^0(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})$.

Expérience 2 : on varie l'une des concentrations en Fe^{2+} ou en Zn^{2+} , par ajout du sel correspondant soit FeSO_4 ou ZnSO_4 , après homogénéisation la fem de la pile devient **$E = 0,35 \text{ V}$** .

a₂ – Préciser, en le justifiant, laquelle des concentrations $[\text{Fe}^{2+}]$ ou $[\text{Zn}^{2+}]$ a-t-on augmenté.

b₂ – Déterminer la nouvelle valeur de cette concentration.

3) On reprend la pile initiale où la fem est **$E = 0,32 \text{ V}$** . A **$t = 0$** , on relie les électrodes de la pile à un résistor de résistance **R** constante, la pile débite un courant électrique.

a- Préciser les pôles de la pile ainsi constituée.

b- Ecrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément.

c- A un instant **$t_1 > 0$** , on constate que la valeur de la fem de la pile devient **$E_2 = 0,29 \text{ V}$** .

Calculer, à cet instant, les concentrations : $[\text{Fe}^{2+}]$ et $[\text{Zn}^{2+}]$.

Dans tout l'exercice, on supposera qu'aucune des électrodes ne sera complètement consommée et que les volumes des solutions restent constants et égaux dans les deux compartiments de la pile.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

Une destructrice des ponts : la résonance

Le 18 avril 1850 à Angers, un régiment (unité de l'armée de terre) provoqua l'écroulement du pont suspendu, simplement par le passage des soldats au pas cadencé. Un autre pont suspendu, cette fois-ci au Tacoma (Etats Unis d'Amérique), s'est effondré en 1940 par le seul effet de rafales de vent régulières sans être violentes (60 km.h^{-1}). Lorsqu'un système mécanique pouvant vibrer (osciller) est mis en oscillations forcées par un phénomène extérieur, celui-ci impose sa fréquence de vibration au système mécanique. Il y a résonance lorsque la fréquence imposée devient égale à la fréquence propre du système mécanique. Ce phénomène se manifeste par des oscillations très fortes, bien plus fortes que celles du phénomène qui impose sa fréquence, pouvant entraîner la destruction du système. Et nos ponts dans tout ça ? Le pont suspendu, joue le rôle du système mécanique pouvant vibrer. Les rafales de vent ou le pas cadencé jouent le rôle de système extérieur imposant sa fréquence de vibration au pont. Dans les deux exemples (Angers et Tacoma), il y en a résonance c'est à dire accord parfait entre la fréquence de vibration du vent ou du pas cadencé et la fréquence propre du pont : les vibrations engendrées ont été suffisamment fortes pour détruire les deux ponts.

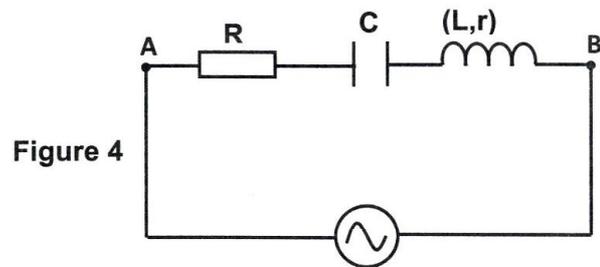
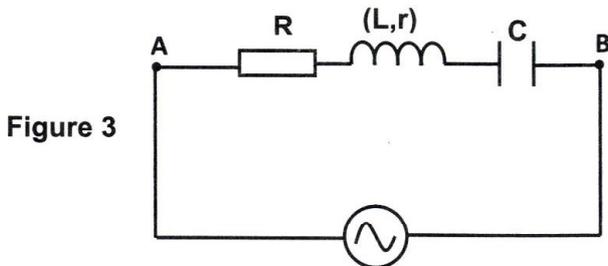
D'après brochure du « concours du Rally scientifique » - Gabon 2006

- 1- a- Nommer le phénomène physique qui explique les cas spectaculaires de destruction des ponts.
b- Dégager, à partir du texte, la condition nécessaire pour que ce phénomène ait lieu.
- 2- a- Pour les deux exemples (Angers et Tacoma) cités dans le texte, préciser le nom du résonateur et celui de l'excitateur, se rapportant au phénomène décrit en 1-a-.
b- Expliquer le fait que l'amplitude des oscillations du pont ne puisse dépasser une certaine limite sans que celui-ci ne soit détruit.

Exercice 2 (6 points)

Une portion d'un circuit AB contient, disposés en série, un résistor de résistance R , un condensateur de capacité $C = 5 \mu\text{F}$ et une bobine d'inductance L et de résistance r . Entre A et B, on applique une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \cdot \sin(2\pi Nt + \varphi_u)$ d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable. Pour une fréquence $N = N_1$, on visualise, à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, les tensions $u_c(t)$ aux bornes du condensateur et $u(t)$ aux bornes du circuit AB, respectivement sur ses voies Y_1 et Y_2 . On obtient les oscillogrammes de la figure 5.

- 1- Parmi les deux schémas, figure 3 ou figure 4, reproduire sur la copie celui qui permet d'obtenir les oscillogrammes de la figure 5 en indiquant les branchements convenables à l'oscilloscope.



- 2- Sachant que toute variation de la fréquence N n'influe pas sur le signe du déphasage de $u(t)$ par rapport à $u_c(t)$.

- a- Justifier que la courbe (b) correspond à $u_c(t)$.

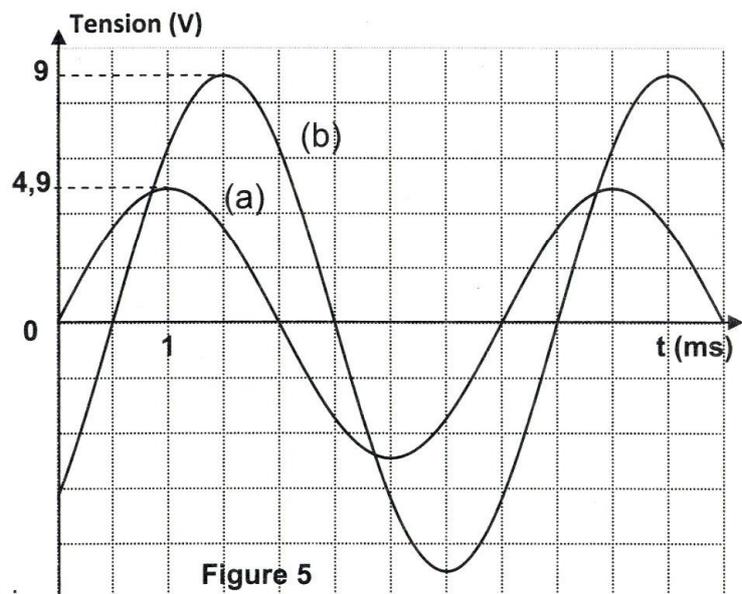
- b- A partir des oscillogrammes, déterminer :

- b_1 – la valeur de la fréquence N_1 ,
- b_2 – les valeurs des amplitudes U_m et U_{cm} (amplitude de $u_c(t)$),
- b_3 – le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_{u_c} - \varphi_u$,
où φ_{u_c} représente la phase initiale de $u_c(t)$.

- c- En déduire si le circuit est capacitif, inductif ou résistif.

- 3- Montrer que : $R + r = \frac{U_m}{U_{cm}} \cdot \frac{1}{2\pi \cdot N_1 \cdot C \cdot \sqrt{2}}$.

Calculer la valeur de $(R + r)$.



- 4- On branche un voltmètre aux bornes de l'ensemble bobine - condensateur et on augmente la fréquence N jusqu'à la valeur $N_2 = 318 \text{ Hz}$. On constate que $u(t)$ et $u_c(t)$ deviennent en quadrature de phase et que le voltmètre indique une tension $U_1 = \frac{0,9}{\sqrt{2}} \text{ V}$.
- a- Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.
 - b- Déterminer la valeur de L .
 - c- Déterminer la valeur de r . En déduire celle de R .

Exercice 3 (4 points)

L'astate At est un élément radioactif, il existe en faible quantité dans la croûte terrestre. Le nucléide ${}^{211}_{85}\text{At}$ est un isotope de l'astate : il se désintègre en un noyau de bismuth ${}^{207}_{83}\text{Bi}$ en émettant une particule ${}^a_b\text{X}$.

- 1- a- Préciser s'il s'agit d'une réaction nucléaire spontanée ou provoquée.
- b- Déterminer les valeurs de a et b . Identifier cette particule parmi les particules suivantes : ${}^0_1\text{e}$, ${}^0_{-1}\text{e}$, ${}^1_0\text{n}$ et ${}^4_2\text{He}$

c- Ecrire l'équation de cette désintégration.

- 2- a- Calculer, en u (unité de masse atomique), la masse perdue par un noyau ${}^{211}_{85}\text{At}$ lors de cette désintégration.

On donne les masses des noyaux au repos : ${}^{211}_{85}\text{At} : 210,94152 \text{ u}$; ${}^{207}_{83}\text{Bi} : 206,93355 \text{ u}$
 ${}^a_b\text{X} : 4,00151 \text{ u}$

b- Préciser, en le justifiant, la forme sous laquelle est transformée cette masse.

- c- Déterminer l'énergie libérée, W , par un noyau d'astate. Donner le résultat en MeV et en joule sachant que : $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
 $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$.

- 3- A l'instant $t_0 = 0$, un échantillon d'astate contient N_0 noyaux d'astate ${}^{211}_{85}\text{At}$. A une date ultérieure t , on détermine le nombre N de noyaux d'astate non désintégrés. On trace sur la **figure 6** l'évolution de N au cours du temps, régie par la loi : $N(t) = N_0 e^{-\lambda \cdot t}$; où λ représente la constante radioactive de l'échantillon étudié.

- a- Définir la période radioactive T .
- b- Déterminer sa valeur à partir du graphe.
- c- En déduire la valeur de λ .
- d- Déterminer le nombre de particules ${}^a_b\text{X}$ émises au cours des dix (10) premières heures de désintégration.

Figure 6

