



Epreuve de Sciences Physiques (groupe N°1)

Durée : 2 Heures

Coefficient : 1

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

CHIMIE : (8 points)

EXERCICE N°1 : (4,5 points)

Toutes les solutions aqueuses sont prises à **25°C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est $K_e = 10^{-14}$.

Le tableau ci-dessous donne quelques valeurs de pH obtenues lors du dosage de **20mL** de solutions acides (respectivement acide éthanoïque et acide méthanoïque) de même concentration $C_A = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

Volume V_B d'hydroxyde de sodium (en mL)	pH de la solution initialement d'acide éthanoïque (S_1)	pH de la solution initialement d'acide méthanoïque (S_2)
0	2,90	2,40
10	4,80	3,80
20	8,75	8,25

- 1) Justifier que la comparaison des pH initiaux des solutions (S_1) et (S_2) permet de comparer les forces relatives des acides étudiés.
- 2) Déterminer le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé pour obtenir l'équivalence acido-basique, pour chacun des deux dosages.
- 3) Déterminer le pKa de chacun des couples $\text{CH}_3\text{-COOH} / \text{CH}_3\text{-COO}^-$ et $\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-$. Justifier que les valeurs trouvées confirment la comparaison faite en 1).
- 4)
 - a- Justifier le caractère acide ou basique des solutions (S_1) et (S_2) à l'équivalence.
 - b- Justifier que la comparaison des pH au point d'équivalence dans les dosages précédents, permet de connaître le plus faible des deux acides CH_3COOH et HCOOH .
- 5) Au-delà de l'équivalence, les pH de deux solutions tendent vers la même valeur. Expliquer pourquoi.
- 6) Pour permettre une bonne immersion de l'électrode du pH-mètre dans le mélange réactionnel, on ajoute un volume $V_e = 20 \text{ mL}$ d'eau pure aux **20 mL** de la solution aqueuse de l'acide éthanoïque contenue dans le bécher et on refait le dosage par la même base que précédemment.
 - a- Préciser, en le justifiant, si à la suite de cette dilution chacune des valeurs de mesures suivantes : reste inchangé, subit une augmentation ou une diminution.
 - Le volume de la solution basique ajoutée pour atteindre l'équivalence.
 - Le pH du mélange réactionnel à la demi-équivalence.
 - Le pH initial de la solution aqueuse d'acide.
 - Le pH à l'équivalence.
 - b- Déterminer les nouvelles valeurs de mesures effectuées.

EXERCICE N°2: (3,5 points)

On réalise une pile symbolisée : $\text{Fe} \mid \text{Fe}^{2+} \parallel \text{Co}^{2+} \mid \text{Co}$

1) Écrire l'équation chimique de la réaction associée à la pile.

2) On donne sur la **figure 1** ci-contre le graphe de la variation de la fem E en fonction de $\log \pi$.

(π étant la fonction des concentrations).

a- Déduire la constante d'équilibre K de la réaction associée et la fem standard E° de la pile.

b- Comparer les pouvoirs réducteurs des couples mis en jeu.

c- Calculer $E^\circ_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}}$ sachant que $E^\circ_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0,44 \text{ V}$.

3) On fixe $[\text{Fe}^{2+}] = 0,1 \text{ mol. L}^{-1}$; $[\text{Co}^{2+}] = 0,01 \text{ mol. L}^{-1}$.

a- Calculer la fem initiale de la pile.

b- Écrire l'équation de la réaction spontanée.

c- Faire un schéma annoté de la pile.

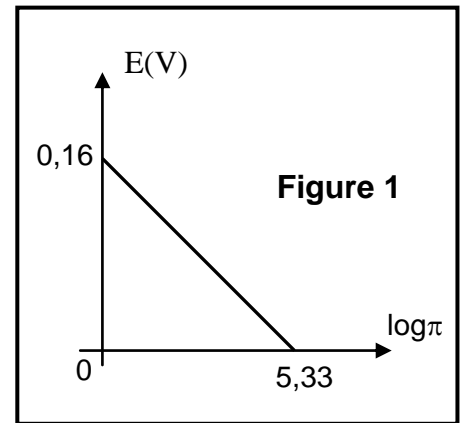
d- Indiquer le sens de déplacement des électrons.

e- Préciser le rôle du pont salin.

f- Calculer les concentrations des ions métalliques quand la pile est utilisée sachant que les volumes des deux solutions ioniques sont égaux.

4) On maintient $[\text{Co}^{2+}] = 0,01 \text{ mol. L}^{-1}$ et on fait varier $[\text{Fe}^{2+}]$, déterminer la valeur de $[\text{Fe}^{2+}]$ à partir de laquelle Fe^{2+} oxyde Co .

5) Sachant que la fem standard de la pile $\text{Co} \mid \text{Co}^{2+} \parallel \text{Ni}^{2+} \mid \text{Ni}$ est $E^\circ = 0,03 \text{ V}$, déduire la fem standard de la pile $\text{Fe} \mid \text{Fe}^{2+} \parallel \text{Ni}^{2+} \mid \text{Ni}$.



PHYSIQUE : (12 points)

EXERCICE N°1: (7 points)

Le circuit électrique, schématisé ci-contre (**Figure 2**) comporte :

- un générateur de basse fréquence (GBF),
- un conducteur ohmique de résistance $R=120 \Omega$,
- une bobine d'inductance L et de résistance r ,
- un condensateur de capacité C ,
- un ampèremètre,
- un voltmètre.

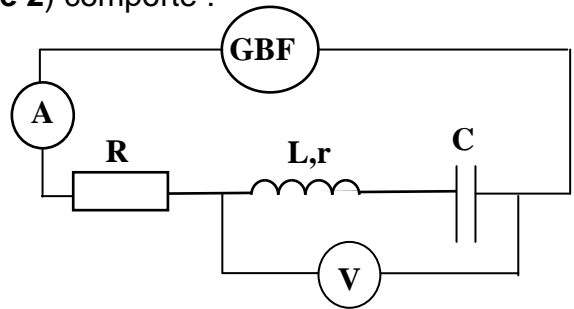


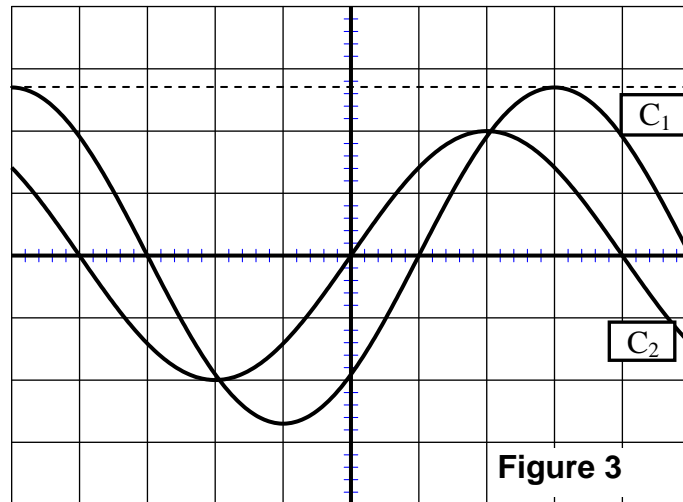
Figure 2

On fixe la fréquence de la tension de sorte que le générateur de basse fréquence (GBF) délivre la tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2000t + \frac{\pi}{2})$ de valeur efficace et de phase initiale constantes.

L'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est

$i(t) = I_m \sin(2\pi Nt + \varphi_i)$ de valeur efficace $I = 25\sqrt{2} \text{ mA}$.

A l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise la tension $u(t)$ sur la voie (1) et la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur sur la voie (2). Les deux voies ont la même sensibilité verticale, soit 5 V.div^{-1} . On obtient les oscillogrammes de la **figure 3** :



1)

a- Reproduire le schéma du montage de **la figure 2**, en faisant apparaître les connexions nécessaires pour visualiser sur l'écran d'un oscilloscope bicourbe la tension $u(t)$ aux bornes du générateur et la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur.

b- Faire correspondre à chaque oscillogramme la tension correspondante.

c- Déterminer les expressions de $u(t)$ et $u_c(t)$.

d- Calculer φ_i . En déduire la nature du circuit.

2)

a- Montrer que l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité du courant $i(t)$ est donnée par :

$$(R+r)i(t) + L \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt = u(t)$$

b- Effectuer la construction de Fresnel relative à ce circuit en prenant comme échelle: $1\text{cm} \rightarrow 2\text{V}$

c- Déduire les valeurs de C , de L et de r .

d- Déterminer l'indication du voltmètre dans ces conditions.

3)

a- En s'appuyant sur la construction de Fresnel, établir l'expression de l'amplitude I_m de l'intensité du courant en fonction de U_m , R , r , L , C et ω .

b- Déduire l'expression de Q_m : amplitude de la charge instantanée du condensateur.

c- Montrer que la pulsation à la résonance de charge est $\omega_r = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{(R+r)^2}{2L^2}}$ où ω_0

est la pulsation propre du résonateur.

d- Indiquer, en justifiant, s'il faut augmenter ou diminuer la fréquence N du GBF pour atteindre la résonance de charge.

e- Montrer que l'amplitude Q_m de la charge instantanée du condensateur à la résonance de charge est donnée par la relation :

$$Q_{mr} = \frac{U_m}{(R+r) \sqrt{\omega_0^2 - \frac{(R+r)^2}{4L^2}}}$$

EXERCICE N°2: (5 points)

Le radium, élément extrêmement rare, fut découvert par Pierre et Marie Curie en 1898. On trouve des traces de Radium 226 dans les minerais d'uranium, à raison d'un atome pour 3 millions. Il fait partie de la descendance radioactive de l'uranium 238 dont il est le cinquième descendant. Le Radium 226 se transforme, à son tour, en un gaz rare radioactif, le Radon 222 dont la période est de 3,8 jours.

1)

a- Ecrire l'expression littérale du défaut de masse Δm d'un noyau de symbole ${}^A_Z X$ et de masse m .

b- Le défaut de masse du noyau de radium ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ est **1,881 u**, déterminer le nombre des protons dans ce noyau.

2) Écrire la relation traduisant l'équivalence masse-énergie et préciser les unités.

3) Le défaut de masse Δm_{Rn} du noyau de radon Rn vaut **$3,04 \cdot 10^{-27}$ kg**.

a- Définir l'énergie de liaison E_ℓ (X) d'un noyau ${}^A_Z X$ et donner son expression littérale.

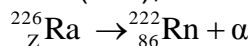
b- Calculer, en joule, l'énergie de liaison E_ℓ (Rn) du noyau de radon.

c- Vérifier que cette énergie de liaison vaut environ **$1,71 \cdot 10^3$ MeV**.

d- Calculer, en MeV/nucléon, l'énergie de liaison par nucléon du noyau de radon 222

4) Comparer la stabilité du noyau de radium 226 à celle du noyau de radon (222).

5) Le radium 226 se transforme en radon (222), selon l'équation suivante :



a- Établir littéralement l'énergie libérée E de la réaction en fonction de $m(\text{Ra})$, $m(\text{Rn})$ et $m(\alpha)$: masses respectives des noyaux de radium, de radon et de la particule alpha.

b- Calculer E en joule puis en MeV.

6) En utilisant la loi de décroissance radioactive, montrer qu'au bout de 11,4 jours le pourcentage de noyaux de radon 222 restant par rapport au nombre initial est de 12,5%.

Données :

Nom du noyau ou de la particule	Radon	Radium	Particule alpha	Neutron	Proton
Symbole	${}^{222}_{86}\text{Rn}$	${}^{226}_{88}\text{Ra}$	α	${}^1_0\text{n}$	${}^1_1\text{p}$
Masse (en u)	221,970	225,977	4,001	1,009	1,007

$1 \text{ u} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
$1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2}$
$1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
$1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$
$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$