



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 : (8 points)

Exercice n°1(3,5points)

On introduit n_0 mol de tétraoxyde de diazote (N_2O_4 : gaz incolore) à une température θ_1 dans un récipient de volume fixe. Le tétraoxyde de diazote se dissocie au cours du temps en dioxyde d'azote (NO_2 : gaz de couleur jaune brune) par la réaction endothermique symbolisée par l'équation chimique suivante : $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2 NO_{2(g)}$

Lorsque l'équilibre s'établit :

-l'avancement final de la réaction est $x_f = 0,8 n_0$;

-la quantité de matière totale du système est $n_{total} = 1,08 \text{ mol}$.

1) a- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système.

b-Déterminer la valeur du taux d'avancement final τ_f de la réaction.

c-Déterminer les valeurs de n_0 et de x_f .

2) On maintient la même pression du système et on modifie la température. Pour une valeur θ_2 de la température, un nouvel état d'équilibre s'établit lorsque l'avancement de la réaction devient $x'_f = 0,36 \text{ mol}$.

a- Préciser, en justifiant, si la couleur jaune brune du mélange gazeux devient plus intense ou moins intense.

b - Comparer, en justifiant, θ_1 et θ_2 .

c -Déterminer la nouvelle composition du mélange à l'équilibre.

3) On augmente la pression du système à température constante. Préciser, en justifiant, si la couleur jaune brune du mélange gazeux s'intensifie ou s'affaiblit.

Exercice n°2(4,5points)

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

En dissolvant chacun des trois acides A_1H , A_2H et A_3H dans l'eau pure, on prépare respectivement trois solutions acides (S_1), (S_2) et (S_3) de concentrations molaires initiales respectives Ca_1 , Ca_2 et Ca_3 et de pH respectifs $pH_1=3,9$; $pH_2=3$ et $pH_3=3$.

1) On réalise ensuite trois dosages en ajoutant progressivement la même solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration C_b à un volume $V_a=10 \text{ mL}$ de chacune des solutions (S_1), (S_2) et (S_3).

Les volumes de solution d'hydroxyde de sodium versés à l'équivalence sont respectivement

$V_{bE1}=10 \text{ mL}$; $V_{bE2}=16 \text{ mL}$ et $V_{bE3}=10 \text{ mL}$.

a- Montrer que les solutions acides (S_1) et (S_3) ont la même concentration molaire.

b- En déduire que le monoacide A_3H est plus fort que le monoacide A_1H .

2)a- Trouver une relation entre Ca_2 et Ca_3 .

b- En déduire, parmi A_1H , A_2H et A_3H , le monoacide le plus fort.

3) Montrer que le **pH** d'une solution aqueuse de monoacide faible AH faiblement ionisée et de pH inférieur à 6 est lié à la concentration C de la solution et au pKa du couple AH/A⁻ par la relation

$$\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{pKa} - \log C)$$

4) On dilue dix fois chacune des solutions (S₁), (S₂) et (S₃). On obtient ainsi trois nouvelles solutions (S'₁), (S'₂) et (S'₃). On trouve successivement **pH'₁=4,4** ; **pH'₂=3,5** et **pH'₃=4**.

a- Montrer en justifiant, lequel des trois monoacides A₁H, A₂H et A₃H est un monoacide fort. Calculer sa concentration molaire.

b- En déduire la concentration molaire C_b de la solution basique utilisée.

c- Déterminer, alors, les concentrations initiales des deux autres acides.

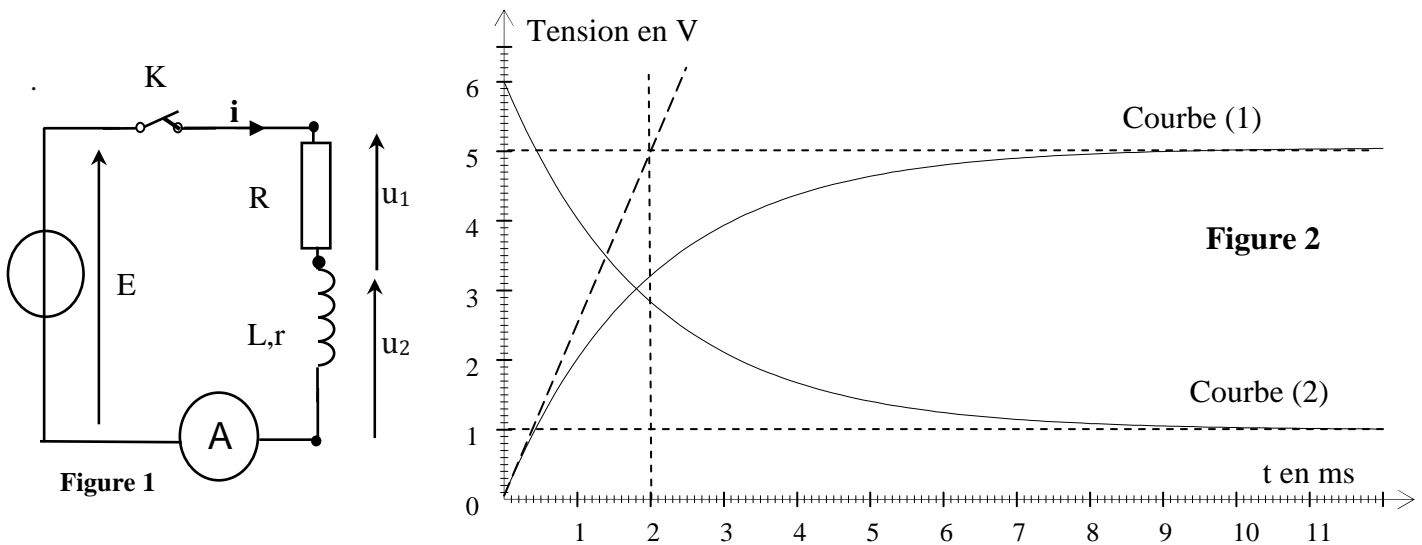
d- En déduire les **pKa** des couples auxquels appartiennent les deux acides faibles.

PHYSIQUE : (12 points)

Exercice n°1(3,5points)

Un circuit électrique est constitué par l'association en série d'un générateur de tension idéal de force électromotrice **E = 6 V**, d'une bobine d'inductance L et de résistance interne r, d'un conducteur ohmique de résistance **R=50Ω** et d'un interrupteur K. (figure 1).

Afin de visualiser simultanément les tensions **u₁(t)** aux bornes du conducteur ohmique et **u₂(t)** aux bornes de la bobine, on réalise les connexions adéquates à un oscilloscope bicourbe et on ferme l'interrupteur K à un instant choisi comme origine des temps (t = 0s). Les courbes traduisant les variations de **u₁(t)** et **u₂(t)** sont celles de la figure 2.



1)a- Montrer que la tension **u₁(t)** aux bornes du résistor est régie par l'équation différentielle

$$\frac{du_1}{dt} + \frac{1}{\tau} u_1 = R \frac{E}{L} \quad \text{où} \quad \tau = \frac{L}{R+r}$$

b- La solution d'une telle équation différentielle est de type **u₁(t) = A e^{-kt} + B**.

Trouver l'expression de **u₁(t)** en fonction de r, R, L et E sachant qu'à t=0s l'intensité du courant i est nulle. On précisera en particulier l'expression de **k**.

2)a- Déterminer la valeur **I₀** de i(t) en régime permanent. En déduire la valeur de la résistance **r** de la bobine.

b- Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps **τ**. En déduire la valeur de l'inductance **L** de la bobine.

3) Sachant que la solution de l'équation différentielle précédente est $u_1(t) = \frac{R}{R+r} E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$.

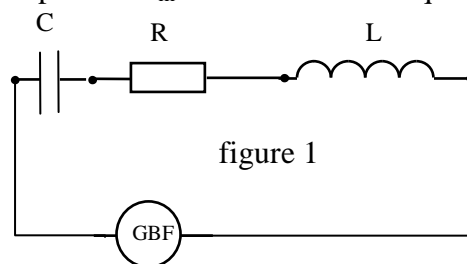
a-Montrer que la tension $u_2(t)$ aux bornes de la bobine s'écrit : $u_2(t) = a.e^{-\frac{t}{\tau}} + b$ où **a** et **b** sont des constantes dont on déterminera les valeurs.

b-Vérifier que $\frac{a}{b} = 5$. En déduire que la valeur de la résistance interne de la bobine est $r=10\Omega$.

c-Calculer la valeur de l'énergie magnétique emmagasinée E_L dans la bobine lorsque $u_1=u_2$

Exercice n°2(5points)

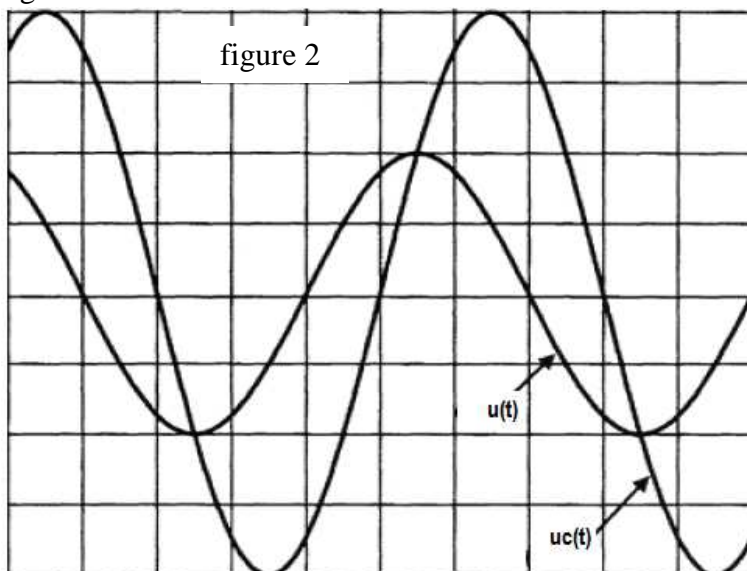
On associe en série, un conducteur ohmique de résistance $R = 200\Omega$, un condensateur de capacité C et une bobine d'inductance $L = 1,1\text{ H}$ et de résistance interne négligeable. L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) délivrant à ses bornes une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable. (figure 1).



A l'aide d'un oscilloscope bicourbe, convenablement branché, on visualise simultanément les variations, en fonction du temps, des tensions $u(t)$ aux bornes du générateur et $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.

1) Pour une valeur N_1 de la fréquence N de la tension délivrée par le GBF, on obtient les oscillogrammes de la figure 2, avec les réglages suivants :

- la sensibilité verticale est la même pour les deux voies : 2 V.div^{-1} ;
- le balayage horizontal est : 1 ms.div^{-1} .



Déterminer graphiquement :

- a-la fréquence N_1 de la tension $u(t)$;
- b- les tensions maximales U_m de $u(t)$ et U_{Cm} de $u_C(t)$;
- c- le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_{u_C}$.
- d-Préciser, en justifiant la réponse, la nature du circuit (inductif, capacitif ou résistif).

2) A partir de la fréquence N_1 on fait varier la fréquence N de la tension $u(t)$. Pour une valeur N_2 de N , la tension $u_C(t)$ devient en quadrature retard de phase par rapport à $u(t)$. Un voltmètre, branché aux bornes de la bobine, indique une tension $U_L = 20V$.

- a- Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.
- b- Calculer la valeur de l'intensité efficace I_0 du courant qui circule dans le circuit.
- c- Déterminer la valeur de la fréquence N_2 .
- d- Calculer la valeur de la capacité C du condensateur.

3) L'équation différentielle régissant les variations de l'intensité du courant circulant dans le circuit RLC série peut s'écrire : $R i(t) + L \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int i(t) dt = u(t)$

a- Montrer que $\frac{dE}{dt} = u \cdot i - Ri^2$, où E désigne l'énergie totale de l'oscillateur RLC et i désigne

l'intensité instantanée du courant.

b- En déduire que E prend à la résonance d'intensité une valeur constante qu'on calculera.

Exercice n°3 (3,5points)

Données :

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

Électronvolt : 1 eV est équivalent à $1,6022.10^{-19} \text{ J}$.

Unité de masse atomique : 1 u vaut $1,6605.10^{-27} \text{ kg}$ et son énergie est de $931,5 \text{ MeV}$.

Masses (en u) :

proton	neutron	électron	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^{94}_{38}\text{Sr}$	${}^{140}_{54}\text{Xe}$
$m_p = 1,0073$	$m_n = 1,0087$	$m_e = 5,486.10^{-4}$	234,9935	93,8945	139,8920

On considère le noyau d'uranium 235 de symbole ${}^{235}_{92}\text{U}$.

1) a- Donner la définition de l'énergie de liaison d'un noyau.

b- Déterminer la valeur de l'énergie de liaison du noyau ${}^{235}_{92}\text{U}$ ainsi que son énergie de liaison par nucléon.

2) Sous l'impact d'un neutron, un noyau d'uranium 235 peut subir une fission, dont les produits sont le strontium 94 de symbole ${}^{94}_{38}\text{Sr}$ et le xénon 140 de symbole ${}^{140}_{54}\text{Xe}$.

a- Ecrire l'équation de cette réaction de fission en précisant les lois de conservation qui la régissent.

b- Calculer l'énergie libérée par cette réaction de fission.

3) On considère la réaction de fusion nucléaire suivante ${}^3_2\text{He} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2{}^1_1\text{H}$

a- Donner la définition de la fusion nucléaire.

b- La perte de masse correspondant à cette fusion est $\Delta m = 0,00137 \text{ u}$.

Calculer l'énergie libérée lors de cette réaction de fusion.