

Devoir de contrôle n° 2

B. Khelifa .H.

A - Chimie : (7 Points)

Données : $pK_{a1} (\text{HNO}_2 / \text{NO}_2^-) = 3,3$; $pK_{a2} (\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-) = 3,8$; $pK_e = 14,0$
 $[\text{H}_2\text{O}] = 55,55 \text{ mol.L}^{-1}$

I - Étude de deux solutions :

Le pH d'une solution aqueuse d'acide nitreux $\text{HNO}_2(\text{aq})$, de concentration molaire $C_1 = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$ a pour valeur $\text{pH}_1 = 1,3$; celui d'une solution aqueuse de méthanoate de sodium ($\text{HCOO}^-(\text{aq}) + \text{Na}^+(\text{aq})$) de concentration molaire $C_2 = 0,40 \text{ mol.L}^{-1}$ a pour valeur $\text{pH}_2 = 8,7$.

1. Écrire l'équation de la réaction entre l'acide nitreux et l'eau. Donner l'expression de sa constante d'équilibre et les couples acide - base mis en jeu.
2. Écrire l'équation de la réaction entre l'ion méthanoate et l'eau. Donner l'expression de sa constante d'équilibre et les couples acide - base mis en jeu.
3. Montrer que l'acide nitreux est faible et l'ion méthanoate est une base également faible.
4. Donner une classification dans un ordre croissant des acides des quatre couples précédents. Justifier

II - Étude d'un mélange de ces solutions :

On mélange un même volume $v = 200 \text{ ml}$ de chacune des deux solutions précédentes. La quantité de matière d'acide nitreux introduite dans le mélange est $n_1 = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ et celle de méthanoate de sodium est $n_2 = 8,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$.

- a - Écrire l'équation de la réaction qui se produit lors du mélange entre l'acide nitreux et l'ion méthanoate.
- b - Exprimer, puis calculer, la fonction des concentrations π_i associé à cette équation, dans l'état initial du système chimique.
- c - Exprimer la constante d'équilibre K en fonction des constantes d'acidité des couples puis la calculer.
- d - Conclure sur le sens d'évolution de la réaction écrite en 1.a).
- e - Dresser le tableau d'avancement de la réaction.

La valeur de l'avancement final, dans cet état d'équilibre est : $x_F = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$.

- f - Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques présentes à l'équilibre.
- g - En déduire la valeur de K et la comparer à la valeur obtenue à la question 1. c).
- h - À l'aide de l'un des couples intervenant dans le mélange, vérifier que la valeur du pH du mélange est proche de la valeur $\text{pH}_3 = 4$.

B - Physique :

(13 Points)

Exercice n° 1 :

Un générateur basse fréquence (G.BF) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi N t)$ d'amplitude U_m constante et de fréquence N variable aux bornes duquel sont disposés en série un condensateur de capacité $C = 10^{-6} \text{ F}$, une bobine de résistance r et d'inductance $L = 0,01 \text{ H}$ et un résistor de résistance R .

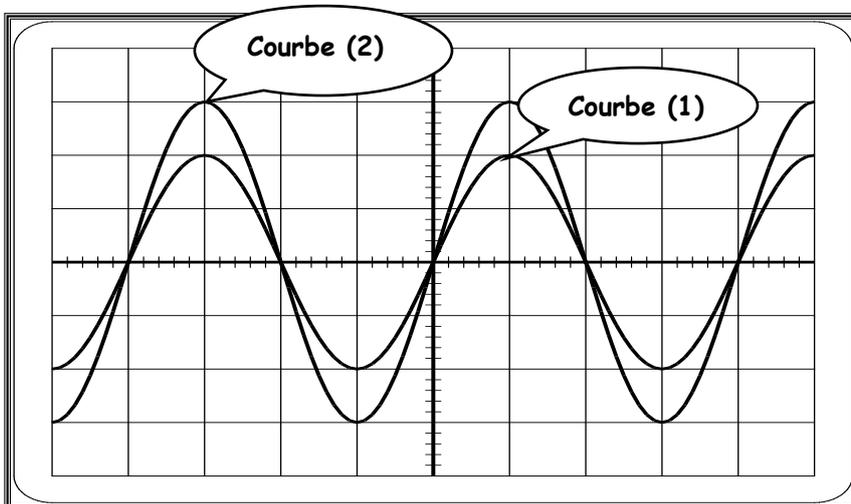
On se propose de visualiser sur l'écran d'un oscilloscope à double voies, la tension $u(t)$ à la voie (1) et la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor à la voie (2).

1° - a - Etablir, à l'aide d'un tracé clair, les connexions nécessaires entre le circuit électrique et l'oscilloscope.

b - Déterminer la valeur de la fréquence propre N_0 du dipôle ($L ; C$).

c - Etablir l'équation différentielle caractérisant les oscillations forcées du circuit en fonction de la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor.

2° - On ajuste la fréquence N du générateur à la valeur N_0 correspondant à la fréquence propre du dipôle ($L ; C$), on obtient les oscillogrammes de la figure (2)



La sensibilité verticale :
5 V/div pour la courbe (1)
2 V/div pour la courbe (2).

Figure (2)

a - Déterminer, à partir du graphe, les valeurs maximales U_{m1} de la courbe (1) et U_{m2} de la courbe (2)

b - En justifiant la réponse, déterminer parmi les courbes (1) et (2), celle qui représente la tension $u(t)$.

c - Montrer graphiquement que le circuit réalisé est le siège d'une résonance d'intensité

d - Déterminer la tension efficace aux bornes de l'ensemble {bobine ; condensateur}

e - Etablir que : $\frac{R}{R+r} = \frac{3}{5}$.

3° - A partir de la fréquence N_0 , on fait varier la fréquence N de la tension excitatrice $u(t)$

jusqu'à rendre cette dernière déphasée de $\frac{\pi}{6}$ par rapport au courant $i(t)$. La nouvelle valeur de

la fréquence est alors $N_1 = 1524 \text{ Hz}$.

a - Dire, en le justifiant, si le circuit est inductif ou capacitif.

b - Faire la construction de Fresnel relative aux amplitudes des tensions pour la

fréquence N_1 et montrer que : $R + r = \sqrt{3} \cdot \left(\frac{1}{2\pi N_1 C} - 2\pi N_1 L \right)$

c - Calculer R et r.

d - Déterminer le facteur de surtension Q du circuit.

e - Déterminer l'expression de l'intensité $i(t)$ du courant qui circule dans le circuit.

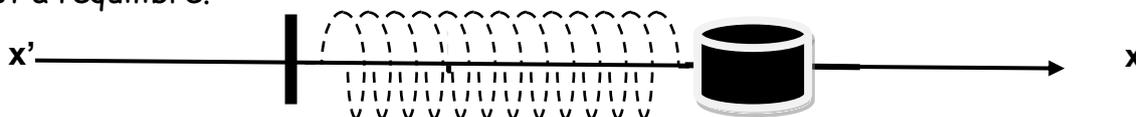
f - Calculer la puissance moyenne consommée par le circuit pour la fréquence N_1 .

Exercice n° 2 :

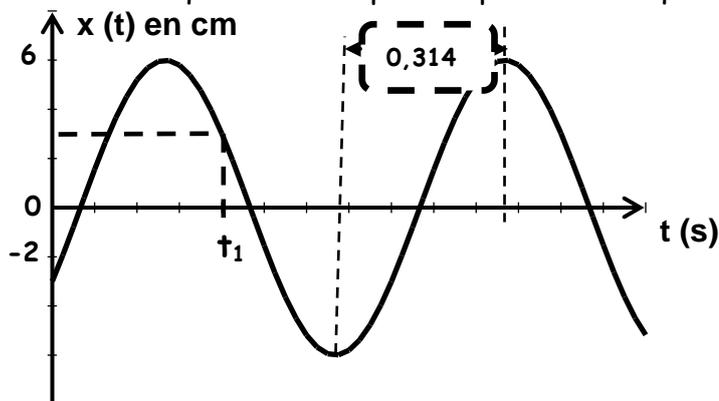
Un solide (S) de masse m est attaché à un ressort à spires non jointives de raideur $k = 50 \text{ N.m}^{-1}$, l'ensemble est posé sur un banc à coussin d'air horizontal « voir figure ». A l'équilibre, le ressort n'est ni allongé ni comprimé.

Avec un système approprié, on enregistre la position du centre d'inertie G de (S) à chaque instant t . Cette position est repérée sur l'axe $x'x$ orienté de gauche à droite par

un point d'abscisse x . L'origine O du repère (O ; i) coïncide avec la position de G lorsque (S) est à l'équilibre.



En écartant (S) de sa position d'équilibre et en l'abandonnant à lui-même à $t = 0$, le solide (S) effectue des oscillations dont l'enregistrement est schématisé sur la figure ci-dessous qui va servir pour répondre aux questions suivantes.



1° - Préciser, en le justifiant, si le solide (S) :

a - Est écarté vers la droite ou vers la gauche.

b - Est lancé avec ou sans vitesse initiale à $t = 0$

c - Effectue des oscillations amorties ou non amorties.

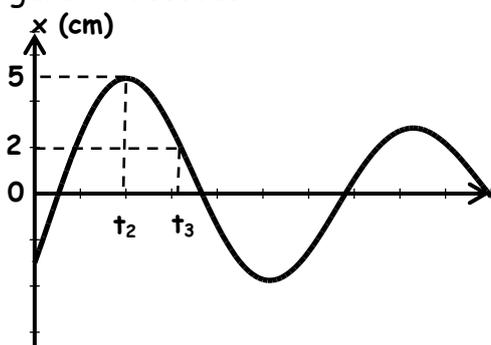
2° - Déterminer la valeur de la pulsation propre ω_0 et en déduire la masse m du solide.

3° - Ecrire la loi horaire du mouvement $x(t)$.

4° - a - Exprimer en fonction de m ; k ; x et V (vitesse instantanée de G) l'énergie mécanique E du système. Montrer qu'elle se conserve et calculer sa valeur.

b - Déterminer à la date t_1 , la vitesse V_1 et l'accélération a_1 du solide.

5° - En réalité le solide (S) est soumis à une force de frottement visqueux $f = -h.V$, ce qui donne un enregistrement de l'élongation $x(t)$ en fonction du temps celui indiqué par la figure ci-dessous :



a - Représenter à la date t_3 les forces exercées sur le solide (S) ? Justifier

b - Déterminer la valeur de l'énergie dissipée par le système entre les dates $t_0 = 0$ et t_2

