REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ◊◊◊◊ Lycée Ibn Arafa chebika - Kairouan Mars 2016	Epreuve : **SCIENCES PHYSIQUES** Durée : 2 H Coefficient : 4
Section : Sciences expérimentales	**Prof :Habboul-Neji**

Chimie (9points)

Exercice 1 (4 points)

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

Les constituants du système chimique sont dans une même phase liquide. À un volume V_1= 50 mL d'une solution aqueuse d'ions Fe^{3+} de concentration molaire C_1 =18.10^{-2} mol.L^{-1}, on ajoute, à l'instant de date t_1, un même volume V_2=V_1=50 mL d'une solution aqueuse d'ions thiocyanate SCN^- à la même concentration C_2= C_1=18.10^{-2} 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 $\mathbf{Fe(SCN)^{2+}}$ prend une valeur $[\mathbf{Fe(SCN)^{2+}}]_{éq}$ =8.10^{-2} mol.L^{-1} qui reste inchangée pour tout $t \geq t_2$

1)

a) Donner l'expression de la fonction des concentrations π associée à l'équation chimique considérée.

b) Calculer la valeur de cette fonction des concentrations π à l'instant de date t_1 et indiquer le sens d'évolution spontanée du système.

2)

a) Dresser le tableau descriptif d'evolution du systéme.

b) Calculer l'avancement maximal x_{max} et montrer que l'avancement final est x_f=8.10^{-3} mol.

c) En déduire la composition molaire du mélange à l'équilibre.

d) Déterminer la valeur du taux d'avancement final τ_f. Conclure

e) Calculer la valeur de la constante d'équilibre K associée à l'équation d'apparition de l'ion $Fe(SCN)^{2+}$.

3)

a) En chauffant le système chimique à l'équilibre, on constate que la couleur rouge sang devient plus claire. 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 KSCN solide à la température θ et à volume constant.

4) On ajoute au mélange obtenu quelques gouttes d'une solution concentrée d'hydroxyde de sodium(NaOH). Un précipite rouille d'hydroxyde de fer III apparait.
Sachant que la coloration rouge sang s'intensifie avec 1'augmentation de la concentration des ions $Fe(SCN)^{2+}$, 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 OH^- ne réagissent qu'avec les ions Fe^{3+}.

Exercice 2 (5 points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure K_e=10^{-14}. En dissolvant chacun des trois acides A_1H, A_2H, A_3H dans l'eau pure, on prépare respectivement trois solutions aqueuses acides (S_1), (S_2) et (S_3) de même concentration molaire C=10^{-2} mol.L^{-1} et de même volume V. La mesure des pH des trois solutions fournit le tableau suivant :

Solution	**(S_1)**	**(S_2)**	**(S_3)**
pH	**2,9**	**3,4**	**2**

1) Montrer que A_3H est un acide fort et que A_1H et A_2H sont des acides faibles.

2) On effectue un prélèvement de 10mL de la solution (S_1) et on lui ajoute 90mL d'eau distillée .On obtient ainsi une solution (S'_1). Pour effectuer cette dilution, on dispose de la verrerie suivante :

- Des fioles jaugées de 100mL , 250mL et 500mL ;
- Des pipettes jaugées de 5mL , 10mL et 20 mL ;
- Pissette contenant de l'eau distillée.

Décrire le mode operatoire pour préparer la solution (S'_1) à partir de(S_1), en choisissant la verrerie la plus adéquate et qui nécessite le moins nombre d'operations.

3)

a) En utilisant l'avancement volumique y , dresser le tableau descriptif d'évolution du systéme pour un acide faible AH.

b) Montrer, en précisant les approximations utilisées, que le pK_a du couple AH/A^- veriifie la relation suivante : $pK_a = 2\ pH + \log C$.

c) Calculer pk_{a1} et pK_{a2} respectivement des deux acides A_1H et A_2H.

d) Comparer les acides A_1H et A_2H. Ce résultat est-il prévisible ? Justifier.

e) Montrer que le taux d'avancement final de la réaction d'un acide faible AH avec l'eau peut s'écrire sous la forme : $\tau_f = \sqrt{\dfrac{K_a}{C}}$ où K_a désigne la constante d'acidité du couple AH/A^-.

f) Calculer τ_f pour l'acide A_1H avant et après dilution et déduire l'effet de la dilution sur l'ionisation d'un acide faible dans l'eau.

4)

a) Ecrire l'équation de la réaction de l'acide A_1H avec la base A_2^-.

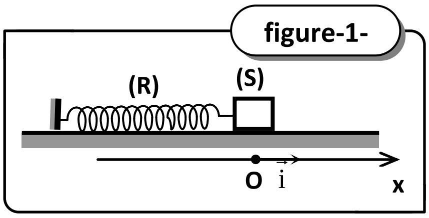
b) Exprimer la constante d'équilibre K de cette réaction en fonction K_{a1} et K_{a2} . (K_{a1} et K_{a2} sont les constantes d'acidité respectivement des couples A_1H/A_1^- et A_2H/A_2^-).

c) Calculer K et montrer que le résultat trouvé confirme la réponse de la question 3) d).

Physique (11points)

Exercice 1 (5 points)

Partie A :



Un pendule élastique horizontal est constitué d'un un solide (S) de masse m=500g, attaché à l'une des extrémités d'un ressort horizontal, parfaitement élastique, de raideur K et de masse négligeable, l'autre extrémité du ressort étant fixe (voir figure1). On néglige tout type de frottement et on étudie le mouvement du solide (S) relativement à un repère galiléen $(O, \vec{i})$ horizontal, d'origine O coïncidant avec la position d'équilibre du solide.

On écarte le solide (S) de sa position d'équilibre d'une distance X_m puis on le lâche sans vitesse.

Lorsque le solide passe par une position d'abscisse x_o ($x_o \neq 0$) avec une vitesse initiale v_o ($v_o \neq 0$) **en se dirigeant dans le sens positif**, on déclenche le chronomètre (c'est l'instant t=0s) pour commencer l'étude du mouvement.

1)

a) En appliquant la relation fondamentale de la dynamique au solide (S), établir l'équation différentielle de son mouvement. Quelle est la nature de ce mouvement ?

b) Montrer que $\mathbf{x(t)=X_m \sin(\omega_o t + \varphi_x)}$ est une solution de l'équation différentielle précédente à condition que la pulsation ω_o vérifie une expression qu'on donnera en fonction de K et m. Donner l'expression de la période propre T_o des oscillations du solide (S).

c) Déduire l'expression de la vitesse instantanée v du solide en fonction de X_m , ω_0 , t et φ_x.

2) Montrer que x_o et v_o vérifient la relation : $x_o^2 + \dfrac{v_o^2}{\omega_o^2} = X_m^2$

3) Un ordinateur muni d'une interface et d'un capteur a enregistré les variations de l'énergie cinétique du solide (S) au cours du temps t, le graphe obtenu sur l'écran de l'ordinateur est donné par la figure2.

a) Donner l'expression de l'énergie mécanique E du système S_o={(S)+ressort} en fonction de x, v, K et m avec x élongation du solide (S) et v sa vitesse instantanée.

b) Montrer que l'énergie E est constante, puis donner son expression en fonction de m et V_m (avec V_m : l'amplitude de la vitesse v du solide).

c) Etablir l'expression de l'énergie cinétique E_C du solide (S) en fonction de : m, V_m, ω_o, t et φ. Sachant que : $\cos^2 a = \frac{1}{2}(1+\cos 2a)$, montrer qu'on peut écrire: $E_C = \frac{E_{C\max}}{2}\,[1 + \cos(2\omega_o t + 2\varphi_x)]$

4)

a) En utilisant le graphe, trouver :

i) L'amplitude V_m de la vitesse.

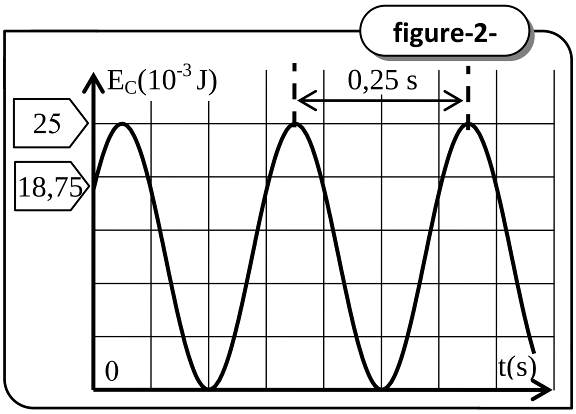
ii) La période propre T_o. En déduire X_m.

iii) La phase initiale φ_x de l'élongation x(t).

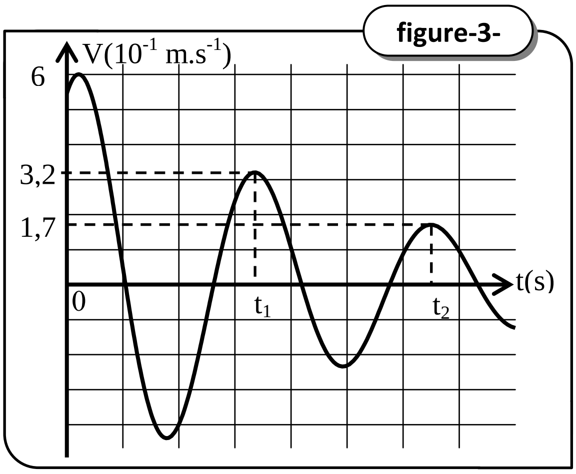
b) Ecrire la loi horaire du mouvement.

c) Calculer l'abscisse initiale x_o (x(t=0)) du solide(S) dans le repère $(O, \vec{i})$, déduire sa vitesse initiale v_o.

d) Calculer la raideur K du ressort.



Partie B :



Dans cette partie, le solide (S) est soumis à une force de frottement visqueux $\vec{f} = -h\vec{v}$ avec h=0,2 kg.s^{-1}.

1) Établir l'équation différentielle du mouvement du solide (S) régissant les variations de son élongation x(t).

2) Montrer que l'énergie totale du système S_o={(S)+ressort} diminue au cours du temps.

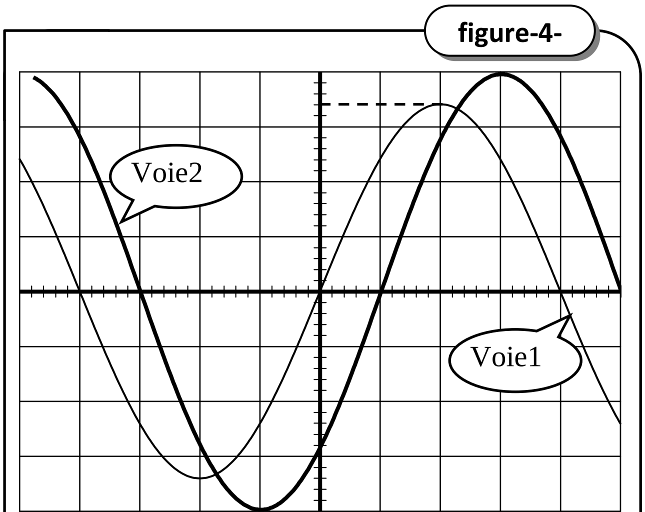
3) À l'aide d'un dispositif approprié, on a enregistré les variations de la vitesse du solide en fonction du temps ; on a trouvé le graphe de la figure 3 :
Calculer l'énergie dissipée par la force de frottement entre les instants t_1 et t_2.

Exercice 2 (6 points)

Un oscillateur électrique comporte en série :

- Une bobine d'inductance L et de résistance r.
- Un conducteur ohmique de résistance **R=20 Ω**.
- Un condensateur de capacité **C**.

Cet oscillateur est excité par une tension alternative sinusoïdale $u(t)=U_m\sin(2\pi Nt+\varphi_u)$ de fréquence N réglable, de valeur efficace constante et dont la phase initiale est variable. L'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est $i(t)=I_m\sin(2\pi Nt)$.



La sensibilité verticale de la voie1 : 5 V.div^{-1}
La sensibilité verticale de la voie2 : 2 V.div^{-1}

1) Sur l'écran d'un oscilloscope, on visualise la tension u(t) et la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor. Pour une pulsation ω_1=400rad.s^{-1}, on obtient l'oscillogramme de la figure 4.

a) Préciser la tension visualisée sur chaque voie.

b) Indiquer sur la figure 5, de la copie à rendre, les branchements qu'il faut effectuer entre l'oscilloscope et le circuit pour visualiser u(t) et $u_R(t)$.

2)

a) Calculer l'impédance Z du circuit.

b) Déterminer le déphasage $\Delta\varphi$ de la tension u(t) par rapport à l'intensité de courant i(t). Déduire la phase initiale φ_u de la tension excitatrice.

3) Etablir l'équation différentielle régissant les variations de i(t).

4) On donne, dans la figure 6 (copie à rendre), la construction de Fresnel incomplète relatives aux tensions maximales.

a) Compléter cette construction, sachant qu'aux bornes du condensateur U_{Cm}=10V

b) En déduire que : C=100 µF, L ≈ 0,14 H et r=10 Ω.

5) Exprimer la puissance moyenne électrique P_1 consommée par le circuit en fonction de r, R et I (I : l'intensité efficace du courant dans le circuit). Déduire son expression en fonction de U (tension efficace aux bornes du G.B.F), R, r, L, C et ω_1. Calculer sa valeur.

6) La même puissance moyenne P_1 peut être consommée par l'oscillateur avec une autre pulsation ω_2 du G.B.F, montrer que $\omega_1\omega_2=\omega_0^2$. Calculer ω_2.

7) Pour une valeur ω_3 de la pulsation du G.B.F, la puissance moyenne dissipée par l'oscillateur est maximale.

a) Dans quel état se trouve le circuit ? donner la valeur de ω_3.

b) Montrer que $\frac{dE}{dt} = i.[u-(R+r).i]$, avec E : l'énergie électromagnétique totale de l'oscillateur.

c) Déduire que E prend (dans ces conditions) une valeur constante E_o que l'on calculera

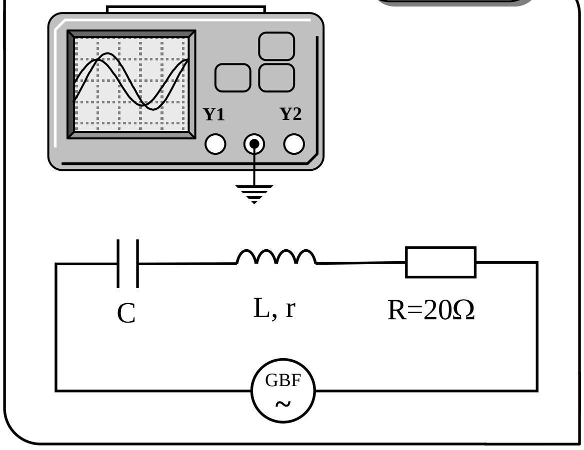
d) Comparer alors U_m et U_{cm} (U_{cm}: amplitude de la tension aux bornes du condensateur). Conclure.

e) Etablir l'expression de l'intensité de courant i(t) et des tensions u(t) et u_c(t).

Copie à rendre

Nom & Prénom :	Classe : $4^{ème}$ .... N° : ....

figure-5-



Echelle : 2V→1cm

figure-6-