REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ●●●●● **EXAMEN DU BACCALAUREAT** SESSION **2018**	***Session de contrôle***		
	Epreuve : **Sciences physiques**		Section : ***Sciences techniques***
	Durée : **3h**	◆	Coefficient de l'épreuve: **3**

Le sujet comporte 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4.

CHIMIE (7 points)

Exercice 1 (3,25 points) — **Etude d'un document scientifique**

Action d'un acide carboxylique sur un alcool

Les esters sont fréquemment préparés par action directe d'un acide carboxylique sur un alcool:

$$\mathbf{RCOOH + R'OH \rightleftarrows RCOOR' + H_2O}$$

Cette réaction a fait l'objet d'une des premières études précises sur les équilibres chimiques en phase liquide. Pour des quantités équimolaires d'acide et d'alcool mises en réaction, le milieu renferme à l'équilibre, une proportion d'ester et d'eau non pas sensible à la nature de l'acide mais à celle de l'alcool. Le taux d'avancement final τ_f de la réaction est de **0,67** pour les alcools primaires, **0,60** pour les alcools secondaires et reste inférieur à **0,10** pour les alcools tertiaires. En pratique, on déplace l'équilibre soit en mettant en réaction un grand excès d'alcool, soit en éliminant l'eau par distillation.

À température ambiante, un mélange équimolaire d'acide et d'alcool met plusieurs mois pour atteindre l'équilibre ; à **100 °C**, il faut plusieurs jours.

D'après un extrait d'un article écrit par Jacques METZGER : professeur de chimie organique à la faculté des sciences de Marseille. Encyclopédie Universalis.

1- Nommer la réaction évoquée dans ce texte.

2- Donner, en le justifiant à partir du texte, deux propriétés caractéristiques de cette réaction.

3- En se référant au texte, donner deux procédés permettant d'améliorer le taux d'avancement final de cette réaction.

4- a- Montrer que, dans le cas d'un mélange équimolaire d'acide et d'alcool, la constante d'équilibre de la réaction s'exprime par: $\mathbf{K} = \left(\dfrac{\tau_f}{1-\tau_f}\right)^2$.

b- Sachant que la constante d'équilibre **K** vaut **4** pour un alcool primaire et **2,25** pour un alcool secondaire, vérifier les valeurs des τ_f données dans le texte pour ces deux classes d'alcool.

Exercice 2 (3,75 points)

À la température de **25 °C**, on réalise une pile électrochimique en reliant, à l'aide d'un pont salin, deux demi-piles mettant en jeu les couples $\mathbf{Fe^{2+} / Fe}$ et $\mathbf{Ni^{2+} / Ni}$.

Les solutions dans les deux compartiments de la pile ont le même volume **V = 100 mL**. L'une est une solution aqueuse de sulfate de fer II (**$FeSO_4$**) de concentration molaire **C_1** et l'autre est une solution aqueuse de sulfate de nickel II (**$NiSO_4$**) de concentration molaire **C_2**.

L'équation chimique associée à la pile ainsi réalisée est: $\mathbf{Fe + Ni^{2+} \rightleftarrows Fe^{2+} + Ni}$

La constante d'équilibre relative à cette équation est: $\mathbf{K = 10^6}$.

1- a- Donner le symbole de la pile ainsi réalisée.

b- Montrer que la fem initiale **E** de cette pile peut s'écrire sous la forme:

$\mathbf{E = (0{,}18 - 0{,}03\,\ell og C_1) + 0{,}03\,\ell og C_2}$.

2- On fixe la valeur de C_1; on modifie celle de C_2 et on mesure à chaque fois la valeur de la fem initiale **E** de la pile correspondante. Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe ($\mathcal{C}$) de la **figure 1** traduisant l'évolution de **E** en fonction de $\ell og C_2$.

a- En exploitant la courbe ($\mathcal{C}$), déterminer l'expression de la fem initiale **E** en fonction de $\ell og C_2$.

b- Déduire la valeur de C_1.

3- Dans ce qui suit on prendra :

$C_1 = 0,1\ mol.L^{-1}$ et $C_2 = 0,01\ mol.L^{-1}$

a- Déterminer la valeur de la fem initiale **E** de la pile ainsi réalisée.

b- On laisse la pile débiter du courant dans un circuit extérieur.

b_1- Ecrire, en le justifiant, l'équation de la réaction qui se produit spontanément.

b_2- Déterminer la concentration des ions Fe^{2+} ainsi que la variation de masse Δm de l'électrode de nickel lorsque la pile ne débite plus du courant.

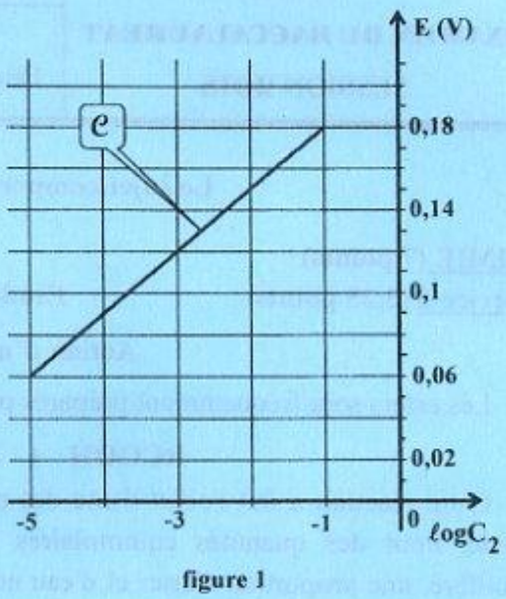


figure 1

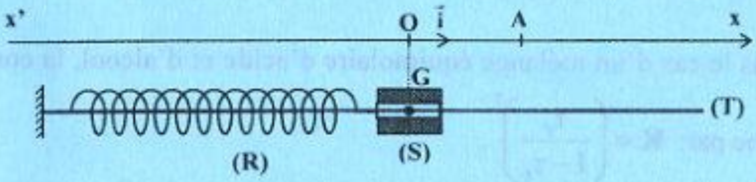
On donne : masse molaire du nickel **M(Ni) = 58,7 g.mol⁻¹**.

On supposera que le volume de la solution contenue dans chaque compartiment de la pile reste constant et qu'aucune des deux électrodes n'est totalement consommée durant le fonctionnement de la pile.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (4 points)

Un solide **(S)** de masse **m** et de centre d'inertie **G** peut coulisser sans frottements sur une tige horizontale (T). Le solide **(S)** est accroché à l'une des extrémités d'un ressort **(R)** à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur **k**. L'autre extrémité du ressort est attachée à un support fixe comme l'indique la **figure 2**.

figure 2


À l'équilibre, le centre d'inertie G de (S) coïncide avec l'origine **O** du repère $(O, \vec{i})$ porté par l'axe **x'x**.

On désigne par **x(t)** l'élongation de **G** à un instant de date **t** dans le repère $(O, \vec{i})$ et par **v(t)** sa vitesse à cet instant.

On écarte le solide (S) de sa position d'équilibre jusqu'au point A d'abscisse $x_A = 2\sqrt{2}$ **cm** puis on l'abandonne, à l'instant **t = 0**, avec une vitesse $v_0 > 0$. Le solide (S) se met à osciller de part et d'autre du point **O**. L'équation différentielle régissant les oscillations de **G** est : $\frac{d^2x(t)}{dt^2} + \frac{k}{m}x(t) = 0$.

1- Sachant que $x(t) = X_{max}\sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi_x\right)$ est une solution de cette équation différentielle, déterminer l'expression de la période propre T_0 des oscillations de **G** en fonction de **k** et **m**.

2- a- Donner l'expression de l'énergie mécanique **E** du système $\{(S) + (R)\}$ en fonction de **k, x, m** et **v**.

b- Montrer que le système $\{(S) + (R)\}$ est conservatif.

3- La courbe traduisant l'évolution au cours du temps de l'énergie potentielle **Ep(t)** du système $\{(S) + (R)\}$ est donnée par **la figure 3**.

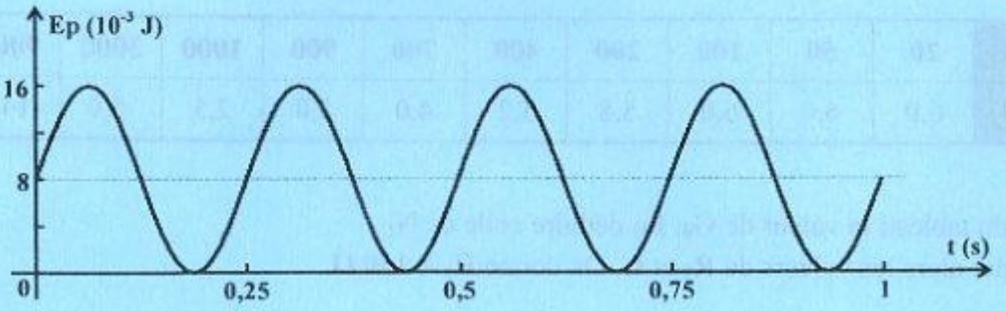


figure 3

On rappelle que **Ep(t)** est périodique de période $T = \frac{T_0}{2}$.

a- En exploitant la courbe de la **figure 3**, déterminer la valeur de:
- la raideur **k** du ressort ;
- la période propre T_0. En déduire celle de la masse **m** du solide (S) ;
- l'amplitude X_{max} des oscillations de **G** ;
- la vitesse initiale v_0.

b- Déterminer la phase initiale φ_x du mouvement de **G**.

Exercice 2 (5 points)

Le filtre électrique schématisé sur **la figure 4**, est constitué d'un condensateur de capacité **C**, de deux conducteurs ohmiques de résistances R_1 et R_2 et d'un amplificateur opérationnel supposé idéal.
À l'entrée de ce filtre, on applique une tension alternative sinusoïdale $u_E(t)$, d'amplitude U_{Emax} constante et de fréquence **N** réglable. À la sortie, on recueille une tension $u_S(t)$, également sinusoïdale, de même fréquence **N** que la tension d'entrée et d'amplitude $U_{Smax} = \frac{R_1}{R_2} \frac{U_{Emax}}{\sqrt{1+(2\pi N R_1 C)^2}}$.

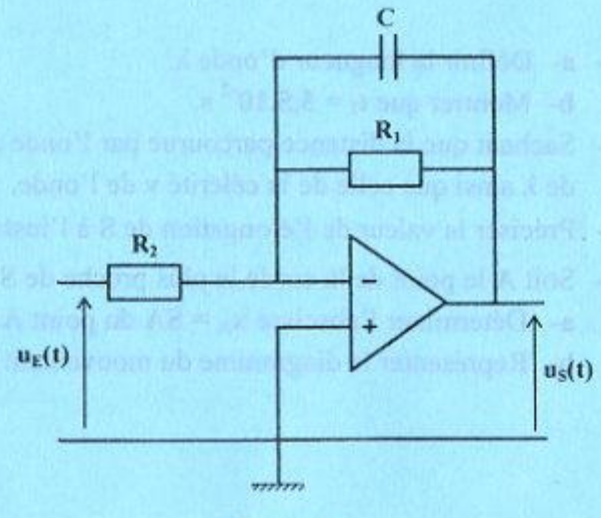


figure 4

1- a- Définir un filtre électrique.
b- Justifier que ce filtre est linéaire.
c- Préciser, en le justifiant, si le filtre étudié est actif ou passif.
d- Par exploitation de l'expression de U_{Smax}, indiquer la nature (passe-bas ou passe-haut) de ce filtre.

2- a- Montrer que le gain **G** de ce filtre s'exprime par: $G = G_0 - 10\ell og\left[1 + (2\pi N R_1 C)^2\right]$; où G_0 est la valeur maximale de **G** que l'on exprimera en fonction de R_1 et R_2.
On rappelle que $G = 20\ell og T$; où **T** désigne la transmittance du filtre étudié.
b- Rappeler la condition sur **G**, pour qu'un filtre électrique soit passant.
c- En déduire l'expression de la fréquence de coupure N_C de ce filtre.

3- Le suivi expérimental de l'évolution du gain **G** de ce filtre pour quelques valeurs de la fréquence **N** de la tension d'entrée, fournit les résultats consignés dans le tableau suivant:

N(Hz)	20	50	100	200	400	700	900	1000	3000	9000
G(dB)	6,0	6,0	6,0	5,8	5,2	4,0	3,0	2,5	-5,0	-14,0

a- Relever du tableau la valeur de G_0. En déduire celle de N_C.

b- Déterminer alors les valeurs de R_2 et **C**. On donne $R_1 = 150\ \Omega$.

Exercice 3 (4 points)

Une corde souple et très longue, tendue horizontalement, est attachée par l'une de ses extrémités **S** à une lame vibrante qui lui communique, à partir de l'instant $t = 0$, des vibrations verticales sinusoïdales d'équation: $y_S(t) = 4.10^{-3} \sin(100\pi t + \varphi_S)$; l'élongation **y** est exprimée en **(m)** et le temps **t** en **(s)**.

On néglige tout amortissement et toute réflexion de l'onde issue de S.

L'aspect de la corde à un instant de date t_1 est donné par la courbe de la **figure 5**.

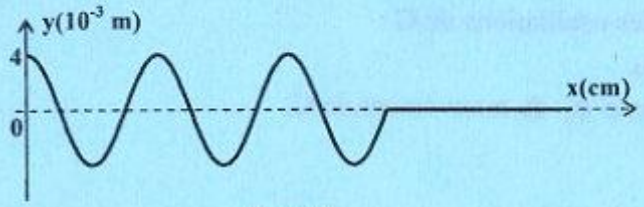


figure 5

1- a- Définir la longueur d'onde λ.

b- Montrer que $t_1 = 5{,}5.10^{-2}$ s.

2- Sachant que la distance parcourue par l'onde à l'instant de date t_1 est égale à **66 cm**, déterminer la valeur de λ ainsi que celle de la célérité v de l'onde.

3- Préciser la valeur de l'élongation de S à l'instant de date t_1. En déduire celle de sa phase initiale φ_S.

4- Soit A le point de la corde le plus proche de S et vibrant en opposition de phase avec S.

a- Déterminer l'abscisse $x_A = SA$ du point A.

b- Représenter le diagramme du mouvement du point A.