

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ***** EXAMEN DU BACCALAURÉAT	Épreuve : <b>Sciences Physiques</b>	
	Section : <b>Sciences techniques</b>	
	Durée : 3 h	Coefficient : 3
SESSION <b>2016</b>	<b>Session principale</b>	

Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.

La page 5/5 est à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

### CHIMIE (7 points)

#### Exercice 1 (4 points)

Toutes les solutions sont prises à 25 °C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est  $K_e = 10^{-14}$ . On dispose, au laboratoire de chimie, de deux solutions aqueuses acides ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ).

- ( $S_1$ ) : une solution aqueuse de fluorure d'hydrogène (HF) de concentration molaire  $C_1 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- ( $S_2$ ) : une solution aqueuse d'acide méthanoïque (HCOOH) de concentration molaire  $C_2$ .

Afin de déterminer la nature (fort ou faible) de ces deux acides et de comparer leurs forces relatives, on réalise les expériences suivantes :

#### 1- Expérience n°1 :

A l'aide d'un pH-mètre, on mesure le pH de la solution ( $S_1$ ), on trouve  $\text{pH}_1 = 2,7$ .

- a- Montrer que le fluorure d'hydrogène est un acide faible.
- b- Ecrire l'équation de sa réaction avec l'eau.

#### 2- Expérience n°2 :

On réalise le dosage pH-métrique d'un volume  $V_A = 20 \text{ mL}$  de la solution ( $S_2$ ) avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration molaire  $C_B = 2.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

On porte dans le tableau suivant les coordonnées de deux points de la courbe d'évolution du pH du milieu réactionnel en fonction du volume  $V_B$  de la solution de base ajouté.

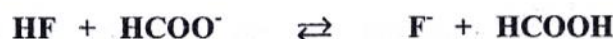
$V_B$ (mL)	pH	Nature du point
10	7,8	Point d'équivalence
5	3,8	Point de demi-équivalence

En exploitant le tableau précédent :

- a- justifier que l'acide méthanoïque est faible ;
- b- trouver le  $\text{pK}_a$  du couple HCOOH/HCOO<sup>-</sup> ;
- c- déterminer la valeur de  $C_2$ .

#### 3- Expérience n°3 :

Dans un volume  $V_1 = 100 \text{ mL}$  de la solution ( $S_1$ ), on introduit, sans variation de volume, une quantité  $n_0 = 2.10^{-4} \text{ mol}$  de méthanoate de sodium (HCOONa). Il se produit une réaction acide-base symbolisée par l'équation chimique suivante :



- a- Sachant que l'avancement final de cette réaction est  $x_f = 1,73.10^{-4} \text{ mol}$ , compléter le tableau d'avancement de la réaction, donné dans la figure 1 de la page 5/5.
- b- En déduire la valeur de la constante d'équilibre  $K$  relative à cette réaction.
- c- Comparer alors, la force des deux acides HF et HCOOH.



**Exercice 2 (3 points)**

Un groupe d'élèves est chargé, lors d'une séance de travaux pratiques, de réaliser une pile électrochimique (P) afin d'étudier son fonctionnement. On met à leur disposition un fil de nickel, un fil de cuivre, un pont salin et deux béchers (1) et (2) contenant respectivement un volume  $V_1 = 100 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse de sulfate de nickel ( $\text{NiSO}_4$ ) de concentration molaire  $C_1 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$  et un volume  $V_2 = 100 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre (II) ( $\text{CuSO}_4$ ) de concentration molaire  $C_2 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ .

L'équation chimique associée à la pile (P) ainsi réalisée est :  $\text{Ni} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + \text{Cu}$

L'étude est faite à la température de  $25^\circ\text{C}$ . A cette température, la constante d'équilibre relative à l'équation associée à la pile (P) est  $K = 10^{20}$ .

On supposera que durant le fonctionnement de la pile (P), il n'y a ni changement des volumes des solutions ni risque d'épuisement des fils.

On rappelle que la fem de la pile étudiée s'exprime par :  $E = E^0 - 0,03 \log \frac{[\text{Ni}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]}$  ;  $E^0$  étant la fem standard de la pile.

- 1- a- Donner le schéma de la pile (P).
- b- Déterminer la valeur de la fem initiale  $E_i$  de cette pile.
- c- Préciser, en le justifiant, le pôle positif de la pile (P).
- 2- La pile ainsi réalisée est placée dans un circuit électrique comportant un conducteur ohmique, un ampèremètre et un interrupteur. On ferme le circuit à l'instant de date  $t = 0$ .
- a- Ecrire l'équation de la transformation chimique qui se déroule au niveau de chaque fil, au cours du fonctionnement de la pile (P).
- b- En déduire l'équation de la réaction modélisant la transformation spontanée qui a lieu dans cette pile.
- c- A un instant ultérieur de date  $t_1$ , la pile cesse de débiter du courant dans le circuit extérieur. Déterminer pour  $t \geq t_1$ , la molarité des ions  $\text{Ni}^{2+}$  ainsi que la variation de masse  $|\Delta m|$  du fil de nickel en précisant s'il s'agit d'une diminution ou d'une augmentation.

On donne : masse molaire du nickel  $M(\text{Ni}) = 58,7 \text{ g.mol}^{-1}$

**PHYSIQUE (13 points)****Exercice 1 (6 points)**

Le pendule élastique de la figure 2 est constitué d'un solide (S) de masse  $m$ , relié à l'une des extrémités d'un ressort (R) à spires non jointives, d'axe horizontal, de raideur  $k$  et de masse négligeable devant  $m$ . L'autre extrémité du ressort est attachée à un support fixe.

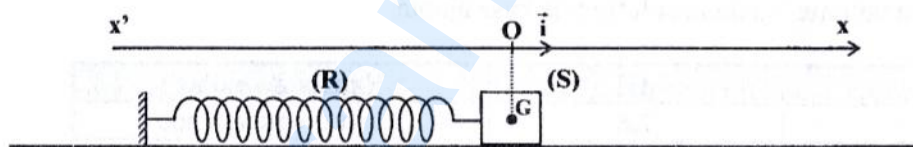


figure 2

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

Ecarté de sa position d'équilibre puis abandonné à l'instant de date  $t = 0$ , le solide (S) se met à osciller de part et d'autre du point O. On désigne par  $x(t)$  et  $v(t)$  respectivement, l'élongation et la vitesse de G à un instant de date  $t$ .

Le mouvement du centre d'inertie G de (S) est étudié dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen. Les forces de frottements ainsi que l'amortissement du mouvement sont considérés comme négligeables.

- 1- a- Représenter sur la figure 3 de la page 5/5, les forces extérieures exercées sur (S).
- b- En appliquant le théorème du centre d'inertie, montrer que les oscillations de G sont régies par l'équation différentielle :  $\frac{d^2x(t)}{dt^2} + \omega_0^2 x(t) = 0$  ; où  $\omega_0$  est une constante à exprimer en fonction de  $k$  et  $m$ .
- c- Préciser le nom de  $\omega_0$ .
- d- Vérifier que  $x(t) = X_{\max} \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$  est une solution de cette équation différentielle.



2- La courbe traduisant l'évolution de l'élongation  $x$  au cours du temps, est représentée sur la **figure 4**.

a- En exploitant la courbe de la **figure 4**:

a<sub>1</sub>- déterminer la valeur de  $X_{\max}$  ainsi que celle de  $\omega_0$  ;

a<sub>2</sub>- montrer que :  $\varphi_x = \frac{5\pi}{6}$  rad.

b- En déduire la valeur de l'amplitude  $V_{\max}$  de la vitesse  $v(t)$  ainsi que celle de sa phase initiale  $\varphi_v$ .

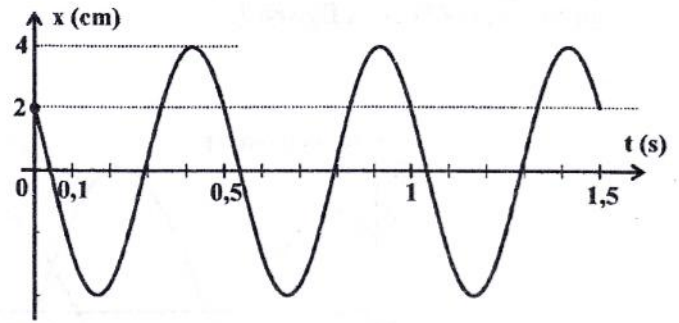


figure 4

3- Les courbes  $(\mathcal{E}_1)$  et  $(\mathcal{E}_2)$  de la **figure 5** traduisent l'évolution, au cours du temps, des énergies

cinétique  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$  et potentielle

$E_p = \frac{1}{2}kx^2$  du système  $\{(S) + (R)\}$ .

a- Identifier, parmi  $(\mathcal{E}_1)$  et  $(\mathcal{E}_2)$ , celle qui correspond à  $E_p(t)$ .

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

c- Déterminer les valeurs de  $k$  et  $m$ .

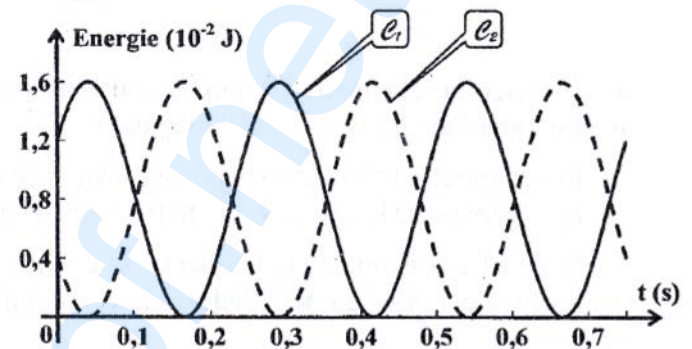


figure 5

### Exercice 2 (4,5 points)

Le filtre électrique (F) schématisé sur la **figure 6**, est constitué d'un amplificateur opérationnel supposé idéal, d'un condensateur de capacité  $C$  et de deux conducteurs ohmiques de résistances respectives  $R_1$  et  $R_2$ . L'entrée de ce filtre est alimentée par un générateur basses fréquences (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale  $u_E(t)$  d'amplitude  $U_{E\max}$  constante et de fréquence  $N$  réglable. La tension de sortie  $u_S(t)$  de ce filtre est également sinusoïdale, de même fréquence  $N$  que la tension d'entrée et d'amplitude

$$U_{S\max} = \frac{R_2}{R_1} \frac{U_{E\max}}{\sqrt{1 + (2\pi N R_2 C)^2}}$$

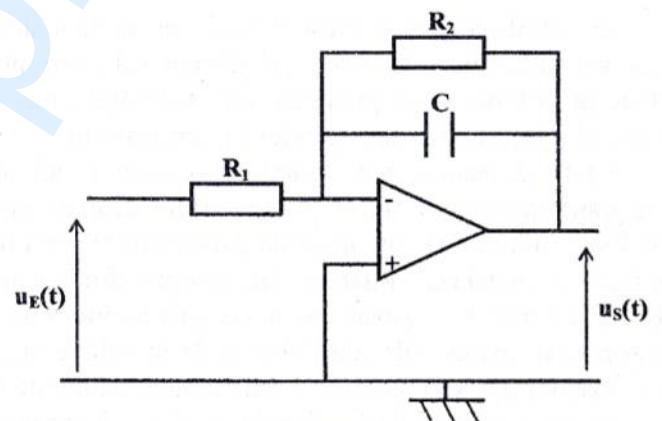


figure 6

On rappelle qu'un filtre est passant lorsque sa transmittance  $T = \frac{U_{S\max}}{U_{E\max}}$  vérifie la condition  $T \geq \frac{T_0}{\sqrt{2}}$  ; où

$T_0$  est la valeur maximale de  $T$ .

1- Choisir, parmi les propositions ci-dessous, celles qualifiant le filtre (F). Justifier votre choix.

- actif
- passe-haut
- linéaire
- passif
- passe-bande
- passe-bas

- 2- Un oscilloscope bicourbe convenablement branché, permet de visualiser simultanément, les tensions  $u_E(t)$  et  $u_S(t)$ . Pour une valeur particulière  $N_1$  de la fréquence  $N$  de la tension d'entrée, on obtient les courbes (1) et (2) de la figure 7.

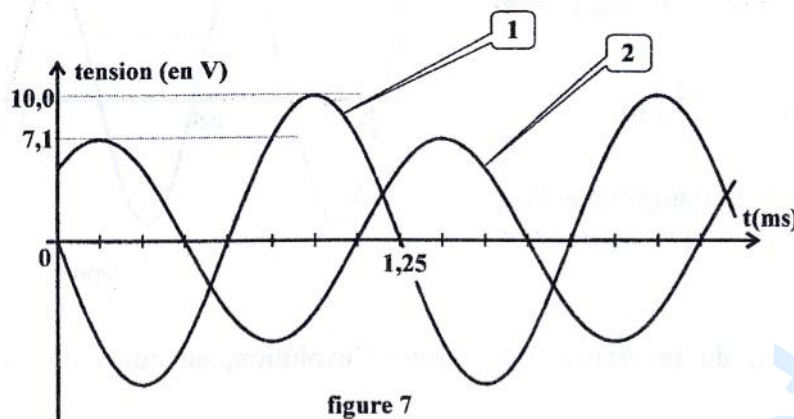


figure 7

- a- Justifier que la **courbe (1)** correspond à la tension de sortie  $u_S(t)$ .  
 b- En exploitant les courbes de la **figure 7** :  
 b<sub>1</sub>- montrer que  $N_1$  correspond à la fréquence de coupure du filtre (**F**). Déterminer sa valeur ;  
 b<sub>2</sub>- déterminer la valeur  $T_1$  de la transmittance **T** du filtre (**F**). En déduire sa valeur maximale  $T_0$ .  
 c- Etablir l'expression de la fréquence de coupure  $N_1$  du filtre (**F**).  
 d- Sachant que  $R_2 = 1,6 \text{ k}\Omega$ , déduire de ce qui précède, les valeurs de  $R_1$  et **C**.

### Exercice 3 (2,5 points)

### Etude d'un document scientifique

#### L'aimant, source de courant

En 1820, Augustin Fresnel place un aimant dans une bobine en cuivre et, pour déceler un éventuel courant induit dans la bobine, il plonge ses extrémités dans une solution aqueuse. Si un courant est induit dans la bobine, il se produira une décomposition de l'eau. En répétant cette expérience plusieurs fois, Fresnel n'a pas pu observer cette décomposition.

En 1825 Jean-Daniel Colladon présente le pôle d'un fort aimant à l'extrémité d'une bobine comportant un grand nombre de spires isolées. Pour détecter un éventuel courant induit, il utilise non pas l'électrolyse de l'eau comme Fresnel, mais un galvanomètre très sensible, appareil qui n'existait pas en 1820. Encore une fois, c'est un échec. Colladon n'en comprendra la cause qu'après la découverte de l'induction par Faraday en 1831, il écrit : « ... j'avais porté ce galvanomètre dans une chambre éloignée de celle où j'opérais [...], je rapprochai un des pôles de l'aimant de la bobine puis, sans me presser, je retournai vers le galvanomètre et je constatai que son index était exactement au même point qu'auparavant... ».

Le 24 septembre 1831, Faraday a réussi à observer pour la première fois l'induction d'un courant par un aimant. Un bref courant est induit en enfonçant très rapidement l'aimant dans la bobine ou en le retirant. De même, le simple fait d'approcher ou d'éloigner d'un aimant une bobine suffit à faire apparaître, pendant la durée du déplacement, un courant induit.

En 1833, Heinrich Lenz publie une loi qui porte son nom et qui donne le sens du courant induit.

*D'après : La découverte de l'induction  
Par Christine Blondel et Bertrand Wolff*

- 1- a- Nommer le phénomène physique ayant eu lieu, lors des expériences réalisées par Fresnel, Colladon et Faraday  
 b- Dégager du texte une caractéristique de ce phénomène qui le laisse inaperçu par Colladon.
- 2- Préciser, dans les expériences décrites dans le texte, l'induit et l'inducteur.
- 3- a- Enoncer la loi de Lenz.  
 b- Indiquer, sur la **figure 8 de la page 5/5**, le sens du courant induit produit par le déplacement de l'aimant suivant l'axe de la bobine.



Épreuve de sciences physiques (sciences techniques : Session principale)

Feuille à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

Equation chimique		$\text{HF} + \text{HCOO}^- \rightleftharpoons \text{F}^- + \text{HCOOH}$			
Etat du système	Avancement (mol)	Quantité de matière (mol)			
Initial	0	$8 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	0
Final	$x_f$				

figure 1

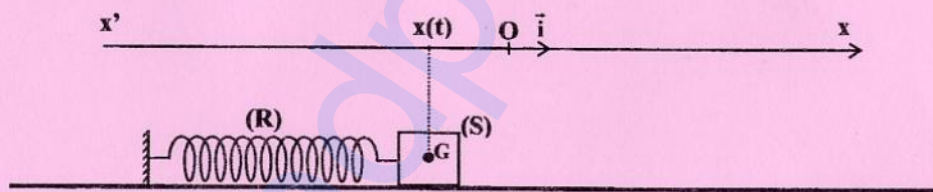


figure 3

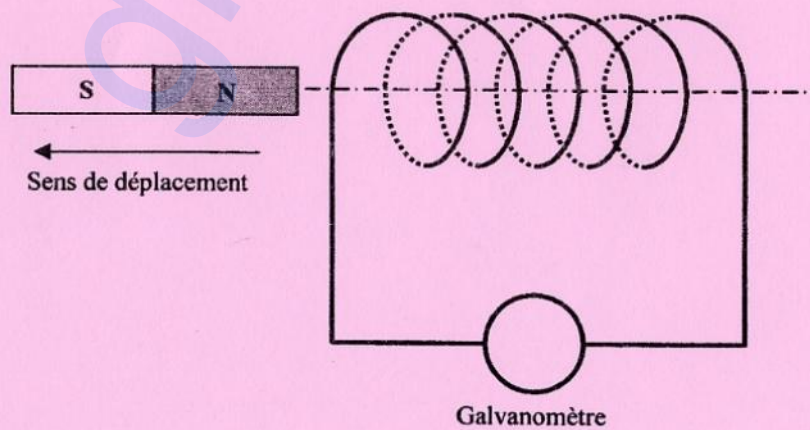


figure 8