



Epreuve de sciences physiques

Durée : 2 heures

Coefficient : 1

L'épreuve comporte 5 exercices indépendants, répartis sur 4 pages numérotées de 1 à 4.

**CHIMIE** : (7 points)

**Exercice 1** : (3,5 points)

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

On dispose d'une solution ( $S_1$ ) d'un monoacide  $A_1H$  de concentration  $C_1$  inconnue et d'une solution ( $S_2$ ) d'un monoacide  $A_2H$  de concentration  $C_2$  inconnue.

On effectue quelques mesures afin de comparer ces acides.

Première opération : mesure du pH des solutions.

Solution	$S_1$	$S_2$
Mesure du pH	$\text{pH}_1=2,9$	$\text{pH}_2=3$

Deuxième opération : Dosage des solutions:

A l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium NaOH de concentration molaire  $C_B = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , on détermine le volume  $V_{Be}$  qu'il faut ajouter à 10 mL de chacune des solutions acides pour atteindre l'équivalence.

Solution	$S_1$	$S_2$
$V_{Be}$ en mL	$V_{Be1}=11$	$V_{Be2}=17$

1- Calculer les concentrations  $C_1$  et  $C_2$  de chaque solution acide.

2- Compte tenu des résultats des mesures :

a- Préciser, en justifiant, lequel des deux acides est le plus fort.

b- Préciser, en justifiant, si l'un des acides est un acide fort ou si ce sont deux acides faibles.

c- Ecrire l'équation de la réaction support du dosage de la solution de l'acide  $A_1H$  avec la solution d'hydroxyde de sodium.

d-Justifier, dans le cas de la solution  $S_1$ , si le pH à l'équivalence est inférieur, égal ou supérieur à 7.

3- Afin de vérifier, d'une autre façon, les conclusions précédentes, on réalise une troisième série de mesures. Pour cela on mélange :

\*10  $\text{cm}^3$  de ( $S_1$ ) et 5,5 $\text{cm}^3$  de la solution d'hydroxyde de sodium déjà utilisée pour le dosage. Le pH du mélange obtenu est 3,8.

\*10  $\text{cm}^3$  de ( $S_2$ ) et 8,5  $\text{cm}^3$  de la solution d'hydroxyde de sodium précédente. Le pH du mélange est 4,2.

a- Indiquer le nom des mélanges obtenus lors de ces deux expériences et citer leurs propriétés.

b- Nommer la grandeur caractéristique de chaque couple acide-base qu'on peut déterminer grâce à chacune de ces deux expériences. Préciser la valeur correspondante à chaque couple acide-base.

c- Ces mesures confirment-elles le classement des acides cités ?

**Exercice 2** : (3,5 points)

On dissout une masse  $m$  de sulfate de cobalt ( $\text{CoSO}_4$ ) dans de l'eau pure afin d'obtenir 100 mL d'une solution aqueuse ( $S$ ) de concentration molaire  $C$  et on réalise la pile formée par les deux demi-piles :

-A gauche: une lame de cobalt  $\text{Co}$  plongeant dans la solution ( $S$ ).

-A droite: une lame de nickel **Ni** plongeant dans **100 mL** d'une solution de sulfate de nickel (**NiSO<sub>4</sub>**), de concentration molaire **C'**. Les deux solutions sont reliées par un pont salin.

- 1) a -Faire le schéma de cette pile.  
b -Ecrire l'équation chimique associée à cette pile.  
c - Préciser le rôle du pont salin.
  - 2) La mesure de la fem de cette pile donne la valeur **E = 0,017 V**.  
a- Ecrire l'équation de la réaction spontanée lorsque la pile débite.  
b- Indiquer le sens du courant dans le circuit extérieur.  
c- Donner l'expression de la fem **E** en fonction de **C** , **C'** et **E°** fem standard de la pile.
  - 3) Au cours du fonctionnement de la pile, on constate que l'intensité du courant débité décroît jusqu'à s'annuler lorsque **[Ni<sup>2+</sup>] = 0,16 mol.L<sup>-1</sup>** et **[Co<sup>2+</sup>] = 0,74 mol.L<sup>-1</sup>**.  
a- Calculer la fem standard **E°** de la pile ainsi que la constante d'équilibre **K** relative à l'équation chimique associée.  
b- En déduire, parmi le cobalt **Co** et le nickel **Ni** , le métal le plus réducteur.  
c- Calculer la concentration molaire **C** et déduire la masse **m** de sulfate de cobalt utilisée.
- On donne** : les masses molaires atomiques en **g.mol<sup>-1</sup>** : **M<sub>Co</sub> = 59** ; **M<sub>S</sub> = 32** et **M<sub>O</sub> = 16**.

## PHYSIQUE : (13 points)

### Exercice 1 : (3 points)

Dans cet exercice on prendra  $\pi^2=10$

On peut modéliser un oscillateur mécanique horizontal par un système (**solide + ressort**) constitué d'un solide (**S**) de masse **m** , fixé à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur **k**. (**figure 1**). Dans cette étude tous les frottements sont négligés.

La position du centre d'inertie **G** du solide est étudiée dans un référentiel terrestre considéré comme galiléen et repérée par son abscisse **x(t)** sur un axe horizontal **x'Ox**. L'origine des abscisses correspond à l'abscisse de **G** lorsque le solide est à l'équilibre.

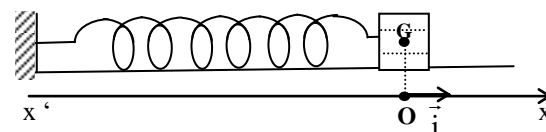


Figure 1

1) Établir l'équation différentielle vérifiée par l'élongation **x(t)**.

2) a- Vérifier que la solution de l'équation différentielle est de la forme :

$$\mathbf{x(t) = X_m \cdot \sin(\omega_0 \cdot t + \varphi_x)}$$

où  $\omega_0$  est une constante

b- Déduire l'expression de la période propre **T<sub>0</sub>** des oscillations libres du pendule en fonction de la masse **m** du solide et de la raideur **k** du ressort.

3) Dans une première expérience et à l'aide d'un système approprié, on enregistre pendant une durée  $\Delta t = 0,8 \text{ s}$  le mouvement du centre d'inertie **G** d'un solide (**S<sub>1</sub>**) de masse **m<sub>1</sub>**.

On obtient le diagramme de la **figure 2**.

a- Déduire la période **T<sub>0</sub>** des oscillations.

b- Déterminer :

- la phase initiale  $\varphi_x$  du mouvement.
- la vitesse initiale **V<sub>0</sub>** à l'instant **t = 0**.

c- Préciser sous quelle forme se présente l'énergie mécanique **E** du système (**solide + ressort**) à l'instant **t = 0** ? Justifier la réponse.

4) Dans une deuxième expérience on étudie l'influence de la masse du solide sur la période **T<sub>0</sub>** des oscillations. Pour différentes valeurs de la masse **m** et avec le même ressort, on mesure la période **T<sub>0</sub>**

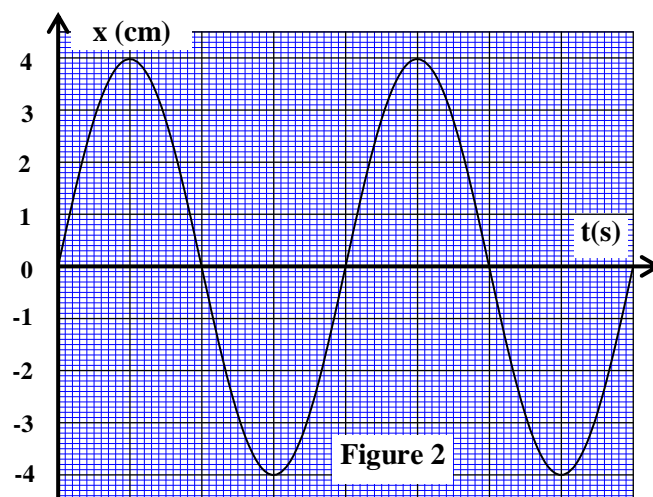
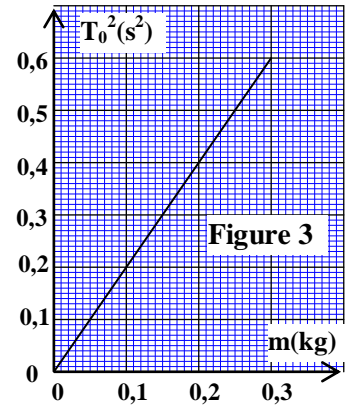


Figure 2

Cette étude a permis de tracer la courbe de la **figure 3** représentant  $T_0^2 = f(m)$ .

- Déduire, de la courbe de la **figure 3**, la masse  $m_1$  du solide utilisé lors de la première expérience.
- Calculer la raideur  $k$  du ressort.



### EXERCICE N°2: (6 points)

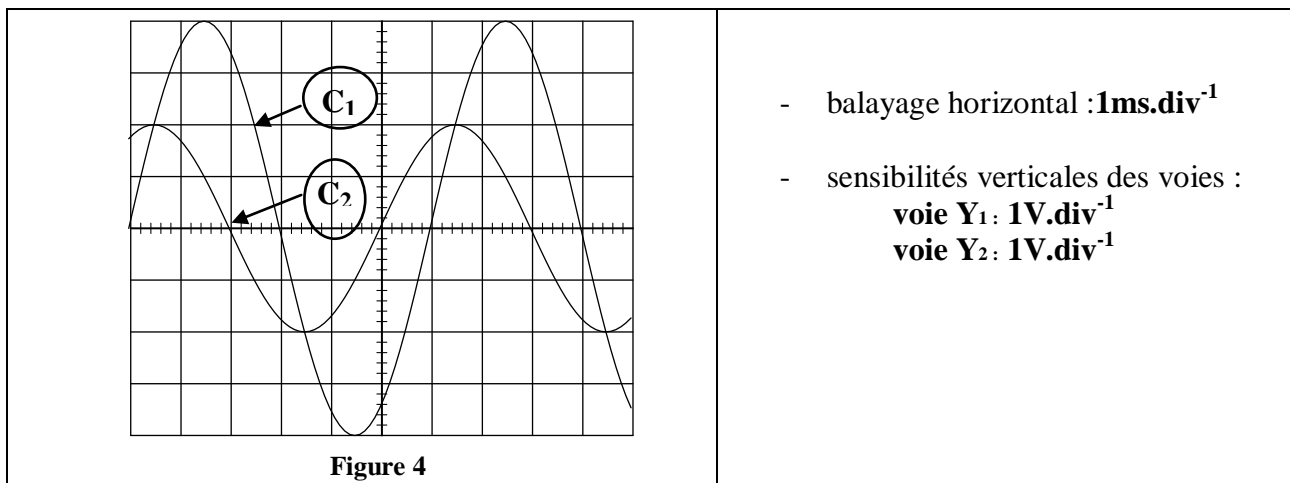
On associe, en série, un générateur de basse fréquence (GBF), un conducteur ohmique de résistance  $R$ , une bobine d'inductance  $L=6,25 \cdot 10^{-2} \text{H}$ , de résistance interne négligeable et un condensateur de capacité  $C$ .

Le générateur maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale de valeur efficace constante et de fréquence  $N$  réglable.

On fixe la fréquence à une valeur  $N_1$  et on visualise sur l'écran d'un oscilloscope bicourbe les tensions  $u_1(t)$  aux bornes du conducteur ohmique à la voie  $Y_1$  et  $u_2(t)$  aux bornes du générateur à la voie  $Y_2$ .

Les oscillogrammes ( $C_1$ ) et ( $C_2$ ) obtenus sont donnés par la **figure 4**.

- Schématiser le circuit et indiquer les connexions à l'oscilloscope.
  - Attribuer chaque courbe de la **figure 4** à la tension correspondante. Justifier.



2) En exploitant les oscillogrammes, déterminer:

- la fréquence  $N_1$  de la tension délivrée par le générateur, ainsi que la pulsation  $\omega_1$ .
- les tensions maximales  $U_{1m}$  et  $U_{2m}$  aux bornes du conducteur ohmique et du générateur,
- le déphasage  $\Delta\phi$  de la tension  $u_2(t)$  par rapport à l'intensité  $i(t)$ , ainsi que la nature du circuit (résistif, capacitif ou inductif).

3) L'impédance du circuit est  $Z=200\Omega$ .

a-Montrer que  $Z = \sqrt{R^2(1 + \tan^2 \Delta\phi)}$

b-Déterminer la valeur de la résistance  $R$  du conducteur ohmique.

c-En déduire l'expression de l'intensité instantanée  $i(t)$  sachant que  $u_2(t)=U_{2m} \sin(2\pi Nt)$ .

d-Calculer la capacité  $C$  du condensateur

4) On agit sur la fréquence du générateur de façon à annuler le déphasage entre la tension  $u_2(t)$  et  $u_1(t)$ .

a-Préciser l'état du circuit pour cette fréquence.

b-Calculer la nouvelle valeur  $N_2$  de la fréquence du générateur permettant cette observation.

c-Déterminer alors l'intensité efficace  $I_0$  correspondante et la puissance moyenne  $P_0$  consommée par le circuit.

### **EXERCICE N°3: (4 points)**

*Actuellement des techniques telles que la scintigraphie sont utilisées en médecine grâce à des substances radioactives comme le technétium.*

*Le technétium, se fixant préférentiellement sur les lésions osseuses du squelette, peut être détecté par une gamma-caméra. Cette dernière fournit par la suite une image du squelette appelée scintigraphie osseuse.*

*Tous les noyaux du technétium sont radioactifs.*

1) L'isotope **97** du technétium ( ${}^{97}_{43}\text{Tc}$ ), de période radioactive **90,1 jours**, est synthétisé en bombardant un noyau de molybdène **96** ( ${}^{96}_{42}\text{Mo}$ ) avec un noyau de deutérium  ${}^A_Z\text{X}$ .

- Ecrire l'équation de la réaction de synthèse du technétium ( ${}^{97}_{43}\text{Tc}$ ) à partir du molybdène ( ${}^{96}_{42}\text{Mo}$ ) en précisant les valeurs de **A** et **Z** sachant qu'il se forme en même temps un neutron.

- A quel élément chimique appartient le deutérium ?

2) L'isotope **99** du technétium  ${}^{99}_{43}\text{Tc}$  présente la particularité et l'avantage de pouvoir être produit sur place par désintégration du molybdène **99**,  ${}^{99}_{42}\text{Mo}$

Une infirmière prépare une dose de technétium **99**, ( ${}^{99}_{43}\text{Tc}$ ). Après **deux heures**, son activité étant égale à **79,5 %** de sa valeur initiale, elle l'injecte à un patient.

**a-** Ecrire l'équation de la réaction nucléaire permettant d'obtenir le technétium **99** à partir du Molybdène **99**. Préciser le type de désintégration dont il s'agit.

**b-**Définir l'activité d'une source radioactive et établir son expression en fonction de la constante radioactive et le nombre de noyaux présents.

**c-**Déterminer la valeur de la période radioactive du technétium **99**.

3) **a-** L'activité maximale des doses administrées en ( ${}^{99}_{43}\text{Tc}$ ) ne doit pas dépasser  **$10^9$  Bq**. Quelle est la masse maximale de technétium **99** que doit contenir la dose préparée ?

**b-** Le médecin porte son choix sur le produit qui disparaît le plus vite. Lequel des deux isotopes du technétium va-t-il choisir ? Justifier la réponse.

**Données :** Masse de ( ${}^{99}_{43}\text{Tc}$ ) = **98,882u** ; **1 u =  $1,66 \cdot 10^{-27}$  kg**.