

L'épreuve comporte deux exercices de chimie et trois exercices de physique répartis sur cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5. La page 5/5 est à remplir par le candidat et à remettre avec la copie.

Chimie : - Dosage acide-base - Cinétique chimique.

Physique : - Radioactivité - Oscillateur électrique - Amplificateur opérationnel

CHIMIE : (7 points)

Exercice 1 (4 points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température pour laquelle $pK_e = 14$.

Deux groupes d'élèves (G_1) et (G_2) disposent respectivement d'une solution acide (S_1) de concentration molaire $C_1 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ et d'une solution acide (S_2) de concentration molaire C_2 inconnue. Chaque groupe effectue un dosage pH-métrique d'un volume $V = 20 \text{ mL}$ de sa solution acide. Le groupe (G_1) utilise une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_{b_1} = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. Le groupe (G_2) utilise une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_{b_2} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Ils obtiennent alors respectivement les deux courbes (\mathcal{C}_1) et (\mathcal{C}_2) de la figure 1.

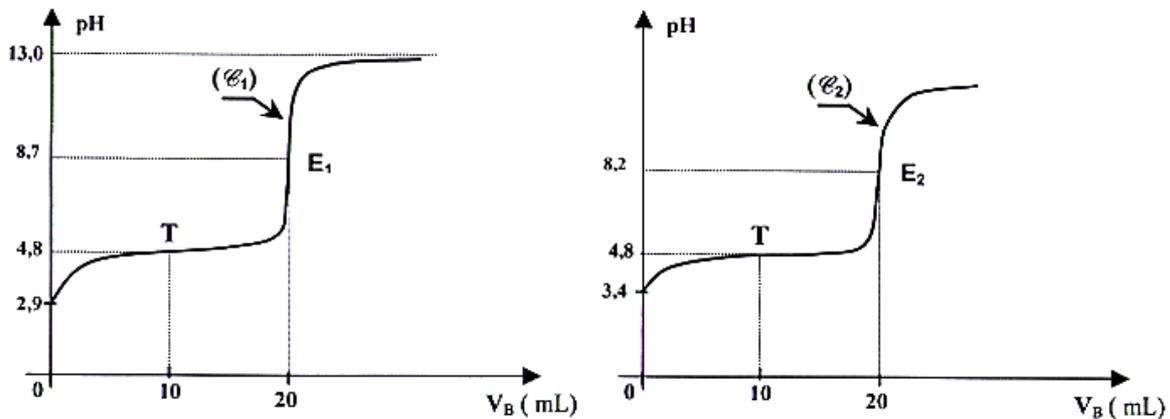


Figure 1

- 1) a – Montrer, à partir des courbes précédentes, que les acides utilisés sont faibles.
- b – Déduire des deux courbes les valeurs pK_{a_1} et pK_{a_2} des deux acides.
- c – En comparant pK_{a_1} et pK_{a_2} , déduire qu'il peut s'agir, pour (S_1) et (S_2), de deux solutions obtenues à partir d'un même acide.
- 2) a – En se référant à la valeur de l'ordonnée à l'origine de la courbe (\mathcal{C}_1), vérifier que pour un tel acide le pH peut être calculé à partir de l'expression :

$$pH = \frac{1}{2} (pK_a - \log C) \quad \text{avec } C : \text{ la concentration}$$

- b – Retrouver cette expression en indiquant les approximations adoptées.
- c – En supposant qu'il s'agit d'un même acide, déterminer la valeur de C_2 .
- d – Montrer que (S_2) peut être obtenue à partir de (S_1) par une dilution avec de l'eau distillée.

3) Le coefficient d'ionisation α d'un acide faible est défini comme étant le quotient :

$$\alpha = \frac{\text{nombre de moles d'acide ionisées dans un volume } V}{\text{nombre total de moles d'acide dissoutes dans } V}$$

- a – Sachant que $\alpha \simeq \frac{[H_3O^+]}{C}$, calculer les coefficients d'ionisation α_1 et α_2 de l'acide utilisé, respectivement dans les solutions (S_1) et (S_2) .

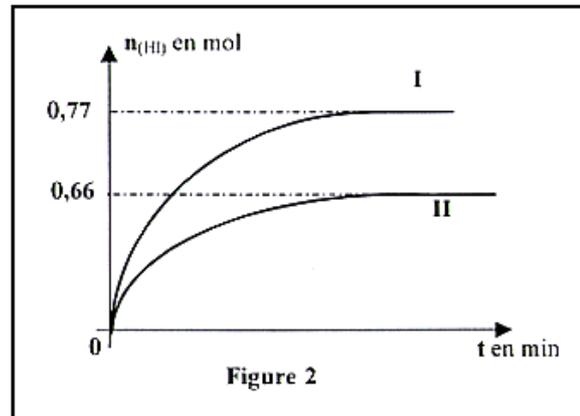
b – En déduire l'effet de la dilution sur l'ionisation d'un acide faible.

Exercice 2 : (3 points)

Dans un récipient de volume V , initialement vide, on introduit à $t = 0$, à une température θ_1 , un mélange équimolaire formé de $n_0 = 0,5$ mol de dihydrogène H_2 (gaz) et 0,5 mol de diiode I_2 (gaz) et on se propose de suivre, au cours du temps, la formation de l'iodeure d'hydrogène HI (gaz).

Un dispositif approprié permet de déterminer le nombre x de moles de H_2 (gaz) qui a réagi à un instant t . Les résultats expérimentaux obtenus ont permis de tracer la courbe (I) de la **figure 2**, donnant le nombre de moles $n_{(HI)}$ de HI obtenu en fonction du temps t .

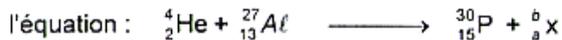
- 1) a – Ecrire l'équation de la réaction étudiée en prenant comme coefficient stœchiométrique 1 pour H_2 .
- b – Quelle est la composition du mélange à l'équilibre à la température θ_1 ?
- c – Exprimer puis calculer la constante d'équilibre K_{θ_1} à la température θ_1 .
- 2) On étudie cette même réaction à une température θ_2 supérieure à θ_1 , on obtient la courbe (II) de la **figure 2**.
- a – Calculer la nouvelle valeur de la constante d'équilibre K_{θ_2} .
- b – La réaction de synthèse de HI est-elle – endothermique, exothermique, ou athermique ? Justifier.



PHYSIQUE: (13 points)

Exercice 1 : (3 points)

En 1934, Irène et Frédéric Joliot- Curie ont découvert la radioactivité artificielle en bombardant des noyaux d'aluminium par des particules α (4_2He). Il se forme alors du phosphore radioactif ${}^{30}_{15}P$ selon



- 1) a – Identifier la particule x émise, tout en précisant les lois de conservation utilisées.
- b – S'agit-il d'une réaction nucléaire spontanée ou provoquée ?
- 2) Le phosphore ${}^{30}_{15}P$ se désintègre à son tour en silicium Si avec émission d'une particule β^+ (${}^0_{+1}e$) selon l'équation : ${}^{30}_{15}P \longrightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^0_1e$.

En se référant aux nombres de neutrons et de protons des noyaux de phosphore et de silicium, montrer que cette particule β^+ résulte de la transformation dans le noyau d'un proton en un neutron. Ecrire l'équation correspondante.

3) Sachant que le défaut de masse du noyau $^{30}_{15}\text{P}$ est $\Delta m = 0,2617\text{u}$ et que l'énergie de liaison du noyau $^{30}_{14}\text{Si}$ est $E_L = 248,91\text{ MeV}$:

- a – Calculer en **MeV**, l'énergie de liaison du noyau $^{30}_{15}\text{P}$.
- b – Peut-on s'appuyer, dans ce cas particulier, sur les énergies de liaison pour comparer les stabilités des noyaux $^{30}_{15}\text{P}$ et $^{30}_{14}\text{Si}$? Pourquoi ?
- c – Comparer les stabilités de ces deux noyaux entre elles.

On donne :

$1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$; $1\text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}\text{ J}$ et la célérité de la lumière : $c = 3 \cdot 10^8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

particule	proton	neutron	électron	Positon (β^+)
symbole	^1_1p	^1_0n	$^0_{-1}\text{e}$	$^0_{+1}\text{e}$

Exercice 2 : (6 points)

On monte en série, un résistor de résistance R , une bobine d'inductance L et de résistance $r = 20\ \Omega$, un condensateur de capacité $C = 5\ \mu\text{F}$ et un ampèremètre de résistance négligeable. Aux bornes de la portion de circuit ainsi réalisée (figure 3 de la page 5/5), on applique une tension alternative sinusoïdale $u_1(t)$ de fréquence N variable, d'amplitude U_{1m} maintenue constante et d'expression, en fonction du temps t : $u_1(t) = U_{1m} \sin (2 \pi Nt)$. Soit $u_2(t)$ la tension instantanée aux bornes du dipôle formé par l'ensemble { bobine, condensateur }. Un oscilloscope bicourbe, convenablement branché, permet de visualiser simultanément les tensions instantanées $u_1(t)$ et $u_2(t)$.

- 1) Indiquer les connexions à réaliser avec l'oscilloscope, pour visualiser $u_1(t)$ et $u_2(t)$, en complétant le schéma de la figure – 3 de la page 5/5 à remplir par le candidat et à remettre avec la copie.
- 2) Pour une valeur N_1 de la fréquence du générateur, on obtient les deux oscillogrammes de la figure 4.

Déduire à partir de ces oscillogrammes, les valeurs de :

- a – la fréquence N_1 du générateur ;
- b – la tension maximale U_{1m} aux bornes du générateur ;
- c – la tension maximale U_{2m} aux bornes du dipôle { bobine, condensateur }.

3) A la fréquence N_1 , l'ampèremètre indique la valeur efficace $I = \frac{0,15}{\sqrt{2}}\text{ A}$.

- a – Sachant que I_m est l'intensité maximale du courant qui circule dans le circuit, calculer la valeur de r et la comparer à celle de U_{2m} .
- b – Montrer que l'on est à la résonance d'intensité.
- c – Calculer la valeur maximale U_{Cm} de la tension aux bornes du condensateur et la comparer à la valeur maximale U_{1m} de la tension d'alimentation. Nommer le phénomène ainsi obtenu.

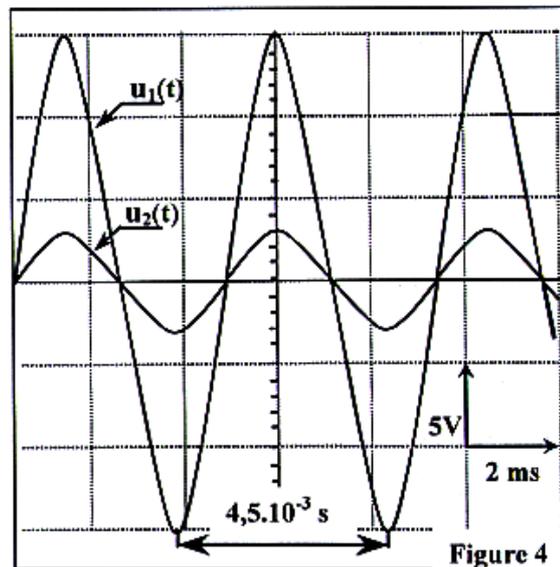


Figure 4

- 4) On fait diminuer la fréquence du générateur à partir de la fréquence N_1 et on suit l'évolution de la valeur efficace U_C de la tension aux bornes du condensateur à l'aide d'un voltmètre (V)- figure 3. Pour une fréquence N_2 , le voltmètre indique la valeur de U_C la plus élevée : $U_C = 16\text{ V}$ et l'ampèremètre affiche $I = 96\text{ mA}$.

- a – Déterminer la valeur de N_2 .
- b – Montrer que la fréquence N_2 , correspond à une résonance de charge.
- c – Par analogie avec la résonance d'élongation d'un oscillateur mécanique, déterminer la valeur théorique de la fréquence N_2 correspondant à la résonance de charge et la comparer à sa valeur expérimentale calculée en (4- a -). On rappelle que pour un pendule élastique, en régime sinusoïdal forcé, la résonance d'élongation se produit à la fréquence N_r telle que :

$$N_r^2 = \frac{1}{4\pi^2 m} \left(k - \frac{h^2}{2m} \right) \quad \text{où : } m = \text{masse du corps accroché au ressort}$$

k = constante de raideur du ressort
 h = coefficient de frottement

Exercice 3 : (4 points)

On dispose de trois dipôles (D_1), (D_2) et (D_3) dont l'un est un condensateur de capacité $C = 1,06 \mu\text{F}$, les deux autres étant des résistors de résistances R et R' . Pour identifier ces trois dipôles, on réalise le montage de la figure 5 qui comprend :

- les trois dipôles précédents.
 - un générateur délivrant une tension $u_e(t) = 6 \sin(100 \pi t)$ où la valeur de u_e est en volt et t en seconde.
 - un amplificateur opérationnel supposé idéal et polarisé ($\pm 15 \text{ V}$) symétriquement.
 - deux interrupteurs (K_1) et (K_2).
- Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser les tensions d'entrée $u_e(t)$ et de sortie $u_s(t)$.

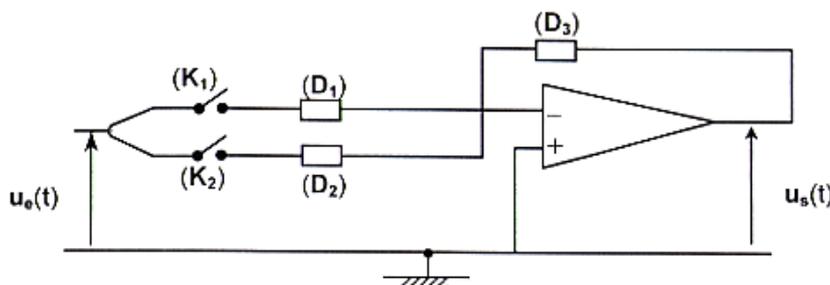


Figure 5

- 1) On ferme (K_2) en laissant (K_1) ouvert. Les signaux recueillis sur l'écran de l'oscilloscope permettent d'écrire pour la tension de sortie: $u_s(t) = 3 \sin(100 \pi t - \frac{\pi}{2})$ où la valeur de u_s est en volt et t en seconde.
 - a – Montrer qu'il s'agit d'un montage dérivateur et que (D_2) est un condensateur et (D_3) un résistor.
 - b – Déterminer la valeur de la résistance R du résistor (D_3).
- 2) On ferme (K_1) en laissant (K_2) ouvert. Les signaux recueillis sur l'écran de l'oscilloscope sont ceux de la figure 6. Les sensibilités des 2 voies de l'oscilloscope sont les mêmes.
 - a – En exploitant les oscillogrammes de la figure 6, montrer que $u_s(t) = -9 \sin(100 \pi t)$, la valeur de u_s étant en volt et t en seconde.
 - b – Déduire la nature du montage ainsi réalisé.
 - c – Quelle est la nature du dipôle (D_1).
 - d – Exprimer $u_s(t)$, en fonction de R , R' et $u_e(t)$.
 Déduire la valeur de la grandeur caractéristique du dipôle (D_1).

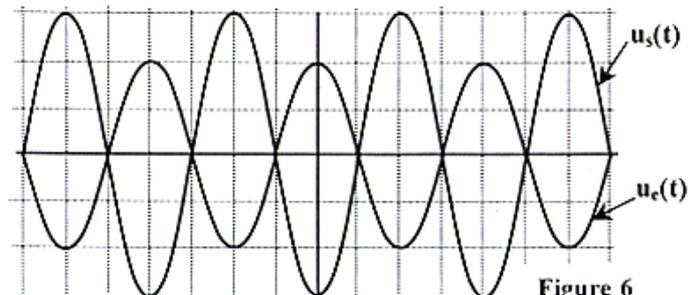


Figure 6

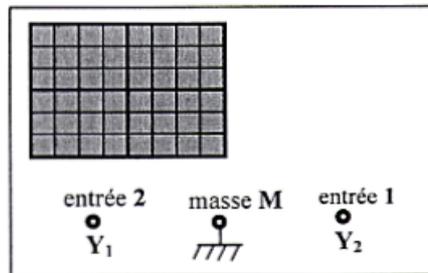
Section : N° d'inscription : Série :
Nom et prénom :
Date et lieu de naissance :

Signature des
Surveillants
.....
.....

✕

FEUILLE A RENDRE

Figure-3



Oscilloscope

