

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.

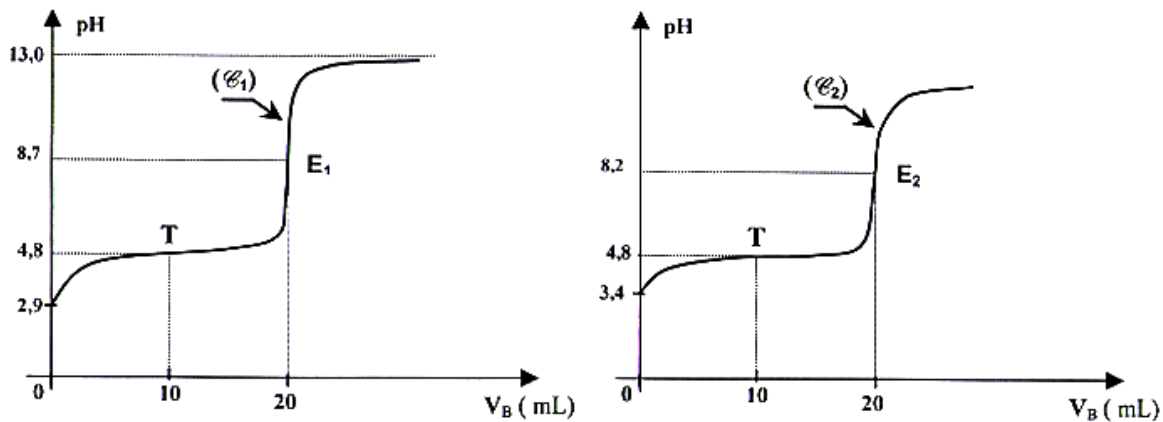


Figure 1

- 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  $\alpha$  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  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$  de l'acide utilisé, respectivement dans les solutions  $(S_1)$  et  $(S_2)$ .

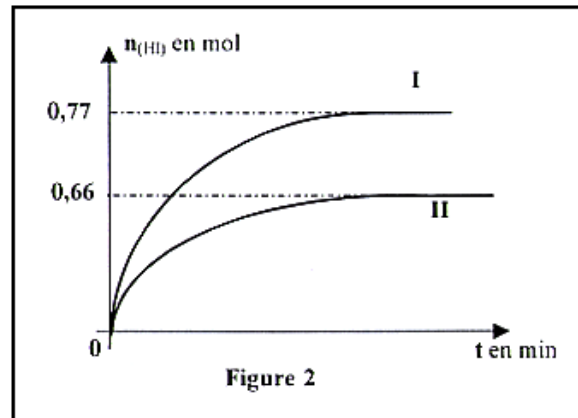
b – En déduire l'effet de la dilution sur l'ionisation d'un acide faible.

### Exercice 2 : ( 3 points )

Dans un récipient de volume  $V$ , initialement vide, on introduit à  $t = 0$ , à une température  $\theta_1$ , 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  $t$ .

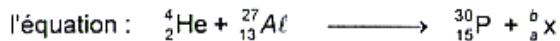
- 1) a – Ecrire l'équation de la réaction étudiée en prenant comme coefficient stœchiométrique 1 pour  $H_2$ .  
 b – Quelle est la composition du mélange à l'équilibre à la température  $\theta_1$  ?  
 c – Exprimer puis calculer la constante d'équilibre  $K_{\theta_1}$  à la température  $\theta_1$ .
- 2) On étudie cette même réaction à une température  $\theta_2$  supérieure à  $\theta_1$ , on obtient la courbe (II) de la **figure 2**.  
 a – Calculer la nouvelle valeur de la constante d'équilibre  $K_{\theta_2}$ .  
 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  $\alpha$  ( ${}^4_2He$ ). 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  $\beta^+$  ( ${}^0_{+1}e$ ) 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  $\beta^+$  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  $E_L = 248,91\text{ MeV}$  :

- Calculer en MeV, l'énergie de liaison du noyau  $^{30}_{15}\text{P}$ .
- 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 ?
- 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 ( $\beta^+$ )
symbole	$^1_1\text{p}$	$^1_0\text{n}$	$^0_{-1}\text{e}$	$^0_{+1}\text{e}$

### 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  $u_2(t)$ .

- 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.
- 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 :

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

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

- 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  $U_{2m}$ .
- Montrer que l'on est à la résonance d'intensité.
- 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.

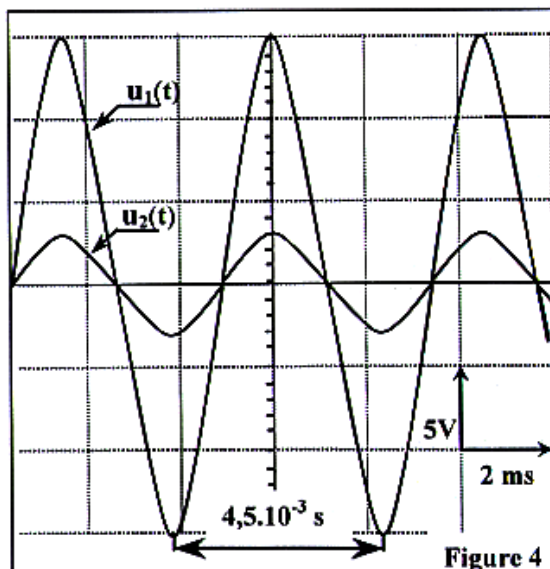


Figure 4

- 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  $u_s(t)$ .

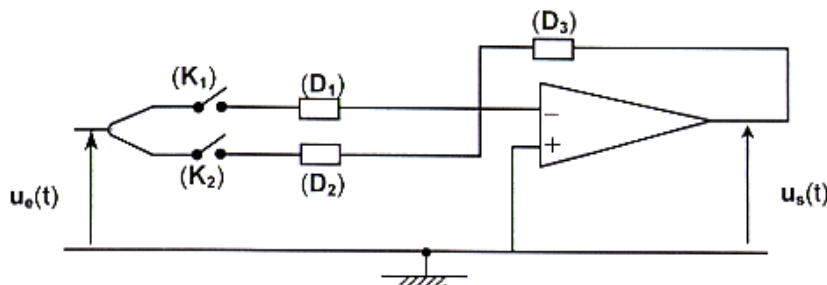


Figure 5

- 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 ( $D_1$ ).

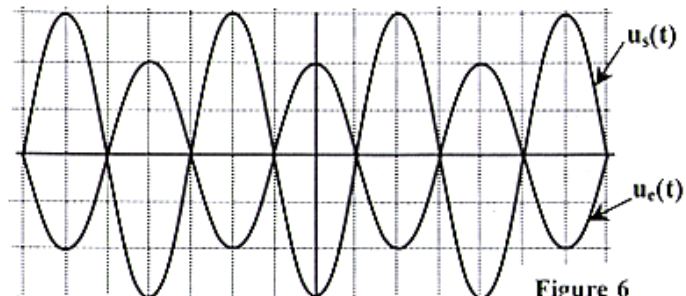


Figure 6

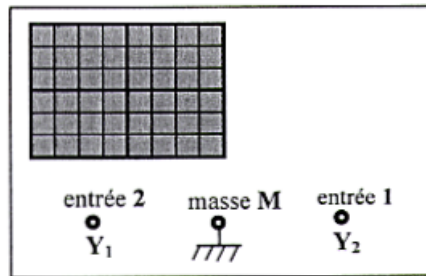
Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....  
Nom et prénom : .....  
Date et lieu de naissance : .....

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

✕

### FEUILLE A RENDRE

Figure-3



Oscilloscope

