



Concours de réorientation

Epreuve de sciences physiques

Durée : 2 heures

Session : 2021

Le sujet comporte deux exercices de chimie et deux exercices de physique, repartis sur quatre pages numérotées de 1/4 à 4/4.

Partie de chimie (9 points)

Exercice 1 (5,25 points)

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

On considère deux solutions aqueuses S_1 et S_2 de deux monobases B_1 et B_2 de concentrations molaires respectives C_1 et C_2 . On dilue 10 fois les solutions S_1 et S_2 et on obtient respectivement les solutions S'_1 et S'_2 . On mesure, à l'aide d'un pH-mètre, le pH de chacune de quatre solutions. Les valeurs sont consignées dans le tableau suivant :

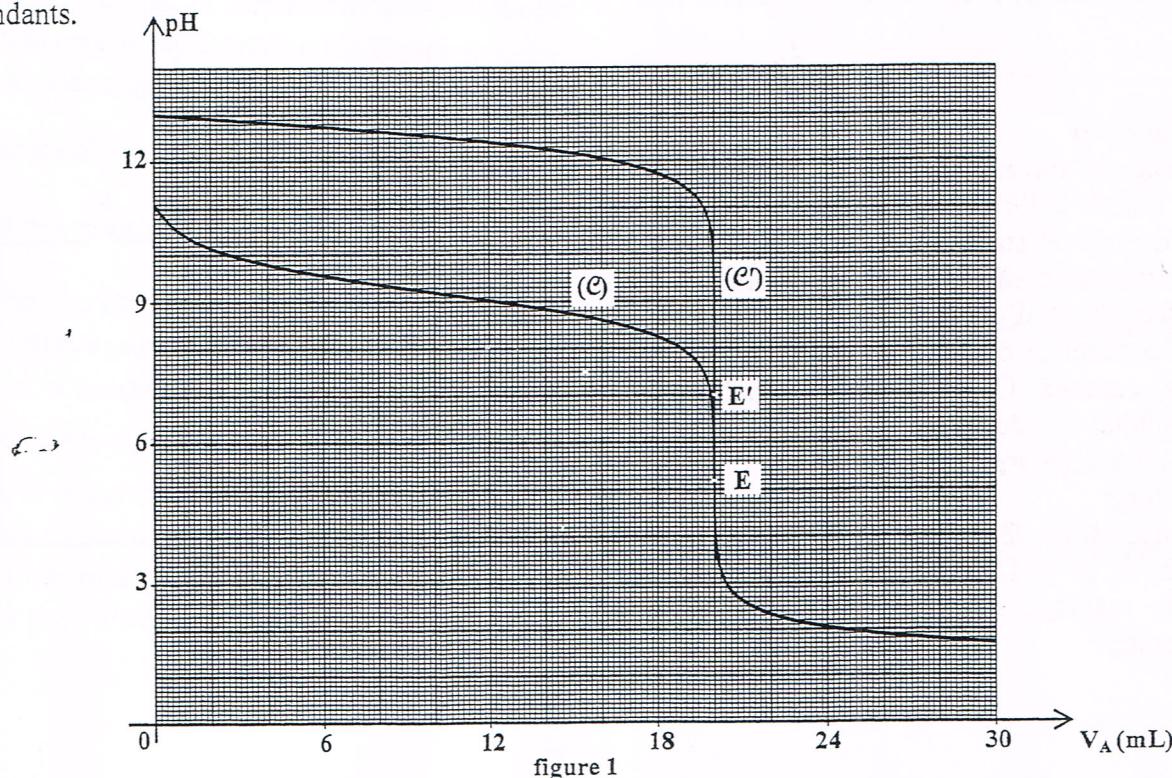
Solution	S_1	S_2	S'_1	S'_2
pH	13,0	11,1	12,0	10,6

1- Décrire succinctement le mode opératoire à suivre pour réaliser la dilution considérée.

2- En exploitant les données du tableau :

- a- montrer que B_1 est une base forte alors que B_2 est une base faible ;
- b- déterminer la concentration molaire C_1 de la solution S_1 .

3- A l'aide d'une solution aqueuse S_A d'acide chlorhydrique ($H_3O^+ + Cl^-$) de concentration molaire C_A , on effectue séparément le dosage d'un volume $V_B = 20 \text{ mL}$ de chacune des solutions précédentes S_1 et S_2 . Dans chacun de ces deux dosages, on suit, à l'aide du pH mètre, l'évolution du pH du mélange réactionnel en fonction du volume ajouté V_A de la solution acide S_A . On trace les courbes (C) et (C') de la figure 1 traduisant $pH = f(V_A)$, sur lesquelles sont représentés les points d'équivalence acido-basique E et E' respectifs correspondants.



- a- Ecrire l'équation de la réaction chimique correspondant à chaque dosage.
- b- Par exploitation des courbes (\mathcal{C}) et (\mathcal{C}') de la figure 1 :
- b₁- identifier la courbe qui correspond au dosage de la solution S_1 . Justifier ;
 - b₂- montrer que $C_2 = C_A = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$;
 - b₃- préciser le caractère (acide, basique, neutre) du mélange obtenu à l'équivalence dans chaque dosage ;
 - b₄- déterminer le pK_a du couple acide/base relatif à la base faible B_2 .
- 4- La base faible utilisée est l'ammoniac NH_3 .
- a- Ecrire l'équation de la réaction de l'ammoniac avec l'eau et préciser les couples acide-bases mis en jeu lors de cette réaction.
- b- Donner l'expression du taux d'avancement final τ_f relatif à cette réaction en fonction de pH , pK_a et C_2 .
- c- Calculer la valeur de τ_f avant et après la dilution. Conclure quant à l'effet de la dilution sur l'ionisation de l'ammoniac dans l'eau.

Exercice 2 (3,75 points)

- 1- On réalise, dans les conditions standards, une pile P_1 en plaçant à gauche la demi-pile normale à hydrogène et à droite la demi pile constituée par le couple Co^{2+}/Co . La mesure de la force électromotrice fem de cette pile donne $E_1 = -0,28 \text{ V}$.
- a- Faire un schéma clair et annoté de la pile P_1 .
- b- Déterminer la valeur du potentiel standard $E_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}}^0$ du couple Co^{2+}/Co .
- 2- On réalise maintenant une pile P_2 de symbole: $\text{Co}|\text{Co}^{2+}(0,1 \text{ mol.L}^{-1})||\text{Sn}^{2+}(0,01 \text{ mol.L}^{-1})|\text{Sn}$. La mesure de la valeur de la fem initiale de cette pile donne : $E_2 = 0,11 \text{ V}$.
- a- Ecrire l'équation chimique associée à cette pile.
- b- Préciser la polarité de la pile P_2 et écrire l'équation bilan de la réaction spontanée qui se produit lorsqu'on relie les deux bornes de cette pile à un conducteur ohmique.
- c- Déterminer la valeur du potentiel standard $E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^0$ du couple Sn^{2+}/Sn .
- 3- Après une certaine durée de fonctionnement, la pile P_2 cesse de débiter du courant dans le circuit extérieur. On suppose que durant le fonctionnement de cette pile, aucune de ses électrodes ne disparaît complètement et que les volumes des solutions dans ses deux compartiments restent constants et égaux.
- a- Calculer la constante d'équilibre K relative à l'équation chimique associée à la pile.
- b- Déduire alors les concentrations molaires en ions : Sn^{2+} et Co^{2+} à l'équilibre chimique.

Partie de physique (11 points)

Exercice 1 (6,75 points)

Lors d'une séance de travaux pratiques, on met à la disposition d'un groupe d'élèves, le matériel suivant: une pile (P) de fem E et de résistance interne r (qui peut être modélisée par l'association en série d'un générateur idéal de tension de fem E et d'un conducteur ohmique de résistance r), un conducteur ohmique de résistance R, un condensateur de capacité $C = 50 \mu\text{F}$ initialement déchargé, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, deux interrupteurs K_1 et K_2 et un oscilloscope à mémoire numérique.

Le but de la séance est de déterminer expérimentalement les valeurs de E, r, R et L. Pour ce faire, les élèves réalisent avec le montage de la figure 2, les deux expériences suivantes :

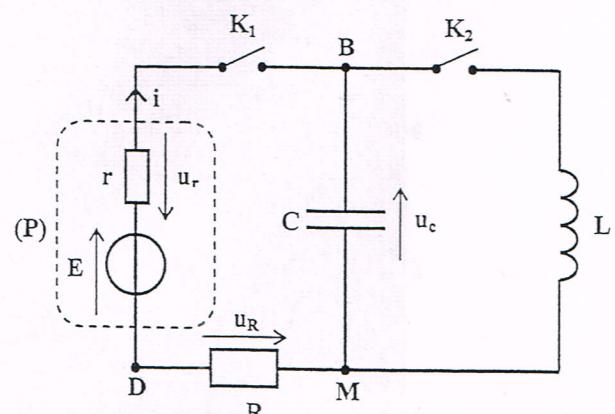


figure 2

Expérience 1 :

Afin d'enregistrer simultanément l'évolution temporelle de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique et de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur, les élèves relient la masse de l'oscilloscope et ses entrées Y_1 et Y_2 , respectivement, aux points M , B et D du circuit. Ensuite, ils appuient sur le bouton inversion de l'entrée Y_2 . À un instant pris comme origine des temps, ils ferment l'interrupteur K_1 (en maintenant K_2 ouvert). L'oscilloscope enregistre alors les courbes C_1 et C_2 de la figure 3.

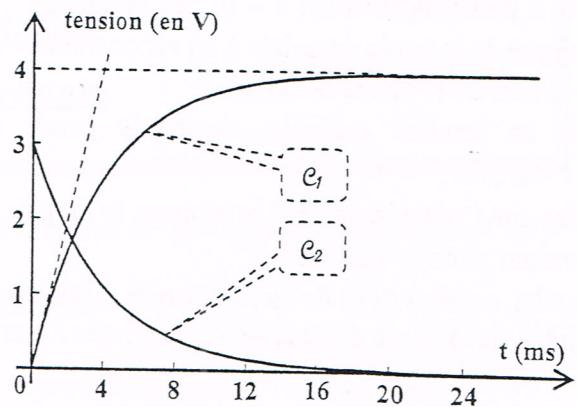


figure 3

L'équation différentielle régissant l'évolution, au cours du temps, de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur s'écrit: $\tau \cdot \frac{du_c(t)}{dt} + u_c(t) = E$; où τ est la constante de temps du circuit.

- 1- a- Justifier l'inversion faite sur l'entrée Y_2 de l'oscilloscope.
- b- Identifier, parmi les courbes C_1 et C_2 , celle qui correspond à l'évolution de la tension $u_c(t)$. Justifier.
- 2- En exploitant les courbes C_1 et C_2 , de la figure 3, déterminer:
 - a - la valeur de la fem E de la pile;
 - b - la valeur de la constante de temps τ .
- 3- Déterminer les valeurs de R et r .

Expérience 2 :

Une fois la première expérience réalisée (condensateur complètement chargé), on ouvre K_1 puis, à un instant pris comme origine des temps, on ferme K_2 . L'oscilloscope enregistre alors la courbe représentée sur la figure 4.

Les oscillations électriques enregistrées sont régies par

l'équation différentielle : $LC \frac{d^2u_c(t)}{dt^2} + u_c(t) = 0$; cette

équation admet une solution de la forme $u_c(t) = U_{c\max} \sin(\frac{2\pi}{T_0} t + \phi)$

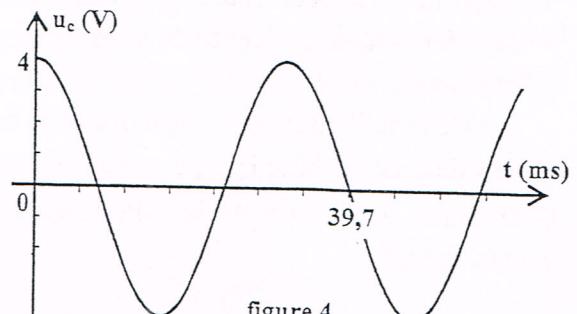


figure 4

- 1- Qualifier les oscillations enregistrées sur la figure 4 en choisissant un ou plusieurs adjectifs parmi : amorties ; libres ; apériodiques ; forcées ; non amorties.
- 2- En exploitant la courbe de la figure 4, déterminer les valeurs de $U_{c\max}$, T_0 et ϕ .
- 3- a- Montrer que la période propre T_0 des oscillations enregistrées s'exprime par : $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$
b- Déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.
- 4- a- Rappeler, en fonction de C , L , i et u_c , l'expression de l'énergie totale E emmagasinée dans le circuit ; i étant l'intensité du courant traversant le circuit à un instant t .
b- Montrer que l'énergie totale E se conserve. Calculer sa valeur.

Exercice 2 (4,25 points)

Une corde élastique, 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'amplitude a et de fréquence N . L'autre extrémité de la corde est reliée à un support fixe à travers une pelote de coton.

- 1- Indiquer le rôle de la pelote de coton.
- 2- Observée en lumière ordinaire, la corde paraît sous forme d'une bandelette rectangulaire floue de largeur $\ell = 8 \text{ mm}$.
 - a- Déduire que l'onde issue de S se propage le long de la corde sans amortissement.
 - b- Déterminer alors la valeur de a .
- 3- On donne les courbes C_1 et C_2 de la figure 5. L'une des deux courbes correspond au diagramme du mouvement d'un point A de la corde d'abscisse x_A , alors que l'autre représente l'aspect de la corde à un instant de date t_1 .

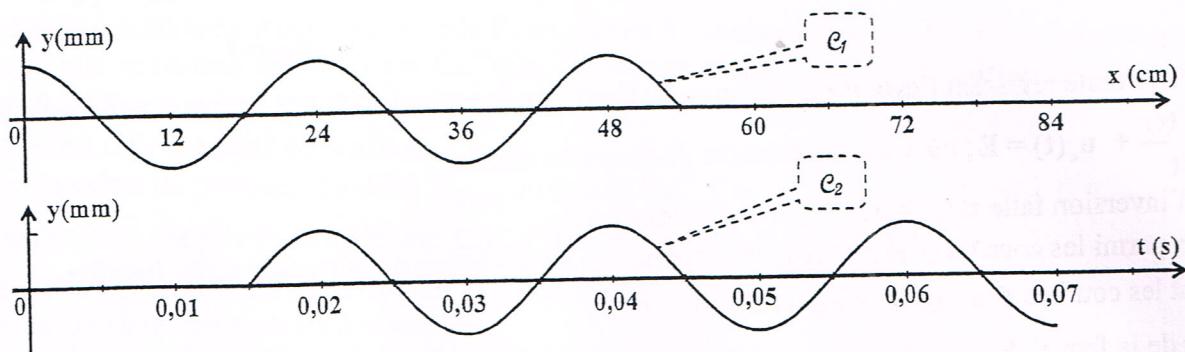


figure 5

- a- Identifier, parmi les courbes C_1 et C_2 , celle qui correspond à l'aspect de la corde.
- b- En exploitant ces deux courbes, déterminer :
 - la valeur de la fréquence N et la valeur de la longueur d'onde λ . En déduire celle de la vitesse v de l'onde ;
 - la valeur de l'abscisse x_A ainsi que celle de l'instant t_1 ;
 - la valeur de la phase initiale ϕ de la source S.
- c- Déterminer, à l'instant t_1 , les abscisses des points ayant la même élongation que le point A et une vitesse négative.