

Devoir n°4 de Sciences Physiques – 2 heures

Exercice n°1: Acide base en solution aqueuse (8 points)

L'objectif de cet exercice est l'étude de quelques propriétés de l'ammoniac, de l'hydroxylamine NH₂OH dissout dans l'eau et de déterminer la concentration de l'ammoniac dans un produit commercial à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique.

Données : toutes les mesures sont effectuées à 25°C.

- Le produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$
- La constante d'acidité du couple : NH₄⁺/NH₃ est K_{A1}
- La constante d'acidité du couple NH₃OH⁺/NH₂OH est K_{A2}

1. Etude de quelques propriétés d'une base dissoute dans l'eau

1.1. On considère une solution aqueuse d'une base B de concentration C. On note K_A la constante d'acidité du couple BH⁺/B et α le coefficient d'ionisation de sa réaction avec l'eau.

Montrer que :
$$K_A = \frac{K_e(1-\alpha)}{C \cdot \alpha^2}$$

1.2. On mesure le pH₁ d'une solution S₁ d'ammoniac NH₃ de concentration C = 1,0.10⁻² mol.L⁻¹ et le pH₂ d'une solution S₂ d'hydroxylamine NH₂OH ayant la même concentration C ; On trouve alors pH₁=10,6 et pH₂ = 9,0. Calculer les coefficients d'ionisation α₁ et α₂ respectifs des réactions de NH₃ et de NH₂OH avec l'eau.

1.3. Calculer la valeur de chacune des constantes pK_{A1} et pK_{A2}.

2. Dosage acide-base d'une solution diluée d'ammoniac.

Pour déterminer la concentration C_B d'une solution commerciale concentrée d'ammoniac, on procède par dosage acido-basique. On prépare par dilution une solution S de concentration $C' = \frac{C_B}{1000}$. On réalise le dosage pH- métrique d'un volume V = 20 mL de la solution S à l'aide d'une solution S_A d'acide chlorhydrique (H₃O⁺+ Cl⁻) de concentration C_A = 0,015 mol.L⁻¹.

On mesure le pH du mélange après chaque addition d'un volume d'acide ; les résultats obtenus permettent de tracer la courbe de dosage pH = f(V_A) (**fig 1 en annexe**). On atteint l'équivalence lorsqu'on ajoute le volume V_{AE} de la solution S_A.

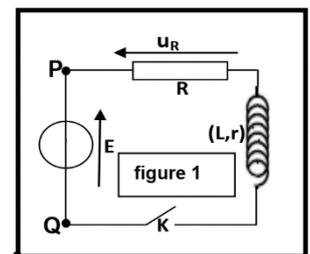
- 2.1. Ecrire l'équation de la réaction du dosage.
- 2.2. Déterminer le volume V_{AE} En déduire C' et C_B.
- 2.3. En utilisant la valeur du pH correspondant à l'addition de 9 mL d'acide chlorhydrique,
 - 2.3.1. calculer les concentrations des différentes espèces en solution dans le mélange réactionnel.
 - 2.3.2. Retrouver la valeur du pK_A du couple NH₄⁺/NH₃.

2.4. Parmi les indicateurs colorés indiqués dans le tableau ci-dessous, choisir celui qui conviendra le mieux à ce dosage.

Indicateur coloré	Zone de virage
Phénolphtaléine	8,2 -- 10
Rouge de chlorophénol	5,2 -- 6,8
Hélianthine	3,1 -- 4,4

Exercice n°2 : Réponse d'un dipôle RL à un échelon montant de la tension (6 points)

Pour déterminer les deux grandeurs caractéristiques d'une bobine (l'inductance L et la résistance r) les élèves ont réalisé le montage de la figure 1 et ils ont visualisé à l'aide d'un oscilloscope à mémoire les variations de la tension u_R(t) entre les bornes du conducteur ohmique de résistance R=100Ω et les variations de la tension u_{PQ}(t) entre les bornes du générateur de force électromotrice E, ils ont obtenu les deux courbes (1) et (2) de la figure 2.

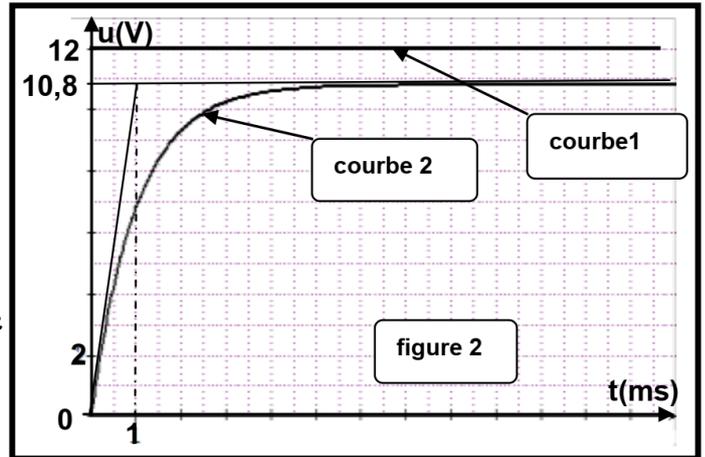


1) Recopier le montage et montrer comment brancher l'oscilloscope pour visualiser les deux tensions.



- 2) Montrer que la courbe (2) représente les variations de $u_R(t)$.
- 3) Déterminer graphiquement :
 - la valeur de la force électromotrice E du générateur.
 - la tension maximale u_{Rmax} entre les bornes du conducteur ohmique au régime permanent.
 - la constante de temps τ du circuit.
- 4) Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution du courant en fonction du temps.
- 5) Montrer que l'expression de r s'écrit :

$$r = R \left(\frac{E}{u_{Rmax}} - 1 \right)$$
. Calculer r .
- 6) Vérifier que la valeur de l'inductance est :
 $L = 111 \text{ mH}$
- 7) Calculer l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine à la date $t = 2,5 \text{ ms}$.



Exercice n°3 : Séparation des isotopes d'un élément chimique (6 points)

La spectrométrie de masse est une technique de détection extrêmement sensible. A l'origine, elle servait à détecter les différents isotopes d'un élément chimique, mais actuellement elle est utilisée pour étudier la structure des espèces chimiques.

On veut séparer les deux isotopes du zinc $^{68}\text{Zn}^{2+}$ et $^{A}\text{Zn}^{2+}$ à l'aide d'un spectrographe de masse. La chambre d'ionisation produit les ions $^{68}\text{Zn}^{2+}$ et $^{A}\text{Zn}^{2+}$ de masse respective m_1 et m_2 . Ces ions sont accélérés dans le vide entre deux plaques métalliques parallèles (P_1) et (P_2) à l'aide d'une tension constante de valeur $U = 1,00 \cdot 10^3 \text{ V}$, figure (1).

On suppose que les ions quittent la chambre d'ionisation en P_1 sans vitesse initiale. On néglige le poids des ions devant les autres forces.

Données : la charge élémentaire $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

La masse d'un proton est égale à la masse d'un neutron : $m_p = m_n = m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

- 1) Quelle est la plaque qui doit être portée au potentiel le plus élevé ?
- 2) Montrer que les deux ions $^{68}\text{Zn}^{2+}$ et $^{A}\text{Zn}^{2+}$ possèdent la même énergie cinétique au point O.
- 3) Exprimer la vitesse v_1 de l'ion $^{68}\text{Zn}^{2+}$ au point O en fonction de U , e et m . En déduire l'expression de la vitesse v_2 de l'ion $^{A}\text{Zn}^{2+}$ au même point O en fonction de v_1 et A .
- 4) A l'instant $t = 0$, les ions $^{68}\text{Zn}^{2+}$ et $^{A}\text{Zn}^{2+}$ pénètrent ensuite dans une région où règne un champ magnétique uniforme \vec{B} orthogonal au plan de la figure d'intensité $B = 0,10 \text{ T}$. Ces ions $^{68}\text{Zn}^{2+}$ et $^{A}\text{Zn}^{2+}$ sont déviés et heurtent la plaque photographique respectivement aux points C et C'.
 - a) Indiquer sur un schéma le sens du vecteur \vec{B} . Justifier la réponse.
 - b) Montrer que le mouvement des ions Zn^{2+} a lieu dans le plan (O, x, y)
 - c) Déterminer la nature du mouvement des ions Zn^{2+} dans le champ \vec{B} .
 - d) On donne $CC' = 8,00 \text{ mm}$. Déduire la valeur de A .

