

Composition du 2nd semestre – Sciences Physiques – 4 heures

Exercice n°1 (4 points)

Au cours d'une séance de travaux pratiques, un professeur de physique-chimie demande à deux groupes d'élèves de déterminer de deux manières différentes, le pK_A du couple acide/base ion ammonium/ammoniac NH_4^+/NH_3

Première méthode

Le premier groupe dose par pH-métrie un volume $V_b = 10$ mL d'une solution d'ammoniac de concentration molaire volumique C_b inconnue, par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 10^{-1}$ mol.L⁻¹.

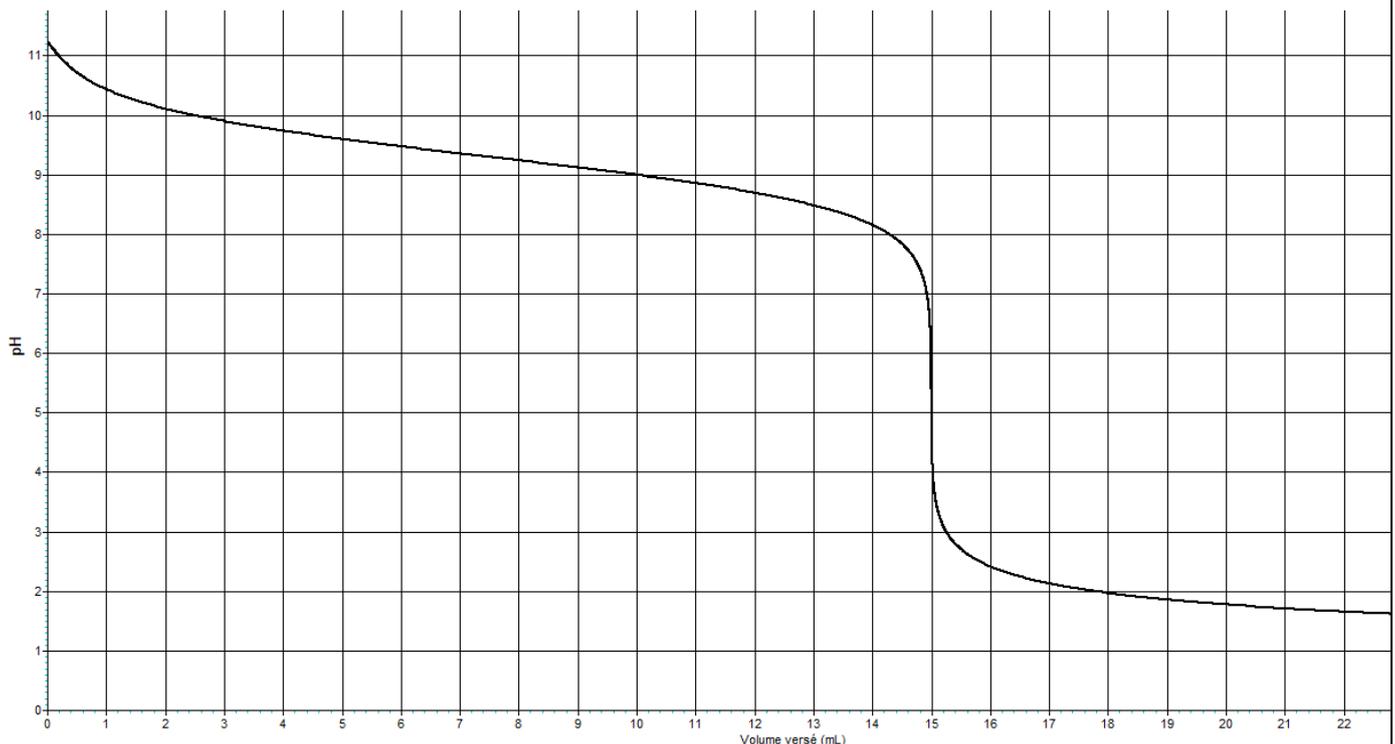
1. Faire un schéma annoté du dispositif expérimental.
2. Écrire l'équation-bilan de la réaction de dosage.
3. Donner les caractéristiques de cette réaction.
4. La courbe tracée par le groupe d'élèves figure sur ci-contre. Déterminer :
 - 4.1. les coordonnées du point d'équivalence E ;
 - 4.2. la concentration C_b de la solution d'ammoniac;
 - 4.3. le pK_A du couple (NH_4^+ / NH_3) avec une précision de $\frac{1}{10}$

Deuxième méthode

Le deuxième groupe dissout du chlorure d'ammonium NH_4Cl solide de masse m dans un volume $V = 500$ mL d'eau distillée. La concentration de la solution obtenue est $C = 5 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹. La mesure du pH donne 5,3.

1. Calculer la masse m de chlorure d'ammonium dissoute.
2. Écrire:
 - 2.1. l'équation de dissociation du chlorure d'ammonium dans l'eau ;
 - 2.2. l'équation de la réaction de l'ion NH_4^+ avec l'eau.
3. Faire l'inventaire des espèces chimiques dans la solution de chlorure d'ammonium.
4. Calculer les concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution.
5. Déterminer le pK_A du couple NH_4^+/NH_3 avec une précision de $\frac{1}{10}$

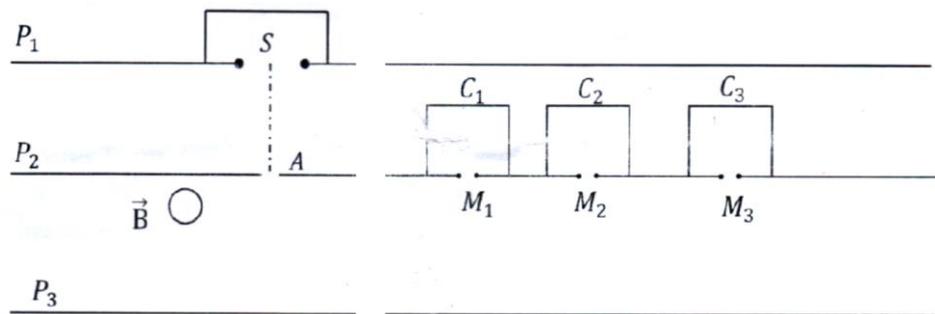
Données: Masses molaires atomiques en g. mol⁻¹ : N : 14 ; H : 1 ; Cl : 35,5.



- 1.2. Déterminer l'expression de la vitesse V_M du solide en M en fonction de V_A , g , r et θ . Faire l'application numérique.
- 1.3. Déterminer l'expression scalaire R de la réaction \vec{R} de la piste sur le solide en M en fonction de g , θ , m , V_A et r . Calculer la valeur de R.
2. Le solide quitte la piste en M avec une vitesse $V_M = 3,84 \text{ m.s}^{-1}$.
 - 2.1. Déterminer l'équation de sa trajectoire dans le repère (M, \vec{i}, \vec{j}) indiqué sur la figure.
 - 2.2. À quelle distance d de D sur l'horizontale ADE tombera-t-il ?
3. En réalité, sur le tronçon ABC existent des forces de frottement qui équivalent à une force unique \vec{f} d'intensité constante f . Le solide arrive en C avec une vitesse $V_C = 0,75 \text{ m.s}^{-1}$. Déterminer l'expression de f en fonction de V_A , V_C , g , r , m et α . Calculer la valeur de f .

Exercice n°4 (4 points)

Dans tout l'exercice, on supposera que le poids d'un ion est négligeable devant les autres forces. Des atomes de magnésium sont ionisés dans une chambre d'ionisation S. Il se forme trois types d'ions magnésium $^{24}\text{Mg}^{2+}$, $^x\text{Mg}^{2+}$ et $^y\text{Mg}^{2+}$ de masses respectives m_1 , m_2 et m_3 . Les plaques P_1 et P_2 sont respectivement aux potentiels V_1 et V_2 . Entre P_1 et P_2 règne un champ électrostatique uniforme \vec{E}_0 . Les ions sont accélérés par une tension $U_0 = V_1 - V_2$. Ils pénètrent par le point A dans une chambre de séparation où ils sont soumis à un champ magnétique \vec{B} uniforme. Le champ \vec{B} est perpendiculaire au vecteur-vitesse des ions à la sortie du champ électrostatique \vec{E}_0 . Ces ions sont recueillis dans les collecteurs C_1 , C_2 et C_3 (voir figure ci-dessous).



1. **Étude du mouvement des ions dans le champ électrostatique \vec{E}_0 .**
 - 1.1. Reprendre le schéma sans les collecteurs (C_1 , C_2 et C_3) et représenter entre les plaques P_1 et P_2 :
 - 1.1.1. la force électrostatique \vec{F}_0 qui s'applique sur un ion ;
 - 1.1.2. le champ électrostatique accélérateur \vec{E}_0 . Justifier le sens de \vec{E}_0 .
 - 1.2. Déterminer le signe de la tension U_0 .
 - 1.3. Montrer que les trois types d'ions formés ont la même énergie cinétique au point A.
 - 1.4. Déterminer la vitesse v_1 acquise au point A par l'ion $^{24}\text{Mg}^{2+}$ en appliquant le théorème de l'énergie cinétique.

Données :

$$|U_0| = 2.10^2 \text{ V}; e = 1,6.10^{-19} \text{ C}; 1u = 1,67.10^{-27} \text{ kg}; m_1 = 24u; m_2 = xu \text{ et } m_3 = yu.$$

2. **Étude du mouvement des ions dans le champ magnétique \vec{B} .**
 - 2.1. Indiquer sur le même schéma (question 1.1) le sens du vecteur-champ magnétique \vec{B} pour que les ions atteignent les collecteurs.
 - 2.2. Montrer que le mouvement d'un ion est uniforme et circulaire.
3. **Identification des isotopes**
 On désignera par R_1 , R_2 et R_3 les rayons respectifs des trajectoires des ions $^{24}\text{Mg}^{2+}$, $^x\text{Mg}^{2+}$ et $^y\text{Mg}^{2+}$.
 - 3.1. Exprimer le rayon R_1 , en fonction de B , e , u et U_0 .
 - 3.2. En déduire les expressions de R_2 et R_3 .

- 3.3. Calculer R. Donnée : $B = 4 \cdot 10^{-2}$ T.
 3.4. Exprimer R_2 et R_3 en fonction de R_1 , x et y.
 3.5. On désigne par AM_1 , AM_2 et AM_3 les diamètres respectifs des trajectoires des ions $^{24}\text{Mg}^{2+}$, $^x\text{Mg}^{2+}$ et $^y\text{Mg}^{2+}$. Calculer x et y.
 Données : $d = M_1M_2 = 7,3$ mm et $d' = M_1M_3 = 14,4$ mm.

4. Extraction d'un isotope par le filtre de Wien.

Dans la chambre où existe le champ magnétique \vec{B} , on place un autre champ électrostatique uniforme \vec{E} , de sorte que la trajectoire des ions de masse m_1 soit rectiligne.

- 4.1. Représenter le vecteur champ \vec{E} sur le schéma de la question 1.1.
 4.2. Calculer sa valeur E.
 4.3. Les valeurs des forces magnétiques agissant sur les ions de masses m_1 , m_2 et m_3 sont respectivement f_1 , f_2 et f_3 avec $f_1 > f_2 > f_3$. Placer qualitativement sur la plaque P₃ du même schéma, les points I₁, I₂ et I₃, impacts des ions.

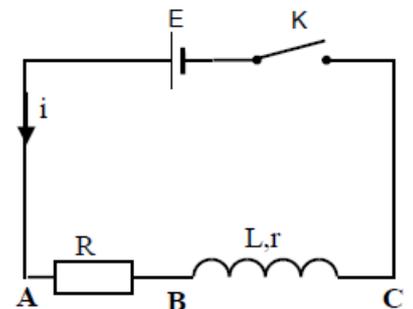
Exercice n°5 (4 points)

Le circuit électrique de la figure ci-contre comprend :

- Un générateur de tension, de f.e.m E
- Une bobine d'inductance L et de résistance r.
- Un résistor de résistance R.

A l'instant $t=0$ on ferme l'interrupteur K.

1. Etablir l'équation différentielle relative à $i(t)$.
 2.



- 2.1. Vérifier que l'expression de la solution de cette équation différentielle peut se mettre sous la forme $i(t) = A + B e^{-\alpha t}$ où A, $B \neq 0$ et α sont des constantes à exprimer en fonction des paramètres du circuit.
 2.2. En déduire les expressions des tensions $u_{AB}(t)$ et $u_{BC}(t)$.
 2.3. On donne ci-contre les courbes $u_{AB}(t)$ et $u_{BC}(t)$. Associer à chaque courbe la tension qui lui correspond. Justifier

- 2.4. Quel est le phénomène responsable du retard à l'établissement du courant dans le circuit ?
 2.5. Quel est l'élément du circuit responsable de ce phénomène ?

3.
 3.1. Déterminer les valeurs de la résistance r et de la f.é.m. E du générateur sachant que $R=10\Omega$.
 3.2. Déterminer graphiquement la constante de temps τ et en déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

