

**Composition du 2<sup>nd</sup> 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<sup>-1</sup>.

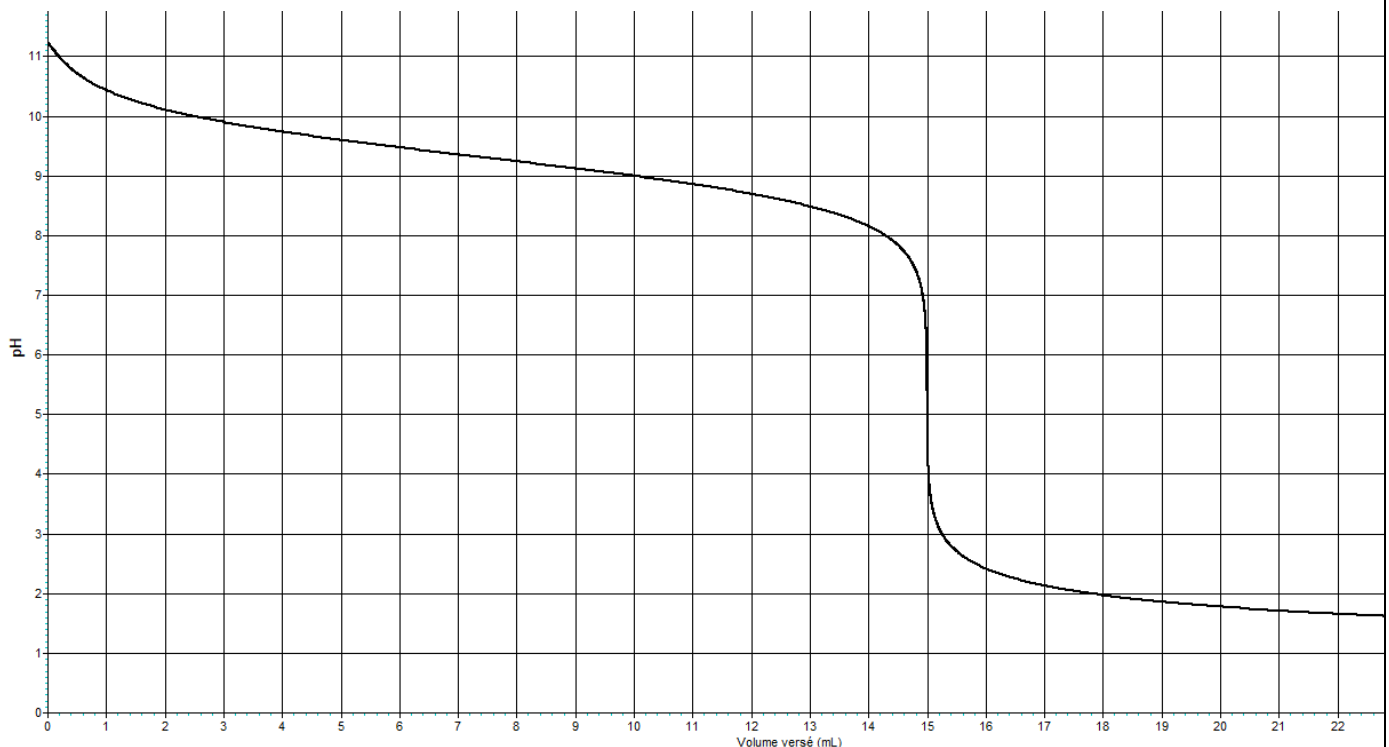
1. Faire un schéma annoté du dispositif expérimental.
2. Écrire l'équation-bilan de la réaction de dosage.
3. Donner les caractéristiques de cette réaction.
4. La courbe tracée par le groupe d'élèves figure sur ci-contre. Déterminer :
  - 4.1. les coordonnées du point d'équivalence E ;
  - 4.2. la concentration  $C_b$  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<sup>-1</sup>. 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  $\frac{1}{10}$

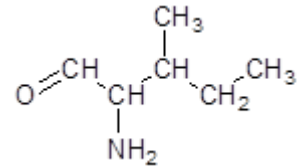
Données: Masses molaires atomiques en g. mol<sup>-1</sup> : N : 14 ; H : 1 ; Cl : 35,5.



**Exercice n°2 (4 points)**

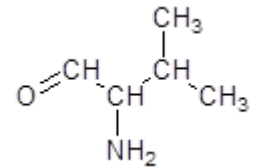
Le besoin en acides aminés est fortement accru durant un programme sportif intense afin de reconstruire les protéines organiques dégradées aux cours des efforts pour fournir de l'énergie à l'organisme. Les acides aminés sont les unités structurales de base des protéines. Ils sont comme des briques, qui une fois superposées les unes aux autres forment les protéines.

1) L'isoleucine (Ile) a pour formule semi-développée :

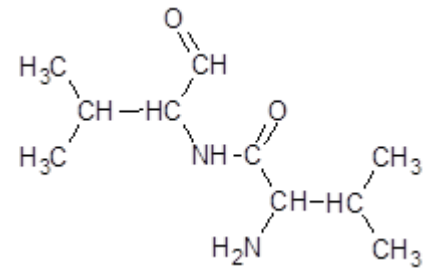


- Recopier la formule semi-développée de l'isoleucine. Entourer et nommer les groupes présents sur cette molécule.
- Justifier que l'isoleucine appartient à la famille des acides α-aminés et donner son nom dans la nomenclature systématique.

2) La valine (Val) a pour formule semi-développée :



- Recopier la formule de la valine et repérer la position de l'atome de carbone asymétrique par un astérisque (\*).
  - La valine est-elle chirale ? Justifier la réponse.
  - Représenter la configuration L de la valine en représentation de Fischer.
- 3) La réaction de condensation entre deux acides α-aminés donne des dipeptides. Soit le dipeptide (1) de formule semi-développée suivante :



- Choisir parmi les propositions ci-dessous, en utilisant les abréviations des noms des acides α-aminés, celle qui correspond au nom du dipeptide (1) :  
 Réponse a : Ile-Ile                      Réponse b : Val-Val  
 Réponse c : Ile-Val
  - Écrire l'équation de la réaction de condensation conduisant à la formation du dipeptide (1) et encadrer la liaison peptidique.
  - Combien de dipeptides différents aurait-on pu obtenir à partir d'un mélange équimolaire de valine (Val) et d'isoleucine (Ile)
- 4) L'isoleucine possède deux pK<sub>a</sub> : pK<sub>a1</sub>=2,4 et pK<sub>a2</sub>=9,7. Comment expliquer cette propriété ?
- 5) Exprimer puis calculer le pH d'isoélectrique d'une solution d'isoleucine.

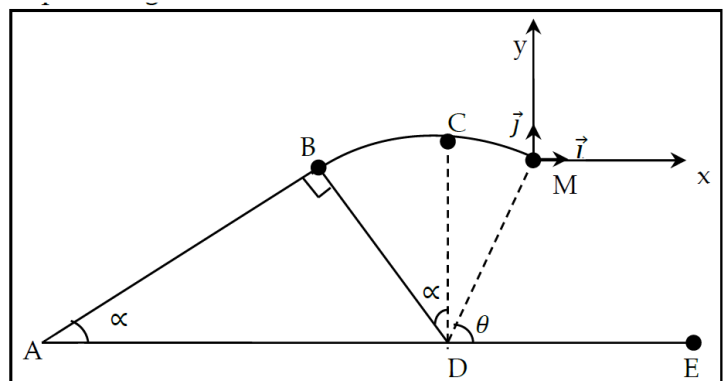
**Exercice n°3 (4 points)**

Une piste ABCM est formée de deux parties AB et BM

- AB est une partie rectiligne de longueur  $AB = l$ . Elle fait un angle  $\alpha = 30^\circ$  avec l'horizontale ADE
- BM est une portion de cercle de rayon  $r = 2,5 \text{ m}$
- (CD) est perpendiculaire à (AD)
- On prendra  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  et  $\theta = 80^\circ$

Un solide ponctuel de masse  $m = 400 \text{ g}$  est propulsé du point A avec une vitesse  $V_A = 8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

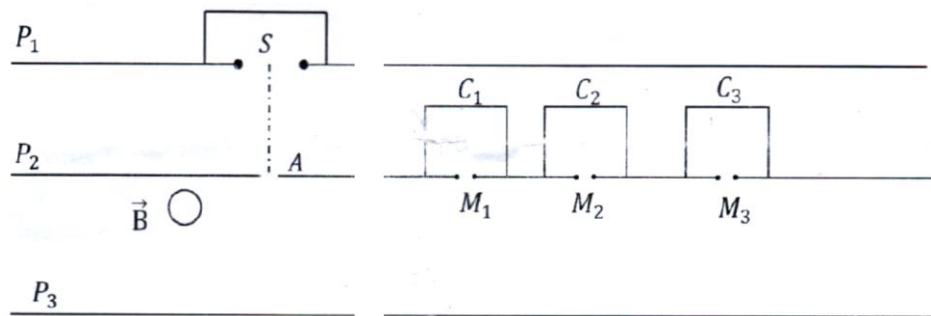
- On suppose que les frottements sont négligeables sur la piste ABCM.
  - Déterminer les expressions des vitesses du solide en B et en C en fonction de  $\alpha$ ,  $g$ ,  $V_A$  et  $r$ . Calculer les valeurs de ces vitesses  $V_B$  et  $V_C$ .



- 1.2. Déterminer l'expression de la vitesse  $V_M$  du solide en M en fonction de  $V_A$ ,  $g$ ,  $r$  et  $\theta$ . 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  $g$ ,  $\theta$ ,  $m$ ,  $V_A$  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  $\alpha$ . 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 P<sub>3</sub> du même schéma, les points I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub> et I<sub>3</sub>, impacts des ions.

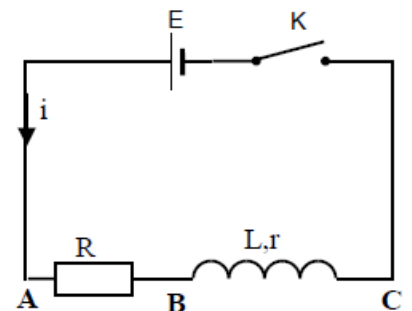
#### Exercice n°5 (4 points)

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  $\alpha$  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  $\tau$  et en déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

