

DEVOIR N°1/2nd SEMESTRE

SAMEDI LE 23 MARS 2019

DUREE : 04 HEURES

Exercice n°1 :

PARTIE I : étude d'un DOCUMENT scientifique

Le but d'un dosage est de déterminer la quantité de matière contenue dans un échantillon. Il existe de nombreuses méthodes physico-chimiques d'analyse qui consistent à mesurer une propriété physique spécifique à l'espèce analysée, propriété dont la valeur dépend de la quantité de l'espèce. Parmi celles ci on peut citer le dosage conductimétrique, les dosages colorimétriques comme la manganimétrie ou l'iodimétrie qui sont dites dosages volumétriques où la concentration d'une solution inconnue est déduite de la mesure d'un certain volume d'une autre solution de concentration connue.

Appelons A l'espèce chimique dont on recherche la teneur dans une solution de concentration inconnue C_A . Lors d'un dosage volumétrique, pour déterminer C_A , on provoque une réaction chimique entre le composé A et un autre composé B : cette réaction doit être totale, instantanée et spécifique, uniquement, de deux entités provenant l'une de A et l'autre de B. En pratique, on introduit progressivement des quantités croissantes d'une solution du composé B de concentration C_B connue, dans un volume V_A connu de la solution de A, cela jusqu'à ce que toutes les molécules de A soient consommées. Lorsque la quantité de B versée correspond exactement à ce qu'il fallait introduire pour que toutes les molécules de A aient disparu, on dit que l'on a atteint l'équivalence du dosage. Le volume de solution de B versé pour atteindre l'équivalence, $V_{B.E}$ s'appelle le volume équivalent. La concentration C_A se déduit alors de la relation de bilan associée à la réaction du dosage.

1- En se référant au texte donner les définitions :

- a- du dosage volumétrique ;
- b- l'équivalence du dosage ;
- c- le volume équivalent.

2- Nommer les techniques de dosage citées dans ce texte.

3- Citer les caractères que doit avoir une réaction de dosage volumétrique ?

4- Si A est un monoacide fort $A'H$ et si B est une monobase forte B' .

- a- Écrire l'équation, simplifiée, de la réaction du dosage.
- b- Exprimer C_A en fonction de C_B , $V_{B.E}$ et V_A .

PARTIE II : APPLICATION

1. Un flacon d'acide chlorhydrique commercial porte les indications suivantes :

- Formule chimique HCl
- Masse molaire $M=36,5 \text{ g.mol}^{-1}$
- Masse volumique $\rho = 1190 \text{ kg.m}^{-3}$
- Pourcentage en masse pur : $P = 46$

a) Calculer la concentration de la solution commerciale.

b) On prélève un volume $V_0 = 4,2 \text{ mL}$ de la solution commerciale que l'on verse dans une fiole jaugée de 500 mL et on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Calculer la concentration molaire C de la solution préparée.

2. On réalise maintenant le mélange $V_1=20 \text{ mL}$ d'acide nitrique de concentration molaire $C_1 = 3.10^{-2} \text{ mol/L}$ et $V_2 = 30 \text{ mL}$ d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire inconnue C_2 . Le pH du mélange est 1,8.

- a) Donner les espèces chimiques dans le mélange et calculer leur concentration molaire.
- b) Déterminer la valeur de C_2 .

3. Au mélange précédent, on ajoute un volume $V_B = 50 \text{ mL}$ d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 4.10^{-2} \text{ mol/L}$.
- Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans le mélange.
 - Quel est le pH du mélange.
 - Quel est le volume de la solution d'hydroxyde de sodium qu'on doit ajouter au mélange précédent pour atteindre l'équivalence.

Exercice n°2 :

Le potassium naturel est un mélange de deux isotopes ^{39}K et ^xK . L'isotope ^{39}K est plus abondant. On se propose de déterminer le nombre de masse x du deuxième isotope ainsi que le pourcentage de chacun des isotopes dans le potassium naturel.

On utilise pour cela un spectographe de masse (voir figure) comportant essentiellement trois zones.

- Dans la zone (1) un échantillon de potassium est vaporisé et ionisé sous forme d'ion $^{39}\text{K}^+$ et $^x\text{K}^+$
- Dans la zone (2) les ions sont accélérés par un champ électrique \vec{E} .
- Dans la zone (3) les ions sont déviés par un champ magnétique \vec{B} (perpendiculaire au plan de la figure) pour atteindre un écran luminescent.

Un vide poussé a été fait dans les trois zones. Le poids des ions est négligeable par rapport aux autres forces. On assimilera la masse d'un ion à la somme des masses des nucléons de son noyau. Ainsi la masse d'un ion $^{39}\text{K}^+$ est $m = 39 m_0$ et celle d'un ion $^x\text{K}^+$ est $m' = x m_0$ avec $m_0 = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$.

La charge élémentaire est $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$.

I. Etude du mouvement dans la zone (2) :

Entre deux plaques A et C règne un champ électrique uniforme \vec{E} . Les ions pénètrent en T_1 avec une vitesse pratiquement nulle et ressortent en T_2 avec une vitesse v de direction T_1T_2 .

- Représenter qualitativement la force \vec{F}_e exercée sur un ion se trouvant en M. En déduire la direction et le sens du vecteur champ électrique \vec{E} ainsi que le signe de la tension entre les plaques A et C : $U = V_A - V_C = U_{AC}$
- Chaque réponse sera justifier. Aucun calcul numérique n'est demandé :
 - Les deux types d'ions sont-ils soumis à la même force électrique ?
 - Les deux types d'ions subissent-ils la même accélération ?
 - Les deux types d'ions ont-ils la même énergie cinétique à leur passage en T_2 ?
 - Les deux types d'ions ont-ils la même vitesse à leur passage en T_2 ?
- Donner l'expression du travail de la force électrique exercée sur un ion lorsque celui passe de la plaque A à la plaque C.
- Établir l'expression de la vitesse v des ions $^{39}\text{K}^+$ à leur passage en T_2 , en fonction de e , U et m_0 . En déduire sans nouveau calcul, l'expression de la vitesse v' des ions $^x\text{K}^+$ en fonction de e , U , x et m_0 .

II. Etude du mouvement dans la zone (3).

Les ions issus de T_2 pénètrent dans la zone (3) avec des vitesses perpendiculaires à la plaque C. Leur mouvement s'effectue dans le plan de la figure sur des trajectoires circulaires.

- En un point N de l'une des trajectoires représenter qualitativement le vecteur vitesse d'un ion ainsi que la force magnétique \vec{F}_m exercée sur cet ion. En déduire le sens du vecteur \vec{B} .
- Montrer que les ions sont animés d'un mouvement uniforme. Que peut-on dire du vecteur accélération ? Représenter qualitativement le vecteur accélération au point N.
- Montrer que la trajectoire d'un ion $^{39}\text{K}^+$ a un rayon $R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{78 m_0 U}{e}}$. En déduire sans nouveau calcul l'expression du rayon R' de la trajectoire des ions $^x\text{K}^+$.
- Dans le repère (T_2, \vec{i}, \vec{j}) :

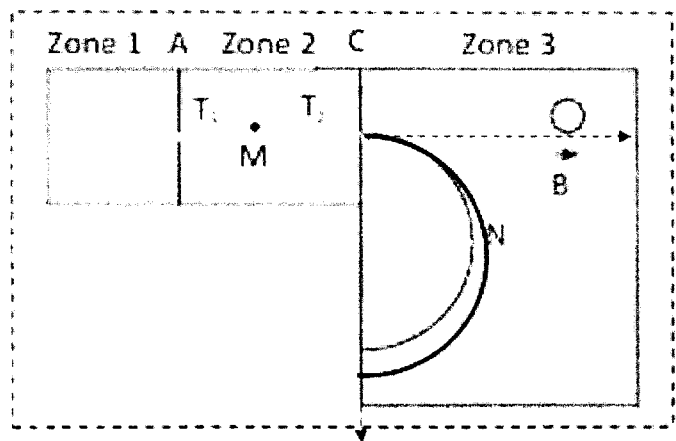
- a) Préciser les coordonnées du centre noté Ω du cercle de rayon R décrit par un ion.
 - b) Etablir les équations horaires $x(t)$, et $y(t)$ du mouvement.
 - c) En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire.
5. Calculer numériquement la distance D entre T_2 et le point d'impact sur l'écran luminescent des ions $^{39}\text{K}^+$, dans le cas où $|U| = 1000 \text{ V}$ et $B = 0,1\text{T}$.

III. Exploitation :

Sur l'écran luminescent on observe deux taches I et I'. La tache I' est la moins lumineuse.

1. A quel type d'ions correspond chaque tache ? L'isotope $^{39}\text{K}^+$ est-il plus « lourd ou plus léger » ? Justifier.
2. Montrer IT_2 et $I'T_2$ en fonction des rayons des trajectoires et montrer que $\frac{I'I_2}{IT_2} = \sqrt{\frac{x}{39}}$.
3. On ajuste les valeurs de U et B de telle sorte que $IT_2 = 60,0 \text{ cm}$. On mesure la distance $I'I$ entre les deux taches. On trouve $I'I = 1,5 \text{ cm}$.
 - a) En déduire la valeur de x .
 - b) D'après vous quel avantage présente ce protocole expérimental ?
4. En I et I' on place des « compteurs » de particules. Pendant la même durée on a pu dénombrer $n = 2216$ impacts au point I et $n' = 163$ impacts au point I'.

- a) Déduire de cette mesure la composition isotopique du potassium naturel.
 - b) Calculer la masse molaire moyenne du potassium.
5. On superpose au champ \vec{B} un champ électrique uniforme \vec{E} pour compenser l'effet de ce premier et pour que les ions $^{39}\text{K}^+$ puissent garder un mouvement rectiligne uniforme dans la zone 3.



- a) En un point de la trajectoire représenter les forces qui s'exercent sur un ion $^{39}\text{K}^+$.
- b) Déterminer les caractéristiques de \vec{E} .
- c) Préciser le sens de la déviation des ions $^{39}\text{K}^+$.
- d) Déterminer la valeur U' de la tension accélératrice qui permet aux ions $^{39}\text{K}^+$ de décrire un mouvement rectiligne uniforme dans la zone 3.

Exercice n°3 :

Une tige en cuivre (MN), de masse m , est suspendue à deux fils conducteurs (M'M) et (N'N), identiques très souples, de masse négligeable et de longueur L . La tige (MN) de longueur D baigne dans un champ magnétique uniforme.

1°- Lorsqu'on ferme l'interrupteur (K), les fils (M'M) et (N'N) forment un écart angulaire θ avec la verticale.

- a) Interpréter cette observation.
- b) Préciser en justifiant le sens du courant électrique le long de la tige (MN).
- c) La figure-1 correspond à une coupe du dispositif suivant un plan verticale à la tige (MN) en son milieu. Reproduire la figure-1 et représenter les forces extérieures qui s'exercent sur la tige (MN) à l'équilibre.
- d) En exploitant la condition d'équilibre de (MN) lorsqu'elle est parcourue par un courant d'intensité $I \neq 0$. Exprimer $\tan\theta$ en fonction de l , D , B , m et g .

2°- Une étude expérimentale appropriée à permis de tracer la courbe $I = f(\text{tg}(\theta))$, représentée sur la figure-2.

- Déterminer graphiquement l'équation de cette courbe.
- Justifier Théoriquement l'allure de la courbe (à partir de la relation (E)).
- En déduire la valeur du vecteur champ magnétique B sachant que $D = 1 \text{ cm}$; $g = 9,8 \text{ N.Kg}^{-1}$ et $m = 5,11 \text{ g}$.

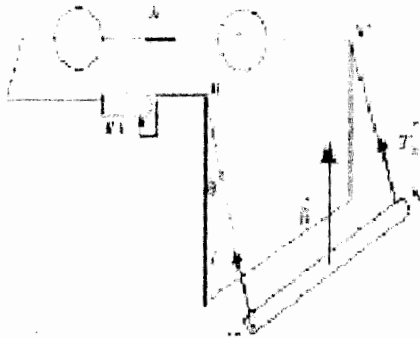


Figure-1

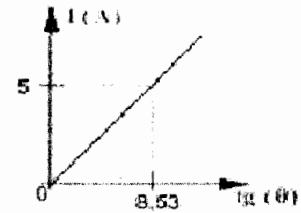
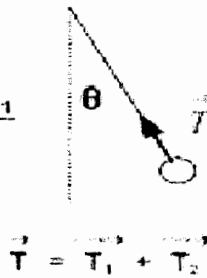
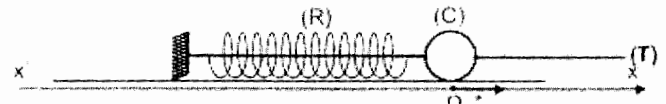


Figure-2

Exercice n°5 :

On dispose d'un corps (C) de masse $m=0,1 \text{ Kg}$ supposé ponctuel, pouvant coulisser sans frottement sur une tige (T) horizontale. Le corps (C) est au repos tel que son centre d'inertie G coïncide avec la position O, origine du repère (O, \vec{i}) . Il est solidaire de l'extrémité d'un ressort (R) à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur k, enfilé sur la tige (T), l'autre extrémité du ressort est fixe comme indiqué sur la figure 1.



1) On écarte le corps (C) de sa position d'équilibre O jusqu'au point d'abscisse $x_0=+2\text{cm}$ et on le lance avec une vitesse V_0 de même direction et sens contraire que \vec{i} .

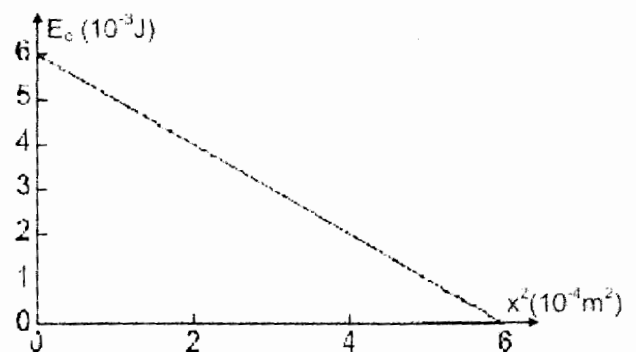
- On suppose que l'énergie potentielle de pesanteur dans le plan horizontal contenant la tige (T) est nulle. Déterminer l'expression de l'énergie mécanique E du système{ corps, (C), ressort, Terre}.
- Montrer que le système est{ corps, (C), ressort, Terre} conservatif.
- Déterminer alors l'expression de l'énergie mécanique E en fonction de m, k, x_0 et V_0 .
- En exploitant le caractère conservatif du système{ corps, (C), ressort, Terre}, montrer que le corps (C) oscille entre deux positions extrêmes symétriques par rapport à O dont on déterminera les abscisses x_1 et x_2 en fonction de m, k, x_0 et V_0 .

2) a. Déterminer l'expression de l'énergie cinétique E_c du corps (C) en fonction de m, k, x_0 , V_0 et x.

b. On donne la courbe représentant la variation de l'énergie cinétique E_c en fonction du carré de l'élongation x^2 (figure 2).

Déduire :

- la constante de raideur K du ressort.
- La valeur V_0 de la vitesse du corps (C).
- L'énergie mécanique E.
- Les abscisses des positions extrêmes x_1 et x_2 .
- La valeur de la vitesse du corps (C) au passage par sa position d'équilibre.



Fin du sujet