

**BACCALAURÉAT**  
**SESSION 2020**

**Coefficient : 5**  
**Durée : 3h**

## PHYSIQUE-CHIMIE

### SÉRIES : C – E

*Cette épreuve comporte quatre (04) pages numérotées 1/4, 2/4, 3/4, 4/4  
et une feuille annexe à rendre avec la copie.*

*Toute calculatrice est autorisée.*

### EXERCICE 1 (5 points)

On fixe en un point  $O'$ , une extrémité d'un ressort ( $R$ ), de masse négligeable, d'axe horizontal et de constante de raideur  $k = 12,8 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ . Le ressort est au repos. L'autre extrémité est alors au point  $G_0$ , origine du repère d'espace.

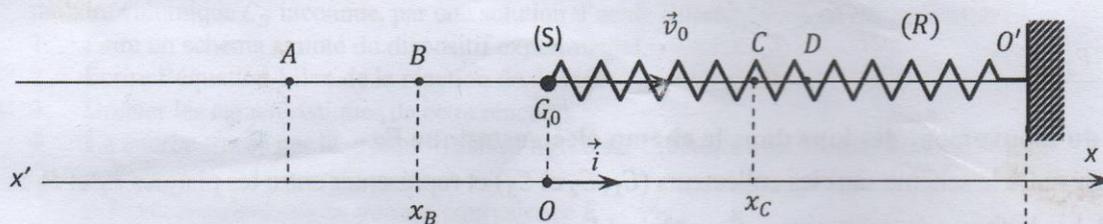
Un solide ( $S$ ) de centre d'inertie  $G$ , de masse  $m = 50 \text{ g}$ , se déplace de la gauche vers la droite. Il est animé d'un mouvement rectiligne et uniforme de vitesse  $\vec{v}_0$ .

Le solide vient se fixer sur le ressort au point  $G_0$  et le comprime jusqu'au point  $D$ .

L'ensemble (ressort + solide) reste solidaire et se met à osciller entre les points  $A$  et  $D$ . Un système de guidage, constitué de rails permet les déplacements du ressort et du solide sans frottements.

Données :  $AG_0 = G_0D = d = 5 \text{ cm}$  ;  $BG_0 = 2,5 \text{ cm}$  ;  $CD = 1 \text{ cm}$ .

Pour une bonne lisibilité du schéma, l'axe des abscisses est décalé vers le bas.



L'énergie potentielle élastique est nulle au point  $G_0$ . L'origine des dates est prise à l'instant du contact entre le solide et le ressort.

1. La période des oscillations du système est notée  $T_0$ .

Représenter au point  $C$ , à une date  $t$ , tel que  $0 < t < \frac{T_0}{4}$  :

- les forces qui s'exercent sur ( $S$ ) ;
- le vecteur-vitesse  $\vec{v}$  de ( $S$ ) ;
- le vecteur-accélération  $\vec{a}$  de ( $S$ ).

2. On considère le système à une date  $t$  telle que  $0 < t < \frac{T_0}{4}$ .

2.1 Exprimer la tension  $\vec{T}$  du ressort en fonction de  $k$  et du vecteur-position  $\overrightarrow{G_0G}$  avec  $\overrightarrow{G_0G} = x \cdot \vec{i}$ .

2.2 Justifier que  $\vec{T} = m\vec{a}$  avec  $\vec{a} = \ddot{x}\vec{i}$ .

2.3 En déduire l'équation différentielle du mouvement.

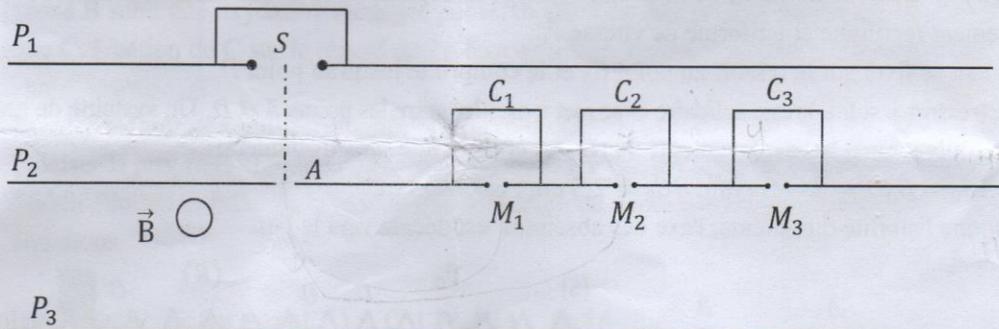
3. La solution de l'équation différentielle est de la forme  $x = X_m \cos(\omega t + \varphi)$ .

3.1 Montrer que  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ .

- 3.2 Calculer l'énergie mécanique  $E_m$  du système.
- 3.3 Déterminer  $v_0$  et  $\varphi$ .
- 3.4 Écrire la solution de l'équation différentielle avec les valeurs numériques.
4. Détermination de quelques grandeurs physiques.
  - 4.1 Donner l'expression de  $E_m$  en fonction de  $m, k, v$ , et  $x$ .
  - 4.2 Déterminer au point B d'abscisse  $x_B = -2,5 \text{ cm}$ , à une date  $t$ , telle que  $\frac{T_0}{2} < t < \frac{3T_0}{4}$  :
    - 4.2.1 la valeur algébrique  $v_{Bx}$  de la vitesse de (S);
    - 4.2.2 la valeur algébrique de l'accélération  $\ddot{x}_B = a_{Bx}$ .
  - 4.3 Calculer la valeur algébrique  $T_x$  de la tension  $\vec{T} = T_x \cdot \vec{i}$  au point C.

## EXERCICE 2 (5 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.
- 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 :

$$|U_0| = 2 \cdot 10^2 \text{ V} ; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; 1u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} ; m_1 = 24u ; m_2 = xu \text{ et } m_3 = yu.$$

### 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  $\vec{B}$ .
- 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  $R_1$ . Donnée :  $B = 4 \cdot 10^{-2} \text{ T}$ .
- 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 :  $d = M_1M_2 = 7,3 \text{ mm}$  et  $d' = M_1M_3 = 14,4 \text{ mm}$ .

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

Dans la chambre où existe  $\vec{B}$ , 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  $P_3$  du même schéma, les points  $I_1$ ,  $I_2$  et  $I_3$ , impacts des ions.

### EXERCICE 3 (5 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 ( $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ ).

#### Première méthode

Le premier groupe dose par pH-métrie un volume  $V_B = 10 \text{ mL}$  d'une solution d'ammoniac de concentration molaire volumique  $C_B$  inconnue, par une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_A = 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

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 **la feuille annexe (à rendre)**.

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 ( $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ ) avec une précision de  $\frac{1}{10}$ .

#### Deuxième méthode

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

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  $\text{NH}_4^+$  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  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  avec une précision de  $\frac{1}{10}$ .

Données :

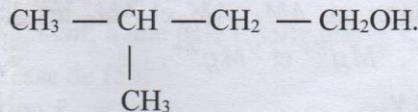
Masses molaires atomiques en  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  : N : 14 ; H : 1 ; Cl : 35,5.

## Exercice 4 (5 points)

Un chimiste décide d'identifier un ester **E** à odeur de banane mûre. Il veut utiliser cet ester pour la synthèse de quelques produits cosmétiques.

1. L'hydrolyse de **E** conduit à un mélange de deux composés organiques **A** et **B**.

Le composé **B** a pour formule semi-développée :



1.1 Donner le nom de **B**.

1.2 Donner la fonction de **A**.

1.3 La formule brute de **A** est  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_2$ . Sa composition massique centésimale donne les résultats suivants : 40% de carbone, 53,33% d'oxygène et 6,67% d'hydrogène.

1.3.1 Déterminer  $x$  et  $y$ .

1.3.2 Écrire la formule semi-développée de **A**.

2. Le composé **A** réagit avec le chlorure de thionyle et donne un composé organique **D**.

2.1 Donner le nom de **D**.

2.2 Écrire l'équation-bilan de la réaction chimique de synthèse de **D** à partir de l'action de **A** sur le chlorure de thionyle.

3. Identification de la structure de **E**.

3.1 Donner la formule semi-développée et le nom de **E**.

3.2 Écrire l'équation-bilan de la réaction chimique d'hydrolyse de **E**.

3.3 Donner les caractéristiques de la réaction d'hydrolyse.

4. Le composé **B** subit une oxydation ménagée par un oxydant en défaut. Il se forme un composé organique **C**. L'action de **C** sur le réactif de Tollens en milieu basique produit un dépôt d'argent métallique.

4.1 Donner la formule semi-développée et le nom de **C**.

\* 4.2 Préciser la propriété chimique de **C** mise en évidence par le réactif de Tollens.

X 4.3 Établir l'équation-bilan de la réaction de formation du dépôt métallique à partir des demi-équations.

Données :

Masses molaires atomiques (en  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) : C: 12 ; H: 1 ; O: 16

Couples redox :  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+/\text{Ag}$  et  $\text{RCOO}^-/\text{RCHO}$ .

07435619

Mr SOAN