

# PRÉPA BAC

## ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

Proposé par Prof TONI(54368180)

---

### PARTIE CHIMIE

---

#### Exercice 1 (4,5 points)

Toutes les solutions sont prises à **25°C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est  $K_e = 10^{-14}$ .

On dispose, au laboratoire de chimie, d'un volume  $V_B = 500$  mL d'une solution aqueuse ( $S_B$ ) de concentration molaire  $C_B$ , obtenue par dissolution dans l'eau distillée d'une masse  $m$  d'hydroxyde de sodium NaOH (base forte).

Au cours d'une séance de travaux pratiques, deux groupes d'élèves sont chargés de déterminer la valeur de la masse  $m$ . Pour y parvenir, le premier groupe procède à un dosage acido-basique, alors que le deuxième groupe opte pour la mesure du pH de la solution ( $S_B$ ).

#### I- Dosage acido-basique

A un volume  $V_1 = 20,0$  mL de la solution ( $S_B$ ), les élèves du premier groupe ajoutent progressivement, en présence d'un indicateur coloré approprié, une solution aqueuse de chlorure d'hydrogène HCl (acide fort) de concentration molaire  $C_A = 4.10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>. L'équivalence acido-basique est obtenue lorsque le volume de la solution de chlorure d'hydrogène ajouté est  $V_E = 12,5$  mL.

- (a) Écrire l'équation de la réaction du dosage effectué et vérifier qu'elle est totale.  
(b) Déterminer la valeur de  $C_B$ . En déduire celle de  $m$ . On donne :  $M_{\text{NaOH}} = 40$  g.mol<sup>-1</sup>.
- Au laboratoire, on dispose des indicateurs colorés suivants :

| Indicateur coloré   | Zone de virage |
|---------------------|----------------|
| Phénolphthaléine    | 8,2 – 10,0     |
| Bleu de bromothymol | 6,0 – 7,6      |
| Hélianthine         | 3,2 – 4,4      |

Les élèves de ce groupe choisissent d'utiliser le bleu de bromothymol ; ils jugent que c'est l'indicateur coloré le plus approprié à ce dosage.

- Préciser le rôle d'un indicateur coloré lors d'un dosage acido-basique.
- Justifier le choix des élèves.

#### II- Mesure du pH de la solution ( $S_B$ )

- Les élèves du deuxième groupe prélèvent un volume  $V_2 = 10,0$  mL de la solution ( $S_B$ ) et à l'aide d'un pH-mètre, ils mesurent le pH de cette solution. La valeur trouvée est  $\text{pH}_B = 12,4$ .

- (a) Rappeler l'expression du pH d'une solution aqueuse de base forte en fonction de sa concentration molaire  $C_B$ .
- (b) Montrer que le pH de la solution ( $S_B$ ) s'exprime, en fonction de  $m$ , par la relation :

$$\text{pH}_B = 12,7 + \log m.$$

- (c) En déduire la valeur de  $m$ .
2. Par mégarde, l'un des élèves de ce groupe ajoute au volume  $V_2$  précédent, un volume  $V_e$  d'eau distillée ; suite à cette dilution, il constate que la valeur du pH de la solution obtenue diffère de **0,8** de celle du pH de la solution ( $S_B$ ).
  - (a) Préciser, en le justifiant, si cette variation de pH correspond à une augmentation ou une diminution.
  - (b) Déterminer la valeur de  $V_e$ .

## Exercice 2 : Chimie organique

On dispose d'un alcool de formule générale  $C_nH_{2n+2}O$

1.
  - (a) Exprimer en fonction de  $n$  le pourcentage en masse de carbone de ce composé.
  - (b) L'analyse du composé a donné 64,68% en masse de carbone.
    - b1- Déterminer la formule moléculaire brute du composé.
    - b2- Écrire les formules semi-développées des alcools correspondants.
2. Par oxydation ménagée d'un alcool secondaire A de formule brute  $C_4H_{10}O$ , on obtient un composé B.
  - (a) Que signifie : "oxydation ménagée" ?
  - (b) Donner la formule semi-développée et le nom de B.
3. L'action du chlorure d'éthanoyle sur A donne un composé organique C.
  - (a) Donner la formule semi-développée et la fonction de C.
  - (b) Deux autres composés organiques réagissant chacun sur A permettent d'obtenir le composé C.
    - b1- Donner le nom et la formule semi-développée de ces composés.
    - B2- Écrire l'équation chimique de chacune de ces réactions.
    - B3- Comparer les caractéristiques de ces deux réactions.

**On donne :** C = 12 g.mol<sup>-1</sup> ; O = 16 g.mol<sup>-1</sup> ; H = 1 g.mol<sup>-1</sup>

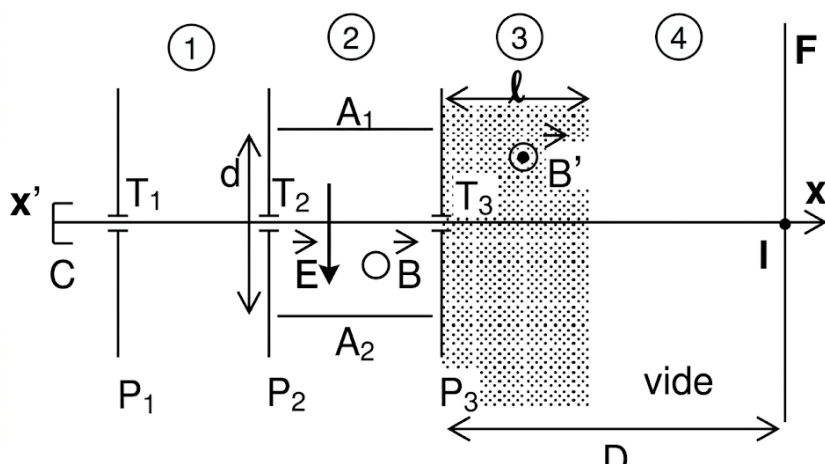
## PARTIE PHYSIQUE

### EXERCICE 1

(04 points)

I) On considère le dispositif expérimental schématisé ci-dessous, comportant 4 zones notées 1, 2, 3, 4 :

- **zone 1** : chambre d'accélération entre  $P_1$  et  $P_2$ .
- **zone 2** : sélecteur de vitesse entre  $P_2$  et  $P_3$ .
- **zone 3** : chambre de déviation de largeur  $\ell$ .



- **zone 4** : région où il ne règne ni un champ électrique, ni un champ magnétique.

$F$  est un écran placé à une distance  $D$  de la plaque  $P_3$ , perpendiculairement à l'axe horizontal  $x'x$ .

$C$  est une chambre d'ionisation qui émet des ions sodium  $\text{Na}^+$  de masse  $m$  et de charge  $q$ .

$P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  sont des plaques métalliques verticales percées de trous  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  alignés sur l'axe horizontal  $x'x$ .

$A_1$  et  $A_2$  sont des plaques métalliques horizontales séparées par une distance  $d$ ; elles n'ont aucun contact électrique avec  $P_2$  et  $P_3$ .

Le dispositif est placé dans le vide. On néglige le poids des ions devant les autres forces.

**0\*** Les ions  $\text{Na}^+$  sortent du trou  $T_1$ , avec une vitesse supposée nulle. Accélérés par une différence de potentiel  $U = V_{P1} - V_{P2}$  entre les plaques  $P_1$  et  $P_2$ , ils franchissent le trou  $T_2$  avec une vitesse  $\vec{V}_0$ .

Par application du théorème de l'énergie cinétique, montrer que le rapport  $\frac{q}{m}$  (charge massique) pour un ion  $\text{Na}^+$  est donné par l'expression :

$$\frac{q}{m} = \frac{V_0^2}{2U} \text{ (0,5 pt)}$$

**0\*** Dans la **zone 2**, règnent simultanément un champ électrique uniforme de vecteur  $\vec{E}$  vertical et un champ magnétique uniforme dont le vecteur  $\vec{B}$  est perpendiculaire au plan de la figure.

**2.0\*** Sur votre feuille de copie, faire un schéma où sera représentée la force électrique  $\vec{F}_e$  qui s'exerce sur un ion se trouvant dans la zone 2. (0,5 pt)

**2.0\*** Sur le même schéma, représenter, justification à l'appui, la force magnétique  $\vec{F}_m$  qui doit s'appliquer sur le même ion pour qu'il suive une trajectoire rectiligne jusqu'au trou  $T_3$ . (0,5 pt)

**2.0\*** En déduire le sens du vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  dans la zone 2. Compléter le schéma en mettant le sens de  $\vec{B}$ . (0,5 pt)

**2.0\*** Exprimer le rapport  $\frac{q}{m}$  en fonction de  $U$ ,  $E$  et  $B$ . Faire l'application numérique. (0,75 pt)

**Données** :  $U = 3.9 \text{ kV}$ ;  $E = 9 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ ;  $B = 5 \cdot 10^{-2} \text{ T}$ .

**0\*** Après le trou  $T_3$ , les ions arrivent dans la **zone 3** où règne le champ magnétique uniforme de vecteur  $\vec{B}'$  représenté sur la figure. À la sortie de la zone 3, le vecteur vitesse d'un ion  $\text{Na}^+$  fait un angle  $\theta$  faible avec l'axe  $x'x$ .

**3.0\*** Représenter, justification à l'appui, la trajectoire d'un ion de  $T_3$  à l'écran. (0,5 pt)

**3.0\*** Le point  $M$  est le point d'impact des ions  $\text{Na}^+$  sur l'écran,  $I$  est le point d'intersection de l'axe  $(x'x)$  avec l'écran.

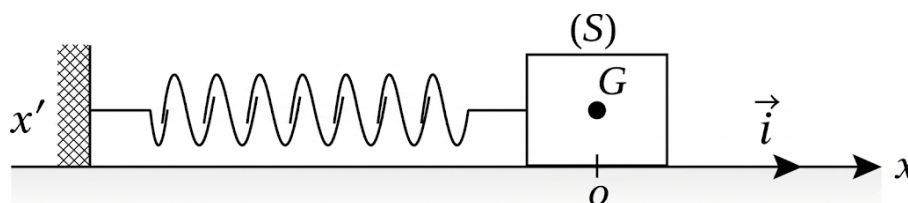
Établir l'expression de la déflexion magnétique  $Y = IM$  en fonction de  $q$ ,  $m$ ,  $V_0$ ,  $B'$ ,  $\ell$  et  $D$  puis en fonction de  $q$ ,  $m$ ,  $U$ ,  $B'$ ,  $\ell$  et  $D$ .

Peut-on en déduire une détermination expérimentale de  $\frac{q}{m}$ ? Expliquer. **(0,75 pt)**

II) Au cours d'une séance de travaux pratiques (TP), le professeur demande à ton groupe d'étudier le pendule élastique pour en déterminer les caractéristiques. Le dispositif est horizontal et constitué d'un solide (S) de masse  $m = 100 \text{ g}$  puis d'un ressort à spires non jointives de constante de raideur  $k = 40 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ . Le solide (S) fixé à une des extrémités du ressort, peut se déplacer sans frottements le long d'un banc à coussin d'air suivant l'axe  $(x'x)$ . L'autre extrémité du ressort reste fixée à un support solidaire du banc (voir figure ci-contre).

A l'équilibre du système (solide + ressort), le centre d'inertie  $\mathbf{G}$  du solide coïncide avec l'origine  $\mathbf{O}$  du repère  $(O, \vec{i})$ .

Tu es choisi pour manipuler. Tu écarts le solide (S) de sa position d'équilibre en comprimant le ressort. L'abscisse de  $\mathbf{G}$  est alors  $x_0 = -2,5 \text{ cm}$ . Dans cette nouvelle position, tu lâches le solide sans vitesse initiale. La position du centre d'inertie  $\mathbf{G}$  est repérée par son abscisse au cours du temps. Tu prendras comme origine des dates le moment du lâcher.



### 1- Etude du mouvement.

**1.1-** Fais l'inventaire des forces extérieures appliquées au solide, juste après le lâcher. Représente-les sur un schéma.

**1.2-** Etablis l'équation différentielle qui régit ce type de mouvement.

**2- La solution de l'équation différentielle est de la forme  $x(t) = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$ .**

**2.1-** Calcule les valeurs numériques de la pulsation propre, de l'amplitude et de la phase à l'origine des dates.

**2.2-** Déduis-en l'expression numérique de l'équation horaire du mouvement  $x(t)$ . Donne la nature du mouvement.

**2.3-** Détermine en fonction du temps l'expression numérique de la vitesse  $v(t)$ .

### 3- Etude énergétique.

**3.1-** Etablis en fonction du temps, les expressions :

**3.1.1-** de l'énergie cinétique  $E_c(t)$  ;

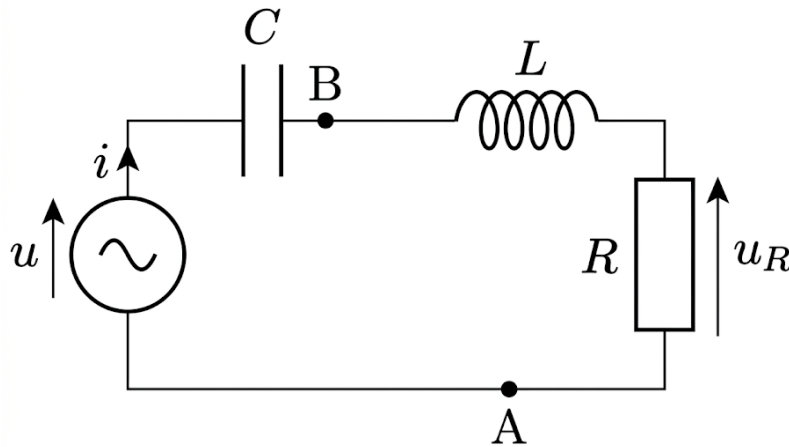
**3.1.2-** de l'énergie potentielle  $E_p(t)$  ;

**3.2-** Déduis de ce qui précède, la valeur de l'énergie mécanique  $E_m$ .

## EXERCICE 2

Une portion de circuit électrique alimentée par une source de tension sinusoïdale de valeur efficace  $U = 100\text{V}$ , de pulsation  $\omega$ , comprend en série une bobine de résistance  $R = 10\Omega$  et

d'inductance  $L = 0,30\text{H}$ , et un condensateur de capacité  $C = 20.10^{-6}\text{F}$ . L'intensité instantanée du courant qui parcourt le circuit et la tension d'alimentation à ses bornes peuvent s'écrire respectivement :  $i(t) = I\sqrt{2}\sin(\omega t)$  et  $u(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi)$ .



- Donner sans démontrer les expressions littérales :
  - de l'impédance  $Z$  du circuit ;
  - de la valeur efficace  $I$  de l'intensité qui parcourt le circuit ;
  - du déphasage de la tension par rapport à l'intensité.
- A.N. : Calculer  $Z$ ,  $I$ ,  $\varphi$  dans le cas où  $\omega = 314\text{rad.s}^{-1}$ .  
Construire le diagramme de Fresnel relatif au circuit.
- Soient  $u_1$  et  $u_2$ , les valeurs instantanées des tensions qui apparaissent respectivement aux bornes de condensateur et de la bobine.
  - Calculer numériquement, dans les conditions précédentes, les valeurs efficaces  $U_1$ ,  $U_2$  et  $U_{AB}$  correspondant respectivement à  $u_1$ ,  $u_2$  et  $u_{AB}$ .
  - Écrire les expressions de  $u_1$ ,  $u_2$  et  $u_{AB}$  en fonction du temps  $t$ .

## Exercice : 3 Datation d'une roche volcanique

Dans certaines roches volcaniques, on décèle la présence de potassium 40 ( $^{40}_{19}\text{K}$ ) radioactif. Lors d'une éruption volcanique tout l'argon produit s'évapore (sous l'effet de la température et de la pression) : on dit que la lave se dégaze. À cette date, considérée comme instant initial  $t = 0$  s, la lave volcanique solidifiée ne contient pas d'argon mais seulement du potassium 40.

Plus tard, à l'instant  $t$ , on effectue un prélèvement de roche sur le site d'un ancien volcan. Un spectrographe détermine la composition de ce prélèvement : il contient 1.57 mg de  $^{40}_{19}\text{K}$  et 2.0 mg de  $^{40}_{18}\text{Ar}$ .

### Questions

- Écrire l'équation de réaction modélisant la désintégration du potassium 40 en argon 40. Préciser le type de radioactivité associée.
- Calculer la constante radioactive (notée  $\lambda$ ) du potassium 40.
- Calculer le nombre de noyaux de  $^{40}_{19}\text{K}$  (noté  $N_K$ ) et de  $^{40}_{18}\text{Ar}$  (noté  $N_{Ar}$ ) présents dans cet échantillon à la date  $t$ .
- On note  $N_0$  le nombre de noyaux de  $^{40}_{19}\text{K}$  initialement présents dans l'échantillon à  $t = 0$  s. Justifier que l'on a la relation :  $N_0 = N_K + N_{Ar}$ .

5. Exprimer le nombre de noyaux  $N_{Ar}$  en fonction de  $N_0$ ,  $\lambda$  et  $t$ .
6. En déduire la date approximative de l'éruption qui a produit cette roche.

### Données

- Masses molaires :  $M(K) = 40.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;  $M(Ar) = 40.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .
- Nombre d'Avogadro :  $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .
- Temps de demi-vie du potassium 40 :  $t_{1/2} = 1.3 \times 10^9 \text{ ans}$ .