

**EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES**  
 (Calculatrice scientifique non programmable autorisée)

Coefficient :  $\begin{cases} 6 \text{ en série C} \\ 4 \text{ en série E} \end{cases}$   
 Durée : 4 heures

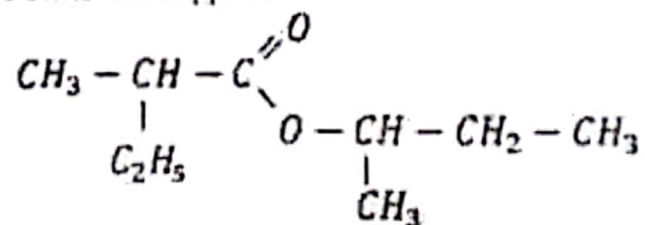
**A. CHIMIE (8 points)**  
**EXERCICE 1 (4 points)**

Toutes les solutions sont prises à 25°C et  $K_w = 10^{-14}$ .

- I. Pour préparer une solution  $S_A$ , on introduit 0,1 mol d'acide méthanoïque ( $HCOOH$ ) dans 1L d'eau. Par calcul on trouve que le nombre de mole d'ions hydroxyde dans la solution  $S_A$  est  $2,51 \cdot 10^{-12} \text{ mol}$ .
- 1) a) Déterminer la concentration  $C_A$  de la solution  $S_A$ . (0,5 pt)  
 b) Déterminer la concentration en ion hydronium dans la solution  $S_A$ .  
 En déduire le  $pH$  de la solution  $S_A$ .  
 Montrer que l'acide méthanoïque est un acide faible. (0,75 pt)
  - 2) Calculer les concentrations des ions  $HCOO^-$  et des molécules  $HCOOH$  dans la solution  $S_A$ . (0,5 pt)  
 En déduire le  $pK_a$  du couple  $HCOOH/HCOO^-$ . (0,5 pt)
- II. On verse un volume  $V_1$  d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_B = 10^{-1} \text{ mol} \cdot L^{-1}$  dans un volume  $V_2$  de  $S_A$ . Par calcul on remarque que le nombre de mole d'ions  $HCOO^-$  est égal au nombre mole de molécules  $HCOOH$  dans le mélange.
- 1) Montrer que  $pH = pK_a$ . (0,25 pt)
  - 2) Déterminer l'expression de  $V_1$  en fonction de  $V_2$ . (0,5 pt)  
 En déduire la valeur de  $V_1$  pour  $V_2 = 0,5L$ . (0,25 pt)
  - 3) a) Quelle est la nature du mélange ? (0,25 pt)  
 b) Quelles sont ses propriétés ? (0,5 pt)

**EXERCICE 2 (4 points)**

Soit un composé A de formule semi-développée :



Le composé A réagit avec l'eau pour donner les produits B et C.

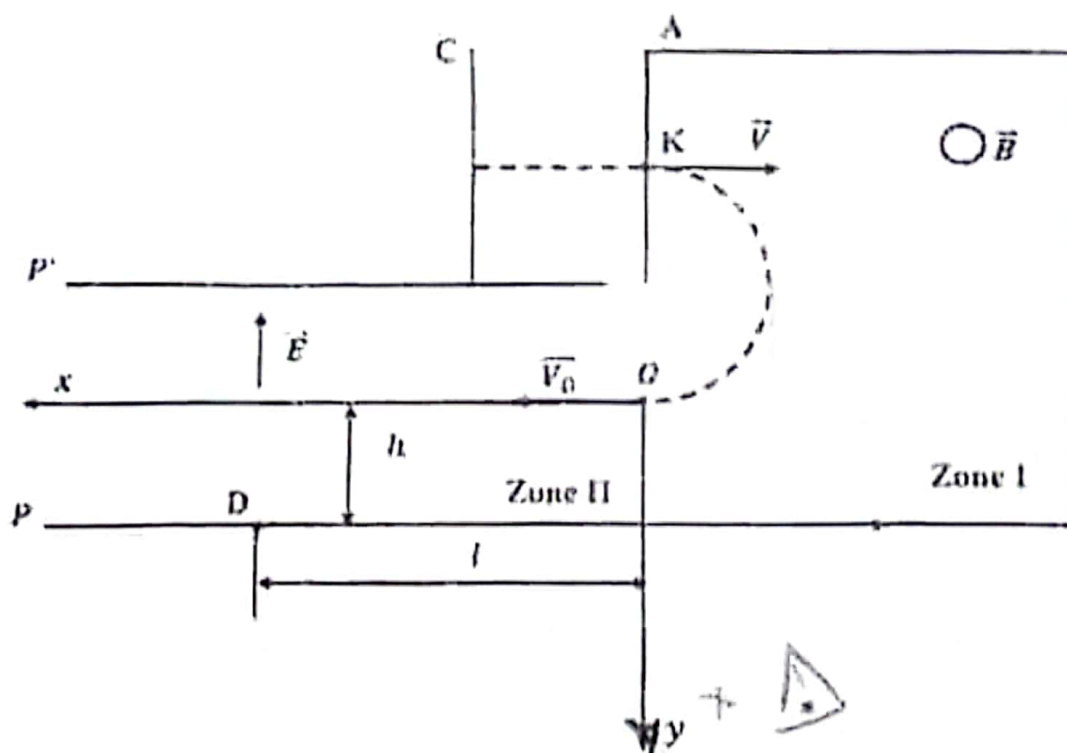
- L'oxydation ménagée de C donne un composé organique D.
  - Le test de D donne un précipité jaune avec la 2,4 - DNPH et est sans action sur la liqueur de Fehling.
  - Le composé B rougit un papier  $pH$ .
- 1) Nommer le composé organique A. (0,25 pt)

- 2) Donner pour chacun des composés B et C la formule semi-développée et le nom. (1 pt)
- 3) Donner pour le composé C la formule semi-développée d'un exemple :
  - a) d'isomères de chaîne. (0,25 pt)
  - b) d'isomères de position. (0,25 pt)
- 4) Ecrire l'équation bilan de l'oxydation en solution aqueuse du composé C par le dichromate de potassium en milieu acide. (1 pt)
- 5) On fait agir le composé B sur 0,1 mol de composé C. On obtient 6g du composé A. Le rendement de la transformation est 58%.
  - a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction en utilisant les formules semi-développées. (0,5 pt)
  - b) Donner les caractéristiques de la réaction. (0,25 pt)
  - c) Déterminer la masse du composé organique B utilisé. (0,5 pt)

On donne : - Couple redox :  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$   
 - Les masses atomiques molaires en g/mol :  $M(\text{O}) = 16$ ;  $M(\text{C}) = 12$ ;  $M(\text{H}) = 1$ .

**B. PHYSIQUE (12 points)**  
**EXERCICE 1 (04 points)**

Des électrons émis sans vitesse initiale d'une cathode chauffée sont accélérés vers une anode A par une tension  $U_{AC}$ . Ils pénètrent par un trou K dans une zone I où règne un champ magnétique  $\vec{B}$  uniforme et perpendiculaire au plan de la figure. Les électrons ressortent en un point O après avoir décrit un arc de cercle. (Voir figure ci-dessous)



- 1) a) Quel est le signe de la tension  $U_{AC}$  ? Justifier. (0,25 pt)  
 b) Préciser le sens du champ magnétique  $\vec{B}$ . (0,25 pt)
- 2) a) Montrer que dans la zone I, le mouvement des électrons est uniforme et circulaire. (0,5 pt)  
 b) Etablir l'expression de la vitesse  $V$  de l'électron dans le champ magnétique  $\vec{B}$  en fonction de  $e$ ,  $B$ ,  $m$  et  $R$ .  $R$  étant le rayon de la trajectoire. Calculer sa valeur. (0,75 pt)

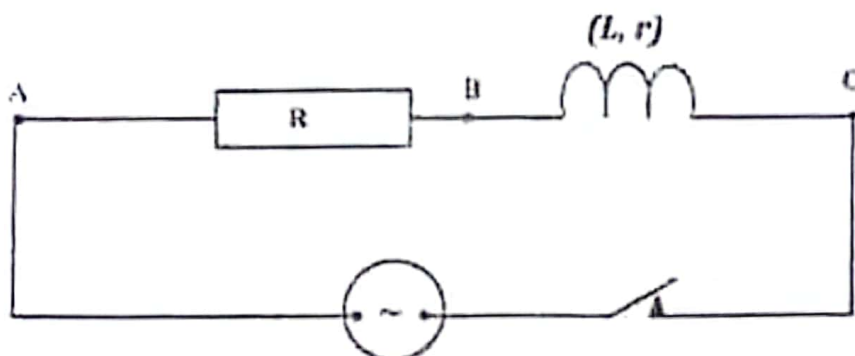
- 3) L'énergie cinétique d'un électron au point  $K$  vaut  $E_c = 1,4 \cdot 10^{-16} \text{ J}$ . Calculer la valeur de la tension  $U_{AC}$ . (0,5 pt)
- 4) Les électrons pénètrent en  $O$  dans la zone II où règne un champ électrique uniforme  $\vec{E}$  délimité par les plaques  $P$  et  $P'$ .
- Quelle est la vitesse d'un électron au point  $O$ ? Justifier. (0,5 pt)
  - Etablir les équations horaires  $x(t)$  et  $y(t)$  du mouvement d'un électron dans le repère  $(O, x, y)$ . (0,5 pt)
  - En déduire l'équation de la trajectoire d'un électron dans le repère. (0,25 pt)
  - Déterminer l'expression de la valeur  $E$  du champ électrique dans la zone II en fonction de  $U_{AC}$ ,  $h$  et  $l$ . Calculer la valeur de  $E$ . (0,5 pt)

On donne :  $OK = 20 \text{ cm}$  ;  $B = 10^{-3} \text{ T}$   
 masse de l'électron  $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$   
 charge de l'électron  $-e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$   
 $h = 20 \text{ cm}$  ;  $l = 10 \text{ cm}$

### EXERCICE 2 (04 points)

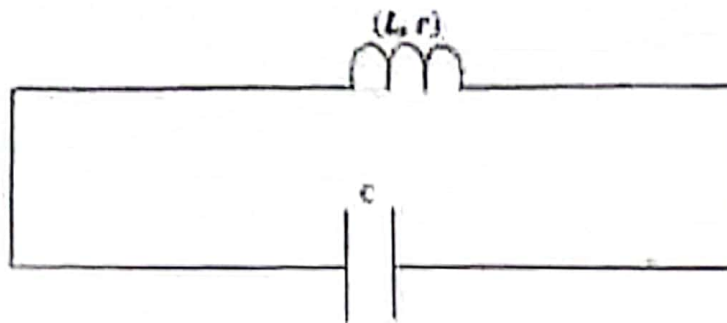
Entre deux points A et C d'un circuit électrique on place :

- Entre A et B un conducteur ohmique de résistance  $R$  ;
- Entre B et C une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ . L'ensemble est alimenté par un générateur électrique de tension sinusoïdale qui délivre un courant  $i(t) = I_m \sin(\omega t)$ .



On désigne par  $\varphi$  la phase de la tension  $U_{AC}(t)$  par rapport à  $i(t)$ ,  $Z_1$  l'impédance de la portion  $(BC)$ ,  $\varphi_1$  la phase de  $U_{BC}(t)$  par rapport à  $i(t)$ . Les mesures des tensions efficaces entre les différents points ont donné :  $U_{AB} = U_{BC} = 70 \text{ V}$  et  $U_{AC} = 70\sqrt{3} \text{ V}$ .

- Exprimer :
  - $U_{BC}(t)$  en fonction de  $Z_1$ ,  $I_m$ ,  $\omega$  et  $\varphi_1$ . (0,25 pt)
  - $U_{AB}(t)$  en fonction de  $R$ ,  $I_m$  et  $\omega$ . (0,25 pt)
- Construire le diagramme de Fresnel avec les tensions efficaces relatif à cette expérience. Faire apparaître sur le diagramme  $\varphi$  et  $\varphi_1$ . Echelle 1 cm pour 14V. (0,5 pt)
  - Déterminer graphiquement ou par calcul les valeurs de  $\varphi$  et  $\varphi_1$ . (0,5 pt)
- On donne  $R = 100 \Omega$  et  $\omega = 100\pi \text{ rad/s}$ 
  - Calculer  $Z_1$ ,  $r$  et  $L$ . (0,75 pt)
  - Déterminer l'expression numérique de  $U_{AC}(t)$ . (0,5 pt)
- On relie un condensateur préalablement chargé de capacité  $C = 1 \mu\text{F}$  aux bornes de la bobine précédente.



- Etablir l'équation différentielle de la charge  $q(t)$ . (0,5 pt)
- Dans le cas des oscillations non amorties (la résistance de la bobine est négligeable) vérifier que  $q(t) = q_m \cos(\omega t + \Psi)$  (avec  $\omega^2 = \frac{1}{LC}$ ) est solution de l'équation différentielle de la charge puis calculer la période propre des oscillations. (0,75 pt)

### EXERCICE 3 (04 points)

Les parties I et II sont indépendantes.

- Le nucléide  ${}_{85}^{211}\text{At}$ , un des isotopes radioactifs de l'astate, est un émetteur naturel  $\alpha$ .
  - Ecrire l'équation de la désintégration correspondante. (0,5 pt)
  - Quelle est la valeur  $N_0$  du nombre de noyaux radioactifs contenus dans une masse  $m_0$  de nucléide  ${}_{85}^{211}\text{At}$ ? (0,5 pt)
    - A une date origine  $t = 0$ , on dispose d'un échantillon contenant  $N_0$  noyaux de  ${}_{85}^{211}\text{At}$  radioactif. A une date  $t$  on détermine le nombre  $N$  de noyaux non désintégrés. On obtient le tableau de mesures suivant :

$t(\text{h})$	0	4	6	10	15	20
$\frac{N}{N_0}$	1	0,68	0,56	0,38	0,23	0,14

- Tracer la courbe de  $-\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = f(t)$ . (1 pt)

Echelle : 1cm pour 2heures ; 1cm pour  $-\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = 0,2$

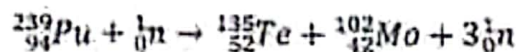
- Déduire de la courbe la constante radioactive  $\lambda$  de  ${}_{85}^{211}\text{At}$ . (0,5 pt)

- Pour une masse  $m_0$  donnée, déterminer le nombre de particules  $\alpha$  qui auront été émises au cours de la première heure de désintégration. (0,5 pt)

On donne :  $m_0 = 10^{-5}\text{g}$  ;  $1u = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$

${}_{82}^{208}\text{Pb}$ ;  ${}_{83}^{209}\text{Bi}$ ;  ${}_{84}^{210}\text{Po}$ ;  ${}_{86}^{210}\text{Rn}$ ;  ${}_{87}^{211}\text{Fr}$ ;  ${}_{88}^{211}\text{Ra}$

- Le plutonium 239 est fissile, il peut réagir avec des neutrons suivant la réaction :



- Calculer la perte de masse de cette réaction en  $\text{MeV}/c^2$ . (0,5 pt)
- Calculer en joule, l'énergie produite par 1kg de plutonium 239. (0,5 pt)

On donne :  $m({}_{94}^{239}\text{Pu}) = 239,0530u$  ;  $m({}_{52}^{135}\text{Te}) = 134,9167u$  ;  $m({}_{42}^{102}\text{Mo}) = 101,9103u$  ;

$m({}_0^1\text{n}) = 1,0089u$

$1u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$  ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$1u = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$