

## CHIMIE (8 points)

### EXERCICE N°1 (4 points)

Lors d'une séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves doit déterminer le pKa du couple  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ . Pour cela, le groupe prélève un volume  $V_A=10$  mL de cet acide qu'il dose par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_B = 10^{-2}$  mol/L. Il mesure le pH de la solution en fonction du volume  $V_B$  de la solution d'hydroxyde de sodium versé.

- 1) La courbe  $\text{pH} = f(V_B)$  donne les points caractéristiques suivants :
    - Demi-équivalence  $E'$  ( $V_{E'}=5$  mL ;  $\text{pH}_{E'} = 4,8$ )
    - Equivalence  $E$  ( $V_E = 10$  mL ;  $\text{pH}_E = 8,6$ )
  - a) Donner l'allure de la courbe  $\text{pH}=f(V_B)$  en indiquant les points caractéristiques  $E'$  et  $E$ .  
On donne pour  $V_B = 0$ ,  $\text{pH} = 3,4$ . (0,75pt)
  - b) Montrer que l'acide éthanoïque est un acide faible (0,25pt)
  - c) Ecrire l'équation-bilan de la réaction de dosage (0,25pt)
  - d) Calculer la concentration molaire  $C_A$  de la solution d'acide éthanoïque (0,25pt)
  - e) Nommer le mélange obtenu à la demi-équivalence et donner ses caractéristiques (0,5pt)
  - f) Donner le pKa du couple acide-base considéré (0,25pt)
- 2) Par ailleurs, à partir de la solution initiale d'acide éthanoïque de  $\text{pH} = 3,4$  et de concentration molaire  $C_A = 10^{-2}$  mol/L, le groupe d'élèves désire retrouver la valeur du pKa.
    - a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction chimique entre l'acide éthanoïque et l'eau (0,25pt)
    - b) Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans la solution et calculer leurs concentrations molaires (1,25pt)
    - c) Retrouver la valeur du pKa (0,25pt)

### EXERCICE N°2 (4 points)

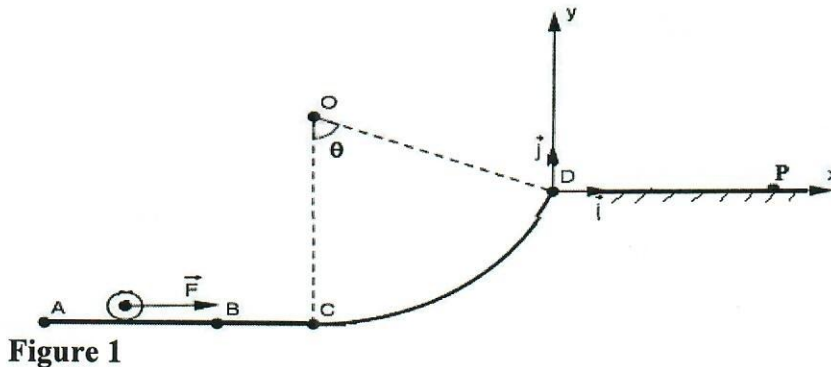
- 1) Un acide carboxylique saturé est noté A. La molécule de A comporte n atomes de carbone.
    - a) Exprimer la formule générale de A en fonction du nombre n d'atomes de carbone (0,25pt)
    - b) La combustion complète de 0,05 mol de l'acide carboxylique A donne 0,2 mol de dioxyde de carbone et 0,2 mol d'eau.
      - b-1) Ecrire l'équation de la réaction de la combustion complète de A (0,25pt)
      - b-2) Montrer que la formule brute de A est  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$  (0,5pt)
      - b-3) Donner la formule semi-développée et le nom de A sachant que cette formule comporte une ramification (0,5pt)
  - 2) On se propose de préparer un ester E : le 2-méthylpropanoate d'éthyle. On dispose de l'acide 2-méthylpropanoïque, de l'éthanol et du décaoxyde de tétraphosphore ( $\text{P}_4\text{O}_{10}$ )
    - a) Ecrire la formule semi-développée de l'ester E (0,5pt)
    - b) Donner la formule semi-développée et le nom du composé B que l'on peut préparer à partir de l'acide fourni et du décaoxyde de tétraphosphore (0,5pt)
    - c) c-1) Ecrire l'équation-bilan de la réaction de préparation de l'ester en utilisant la formule semi-développée de B (0,5pt)
    - c-2) Donner le nom et les caractéristiques de cette réaction chimique (0,5pt)
    - c-3) Calculer la masse  $m_E$  de l'ester formé sachant qu'on a utilisé 4,6 g d'éthanol. (0,5pt)
- On donne:  $M(\text{C}) = 12$  g/mol;  $M(\text{O}) = 16$  g/mol;  $M(\text{H}) = 1$  g/mol

## PHYSIQUE (12 points)

### EXERCICE N°1 (6 points)

Une piste est constituée d'une portion de route rectiligne horizontale AC et d'une portion CD circulaire de centre O, de rayon  $r = 50$  m, telle que OD fait avec la verticale un angle  $\theta = 60^\circ$  (figure 1). Une automobile de masse  $M = 1600$  kg démarre, sans vitesse initiale sur cette piste. Sur la portion AB, aucune force ne s'oppose à l'avancement, alors que le moteur exerce une force constante, de valeur F, parallèle au déplacement.

- 1) L'automobile parcourt la distance  $AB = L = 510$  m et atteint la vitesse  $v = 126$  km. h<sup>-1</sup>.
  - a. Déterminer l'accélération  $a$  de l'automobile. (1 pt)
  - b. Calculer la valeur de la force F. (0,5 pt)
- 2) Sur la partie BC de longueur  $\ell = 40$  m, il existe des forces de frottements dont la résultante est une force  $\vec{f}$  de sens contraire au déplacement de l'automobile. L'automobile l'aborde avec la même vitesse  $v_B = 126$  km. h<sup>-1</sup>, la force exercée par le moteur étant nulle.
  - a. Déterminer la valeur supposée constante de la décélération  $a'$  pour que l'automobile arrive en C avec une vitesse  $v_C = 108$  km. h<sup>-1</sup>. (1 pt)
  - b. Déterminer l'intensité de la force  $\vec{f}$ . (0,5 pt)
- 3) L'automobile arrive en D. Les forces de frottements étant négligeables entre C et D, exprimer la vitesse  $v_D$  en fonction de  $v_C$ ,  $r$ ,  $g$  et  $\theta$ . (0,5 pt)
- 4) L'automobile quitte la piste en D avec la vitesse  $v_D$  et tombe sur le sol en un point P.
  - a. Déterminer les équations horaires du mouvement dans le repère  $(D, \vec{i}, \vec{j})$ . (0,5 pt)
  - b. En déduire l'expression littérale de l'équation de la trajectoire. (0,5 pt)
  - c. Préciser la nature de cette trajectoire. (0,5 pt)
  - d. Calculer l'abscisse du point d'impact P. (1 pt)



### EXERCICE N°2 (6 points)

Un condensateur de capacité  $C = 10 \mu\text{F}$  est chargé à l'aide d'un générateur de tension de f.é.m.  $E = 12$  V, puis déconnecté du générateur. À la date  $t = 0$ , ce condensateur est relié à une bobine d'inductance  $L$  et de résistance négligeable (figure 2). Les conventions d'orientation sont telles que l'intensité du courant est  $i = \frac{dq}{dt}$ ,  $q(t)$  étant la charge instantanée du condensateur, c'est-à-dire celle de l'armature A.

- 1) Etablir l'équation différentielle liant la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur à sa dérivée seconde (1pt)

- 2) La solution de l'équation différentielle s'écrit :  $u_C(t) = U_m \cos(\omega \cdot t + \varphi)$ . Déterminer les expressions des constantes  $U_m$ ,  $\omega$  et  $\varphi$  en sachant que l'intensité  $i$  est nulle à l'instant initial. (1 pt)

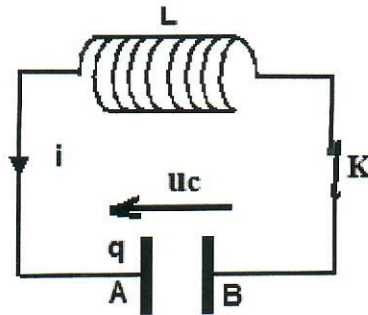


Figure 2

- 3) En déduire l'expression de l'intensité  $i(t)$  à l'instant  $t$ . (0,5 pt)
- 4) Donner l'expression littérale de la fréquence des oscillations qui prennent naissance dans le circuit, en fonction de  $L$  et de  $C$ . (0,5 pt)
- 5) La fréquence des oscillations est estimée à 130 Hz. Calculer la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine. (0,5 pt)
- 6) Calculer à l'instant  $t = T_0/2$  la charge de l'armature A et l'intensité du courant dans le circuit.  $T_0$  est la période propre du circuit. (1 pt)
- 7) On souhaite étudier l'énergie totale  $E_t$  de l'oscillateur électrique. Cette énergie est la somme de l'énergie  $E_{\text{cond}}$  stockée dans le condensateur et de l'énergie  $E_{\text{bob}}$  emmagasinée dans la bobine.
- Etablir, en fonction des grandeurs  $C$ ,  $E$ ,  $\omega$  et  $t$  les expressions de :
    - L'énergie  $E_{\text{cond}}$  stockée dans le condensateur ; (0,5 pt)
    - L'énergie  $E_{\text{bob}}$  emmagasinée dans la bobine. (0,5 pt)
  - Montrer que, dans ce cas, l'énergie totale de l'oscillateur est constante. (0,5 pt)