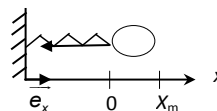


Exercice 1 : (8 points)**I. La molécule de chlorure d'hydrogène HCl**

1. Quand $x > 0$, la force rappelle le système vers sa position d'équilibre, elle est dirigée dans le sens opposé au vecteur unitaire. Le signe « - » est donc nécessaire dans l'expression.



2. Dans le référentiel terrestre la masse est soumise à 3 forces : son poids \vec{p} , la réaction \vec{R} et la force de rappel \vec{F} exercée par le ressort. La deuxième loi de Newton permet d'écrire : $\vec{p} + \vec{R} + \vec{F} = m\vec{a}_G$. En projetant sur l'axe (ox) , la 2^{ème} loi de Newton devient :

$$m \cdot a = m \frac{d^2x}{dt^2} = -k \cdot x \text{ soit } \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0.$$

3. $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \cdot x(t) + \frac{k}{m} \cdot x(t) = 0$. Soit $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.

4. En élevant au carré, on trouve $f_0^2 = \frac{1}{T_0^2} = \frac{1}{4\pi^2} \cdot \frac{k}{m}$. Donc $k = 4\pi^2 \cdot m \cdot f_0^2$.

5. $E_m = E_c + E_{pe} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$.

6. Quand l'élongation est maximale, la vitesse est nulle, donc

$$E_m = 0 + E_{pe \max} = \frac{1}{2} \cdot kX_M^2.$$

7. En utilisant la relation 1 pour exprimer k : $E_m = \frac{1}{2} \cdot kX_M^2 = 2\pi^2 \cdot m \cdot f_0^2 \cdot X_M^2$ (relation 2)

II. Caractéristiques de la liaison H-Cl

1. Le résonateur de fréquence propre f_0 entre en résonance avec l'excitateur de fréquence f si $f_0 = f$.

2. $k = 4\pi^2 \cdot m \cdot f_0^2 = 5,0 \cdot 10^2 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ (ou $\text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$).

3. $E = 6,62 \cdot 10^{-34} \times f = 2\pi^2 \cdot m \cdot f^2 \cdot X_M^2$ donc $X_M = \sqrt{\frac{6,6210^{-34}}{2\pi^2 \cdot m \cdot f}}$.

A.N. : $X_m = 1,5 \cdot 10^{-11} \text{ m}$.

4. La longueur à ne pas dépasser est de $1,6 \cdot 10^{-11} \text{ m}$. Donc $X_m = 1,5 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ est inférieure à $1,6 \cdot 10^{-11} \text{ m}$. La condition est respectée.

III. Détection et oxydation du monoxyde de carbone

1. a) La figure 4 correspond à la voiture B de 2002 ; le monoxyde de carbone n'est pas émis.
b) La combustion est complète car les produits sont uniquement l'eau et le dioxyde de carbone, il n'y a pas de CO.
2. Figure 5, on constate, au bout de 5 min, l'abaissement du pic correspondant au CO d'une part et l'augmentation de l'intensité des pics pour l'eau et le dioxyde de carbone : la combustion est alors complète et les émissions de CO sont très limitées quand le pot catalytique est chaud.
3.
 1. Un catalyseur d'accélérer une réaction.
 2. Une méthode qui permet de suivre cette réaction est la manométrie (ou mesure du volume du CO₂ qui se dégage).
 - 3.

Équation chimique		2 CO (g) + O ₂ (g) → 2 CO ₂ (g)		
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)		
État initial	$x = 0$	$n_0(\text{CO})$	$n_0(\text{O}_2)$	$n_0(\text{CO}_2)$
État intermédiaire	x	$n_0(\text{CO}) - 2x$	$n_0(\text{O}_2) - x$	$n_0(\text{CO}_2) + 2x$
État final	x_f	$n_0(\text{CO}) - 2x_f$	$n_0(\text{O}_2) - x_f$	$n_0(\text{CO}_2) + 2x_f$

$$4. n(\text{CO})_t = n_0(\text{CO}) - 2x \text{ donc } x = \frac{n_0(\text{CO}) - n(\text{CO})_t}{2}.$$

5. CO est un réactif ; il est consommé : $n(\text{CO})$ décroît.
La vitesse diminue au cours de temps.

Exercice 2 : Contrôle de la pression des pneus = Sécurité ! (6 points)**I. Caractéristiques du condensateur de capacité variable****A. Étude théorique**

1. Le courant arrive à l'armature A donc les électrons partent de celle-ci donc l'armature A est positive et l'armature B négative.
2. Le vecteur champ électrique est orienté de l'armature A vers l'armature B car le vecteur champ électrique est orienté de la plaque positive vers la plaque négative.

3. $\tau = RC$

$$[\tau] = [R] \times [C]$$

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{I \times T}{U} = \frac{A \cdot s}{V}$$

$$\text{Or } U_R = Ri \text{ soit } R = \frac{U}{I} = \frac{V}{A}$$

$$\tau = \frac{A \cdot s}{V} \times \frac{V}{A} = s$$

B. Courbe d'étalonnage

1. Méthode de la tangente à l'origine ou méthode des 63% de E donne $\tau = 4,1 \mu\text{s}$.
2. $C = \frac{\tau}{R} = \frac{4,1 \cdot 10^{-6}}{100 \cdot 10^3} = 41 \text{ pF} = 41 \cdot 10^{-12} \text{ F} = 4,1 \cdot 10^{-11} \text{ F}$.

C. Utilisation de la courbe d'étalonnage

À l'aide du graphique, on trouve une pression de 7 à 7,6 bars.

II. Intégration du condensateur variable dans un circuit électrique contenant une bobine électrique

1. Le régime est sinusoïdal périodique.
2. $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$.
3. $T_0 = 5 \mu\text{s}$.

$$C_2 = \frac{T_0^2}{4\pi^2 L} = \frac{(5 \cdot 10^{-6})^2}{4\pi^2 \times 16 \cdot 10^{-3}} = 4,0 \cdot 10^{-11} \text{ F} = 40 \text{ pF}$$
4. Comme la valeur de C_2 est inférieure à celle de C_1 , alors les pneus sont sous-gonflés.

Exercice 3 : Autour d'un ester (4 points)

I. Acide carboxylique AH

1. Un acide est une espèce chimique capable de céder un proton H^+ .
2. $m = \text{CVM} = 0,10 \times 100 \cdot 10^{-3} \times 46 = 0,46 \text{ g}$.
3. L'équation de la réaction est : $\text{AH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{A}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$

Le tableau d'avancement correspondant est :

	$\text{AH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{A}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$			
État initial	CV	excès	0	0
En cours	$\text{CV} - x$	excès	x	x
État final	$\text{CV} - x_f$	excès	x_f	x_f

4. Le taux d'avancement final τ est : $\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}}$.

5. La constante d'acidité du couple AH/A^- est : $K_A = \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{AH}]_{\text{éq}}}$.

Or d'après le tableau d'avancement, on remarque que :

$$[\text{A}^-]_{\text{éq}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = \frac{x_f}{V}$$

$$[\text{AH}]_{\text{éq}} = \frac{\text{CV} - x_f}{V} = C - \frac{x_f}{V} = C - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$$

Donc l'expression de la constante d'acidité devient : $K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}^2}{C - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}$.

La concentration $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$ est retrouvée à partir de la conductivité :

$$\sigma = \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} + \lambda_{\text{A}^-} \times [\text{A}^-]_{\text{éq}}$$

$$\sigma = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} (\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{A}^-})$$

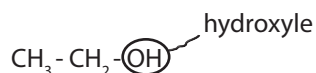
$$\text{Donc } [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = \frac{\sigma}{(\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{A}^-})} = 4,2 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Donc on trouve $K_A = 1,8 \cdot 10^{-4}$.

6. L'acide carboxylique AH est l'acide méthanoïque HCOOH.

II. Alcool éthylique

1. La formule semi-développée de l'éthanol est $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ et le groupe caractéristique est le groupe hydroxyle OH.



L'alcool est primaire car le carbone portant le groupe hydroxyle OH est lié à un seul carbone (ou le carbone fonctionnel porte 2H).

2. Le spectre IR de l'éthanol doit comporter deux types de pics :

Liaison OH liée (liaison hydrogène)	Entre 3100 et 3500 cm^{-1}
Liaison C-H	Entre 2900 et 3100 cm^{-1}

Donc le spectre A est celui qui convient à l'éthanol.

3. La molécule d'éthanol comporte 3 groupes d'hydrogènes équivalents :
 CH_3 : correspondant au signal c.
 CH_2 : correspondant au signal b.
 OH : correspondant au signal a.
4. Le signal b situé à 3,6 ppm correspond au groupe d'hydrogènes équivalents CH_2 qui ont 3 hydrogènes voisins donc avec la règle de $n + 1$ uplets, ce signal aura 4 pics (un quadruplet).

III. La synthèse de l'ester E

1. La formule semi-développée du formiate d'éthyle est : $\text{HC} \begin{array}{c} \parallel \\ \text{O} \end{array} \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
2. L'équation de la réaction est :
 $\text{HCOOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{HCOOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 Le tableau d'avancement correspondant est :

	$\text{HCOOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{HCOOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$			
État initial	n	n'	0	0
En cours	$n - x$	$n' - x$	x	x
État final	$n - x_f$	$n' - x_f$	x_f	x_f

3. $x_{\text{max}} = n = 0,200$ mol car $n < n'$.
4. Le rendement ρ de la synthèse est définie par :

$$\rho = \frac{n_{E(\text{expérimental})}}{n_{E(\text{maximal})}} = \frac{0.128}{0.20} \times 100 = 64\%.$$

5. L'expression de la constante d'équilibre K de la réaction est :

$$K = \frac{[\text{ester}]_{\text{éq}} \times [\text{eau}]_{\text{éq}}}{[\text{acide}]_{\text{éq}} \times [\text{alcool}]_{\text{éq}}} = \frac{\frac{x_f}{V} \times \frac{x_f}{V}}{\frac{(n-x_f)}{V} \times \frac{(n'-x_f)}{V}}. \text{ Donc } K = \frac{x_f^2}{(n-x_f) \times (n'-x_f)}.$$

6. Après développement et factorisation, on obtient :

$$(K - 1)x^2 - K(n + n')x_f + Knn' = 0.$$

Ceci est une équation de second degré avec pour constante :

$$a = (K - 1) = 3 \quad ; \quad b = -K(n + n') = -2,2 \quad ; \quad c = Knn' = 0,28.$$

Donc il y a deux solutions : $x_{f1} = 0,569$ mol et $x_{f2} = 0,164$ mol.

La seule solution plausible est $x_{f2} = 0,164$ mol car inférieur à x_{max} .

7. Le rendement théorique est : $\rho_{\text{th}} = \frac{0.164}{0.20} \times 100 = 82\%$. Donc $\rho < \rho_{\text{th}}$ et cet écart est dû aux pertes expérimentales causées par les différentes étapes de la synthèse.