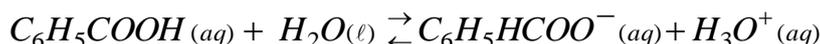




- Chimie -

Partie I : Détermination du pourcentage d'acide benzoïque pur contenu dans un échantillon de cristaux préparés :

1- Equation de la réaction modélisant la transformation ayant lieu entre l'acide benzoïque et l'eau :



2- Calcul de la valeur du pK_A du couple $C_6H_5COOH / C_6H_5HCOO^-$:

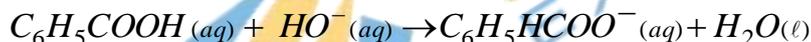
On sait que : $pK_A = -\log(K_A)$

A.N : $pK_A = -\log(6,31 \cdot 10^{-5}) \approx 4,20$

3- Détermination de l'espèce du couple $C_6H_5COOH / C_6H_5HCOO^-$ qui prédomine dans la solution (S_0) :

Selon l'échelle de prédominance : $pH = 2,95 < pK_A = 4,20$: alors l'espèce acide C_6H_5COOH qui prédomine dans la solution (S_0).

4.1- Equation de la réaction qui se produit entre l'acide benzoïque et les ions hydroxyde HO^- (aq) considérée comme totale :



4.2- Calcul de la valeur de la concentration molaire C_A de la solution (S_0) préparée :

Au point de l'équivalence ; on applique la relation : $C_A V_A = C_B V_{B,E}$

Alors : $C_A = C_B \frac{V_{B,E}}{V_A}$

A.N : $C_A = 10^{-2} \times \frac{18}{10} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

4.2- Déduction de la valeur de la masse m d'acide benzoïque pur présent dans de la solution (S_0) de volume V_0 :

On sait que : $m = n(C_6H_5COOH) \cdot M(C_6H_5COOH)$ et $n(C_6H_5COOH) = C_A \cdot V_0$

Donc : $m = C_A \cdot V_0 \cdot M(C_6H_5COOH)$

A.N : $m = 1,8 \cdot 10^{-2} \times 100 \cdot 10^{-3} \times 122 = 219,6 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 219,6 \text{ mg}$

4.4- Détermination de la valeur du pourcentage p d'acide benzoïque pur contenu dans les cristaux préparés par le chimiste :

On a : $p = \frac{m}{m_0} \times 100$

A.N : $p = \frac{219,6}{244} \times 100 = 90\%$



Partie II : Préparation d'un ester à partir de l'acide benzoïque :

1- Rôle de l'acide sulfurique ajouté :

C'est un catalyseur, qui augmente la vitesse de la réaction sans modifier l'état d'équilibre du système chimique.

2- Le tableau d'avancement de la réaction d'estérification :

Equation de la réaction		$C_6H_5COOH + CH_3OH \rightleftharpoons C_6H_5HCOO-CH_3 + H_2O$			
Etat du système	Avancement $x(\text{mol})$	Quantités de matière (mol)			
Etat initial	0	$n = 0,3$	$n = 0,3$	0	0
Etat intermédiaire	x	$n - x$	$n - x$	x	x
Etat d'équilibre	$x_{\text{éq}}$	$n - x_{\text{éq}}$	$n - x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$

3- Montrons que l'expression de $x_{\text{éq}}$ l'avancement de la réaction à l'équilibre

s'écrit :

$$x_{\text{éq}} = \frac{n \cdot \sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$$

$$K = \frac{[C_6H_5CO_2CH_3]_{\text{éq}} \times [H_2O]_{\text{éq}}}{[C_6H_5CO_2H]_{\text{éq}} \times [CH_3OH]_{\text{éq}}} = \frac{\frac{x_{\text{éq}}}{V} \times \frac{x_{\text{éq}}}{V}}{\frac{n - x_{\text{éq}}}{V} \times \frac{n - x_{\text{éq}}}{V}} = \left(\frac{x_{\text{éq}}}{n - x_{\text{éq}}} \right)^2$$

Donc : $\frac{x_{\text{éq}}}{n - x_{\text{éq}}} = +\sqrt{K}$ (puisque $x_{\text{éq}} > 0$ et $n - x_{\text{éq}} > 0$)

On développe le calcul, on obtient : $x_{\text{éq}} = \sqrt{K} \cdot (n - x_{\text{éq}})$ ou bien $x_{\text{éq}} + \sqrt{K} \cdot x_{\text{éq}} = \sqrt{K} \cdot n$

c.à.d $x_{\text{éq}}(1 + \sqrt{K}) = \sqrt{K} \cdot n$; finalement : $x_{\text{éq}} = \frac{n \cdot \sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$

4- Détermination de la composition du mélange à l'état d'équilibre du système chimique :

* Calculons d'abord l'avancement maximal : $x_{\text{éq}} = \frac{n \cdot \sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}} = \frac{0,3 \times \sqrt{4}}{1 + \sqrt{4}} = \underline{0,2 \text{ mol}}$

* $n(\text{acide})_{\text{éq}} = 0,3 - 0,2 = \underline{0,1 \text{ mol}}$; * $n(\text{alcool})_{\text{éq}} = 0,3 - 0,2 = \underline{0,1 \text{ mol}}$

* $n(\text{ester})_{\text{éq}} = \underline{0,2 \text{ mol}}$; * $n(\text{eau})_{\text{éq}} = \underline{0,2 \text{ mol}}$

5- Calcul de la valeur du rendement r de la réaction :

$$r = \frac{n_{\text{exp}}(\text{ester})}{n_{\text{théo}}(\text{ester})} = \frac{0,2}{0,3} = \underline{0,67} = 67\%$$

6- Répondre par Vrai ou Faux aux propositions a, b et c :

* (a) est Vrai, car la présence de l'un des réactifs en excès déplace l'état d'équilibre du système dans le sens direct.



- * (b) est Vrai, car l'ajout d'une quantité d'acide benzoïque au système chimique en état d'équilibre augmente la quantité de l'ester formé et par suite le rendement de la réaction.
* (c) est Faux, car la valeur de la constante d'équilibre K ne dépend que de la température.

- Physique -

RADIOACTIVITE :

Exercice1 : Applications de la radioactivité en médecine

1- Désintégration du noyau de fluor ${}^{18}_9F$

1.1- Equation de désintégration du fluor ${}^{18}_9F$, en précisant le noyau fils :

Le noyau ${}^{18}_9F$ se désintègre selon : ${}^{18}_9F \rightarrow {}^0_1e + {}^A_ZX$

Les lois de conservation : $\begin{cases} 18 = 0 + A \\ 9 = 1 + Z \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 18 \\ Z = 8 \end{cases} \Rightarrow {}^{18}_8X = {}^{18}_8O$

Finalement : ${}^{18}_9F \rightarrow {}^0_1e + \underbrace{{}^{18}_8O}_{\text{noyau fils}}$

1.2- La proposition vraie est : (b) ; La masse du noyau ${}^{18}_9F$ est inférieure à la somme des masses de ses nucléons (Défaut de masse : $\Delta m({}^{18}_9F) = 9m_p + 9m_n - m({}^{18}_9F) > 0$)

1.3- Détermination du noyau le plus stable :

${}^{18}_8O$ est le noyau le plus stable ; car son énergie de liaison par nucléon est la plus grande.

$$\frac{E_L({}^{18}_8O)}{A} = 7,765 \text{ Mev/nucléon} > \frac{E_L({}^{14}_7N)}{A} = 7,473 \text{ Mev/nucléon}$$

$$> \frac{E_L({}^{18}_{10}Ne)}{A} = 7,338 \text{ Mev/nucléon} > \frac{E_L({}^{18}_9F)}{A} = 6,629 \text{ Mev/nucléon}$$

2- Injection du FDG à un patient :

Vérifions que : $a_0 = 3,3 \cdot 10^9 \text{ Bq}$

D'après la loi de décroissance radioactive : $a(t) = a_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = a_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot t}$ d'où : $a_0 = a(t) \cdot e^{\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot t}$

A.N : $a_0 = 5 \cdot 10^8 \times e^{\frac{\ln 2 \cdot 5 \cdot 60}{110}} \approx \underline{3,31 \cdot 10^9 \text{ Bq}}$

ELECTRICITE :

Exercice2 : Réponse d'un dipôle

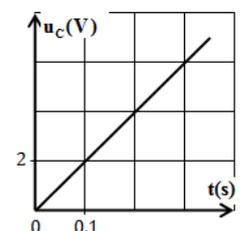
1- Etude de la charge d'un condensateur par un générateur idéal du courant

1.1- Détermination de l'expression de la tension $u_c(t)$:

La courbe de la figure ci-contre est celle d'une fonction linéaire d'équation :

$$u_c(t) = K \cdot t ; K \text{ étant le coefficient directeur : } K = \frac{\Delta u_c}{\Delta t} = \frac{2-0}{0,1-0} = 20 \text{ V} \cdot \text{s}^{-1}$$

Finalement on aura : $\underline{u_c(t) = 20 \cdot t}$





1.2- Montrons que : $C = 1\mu F$

On a la tension aux bornes du condensateur : $u_c(t) = \frac{q}{C}$ avec $q = I_0 \cdot \Delta t = I_0 \cdot (t - t_0) = I_0 \cdot t$

Donc : $u_c(t) = \frac{I_0}{C} \cdot t$ (1)

* Par comparaison des expressions (1) et (2) ; on aura : $\frac{I_0}{C} = K$, Alors : $C = \frac{I_0}{K}$

A.N : $C = \frac{2 \cdot 10^{-5}}{20} = 10^{-6} F = 1\mu F$

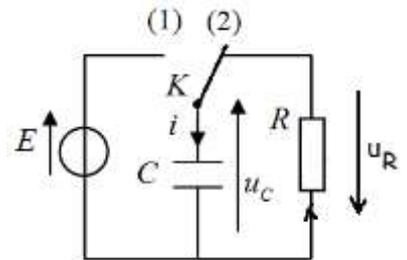
2- Etude de la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension descendant

2.1- Equation différentielle vérifiée par la tension $u_c(t)$ au cours de la décharge du Condensateur :

* La loi d'unicité de la tension : $u_R = -u_C$ (*)

* La loi d'Ohm donne : $u_R = R \cdot i = R \cdot \frac{dq}{dt} = R \cdot \frac{d(C \cdot u_c)}{dt} = RC \cdot \frac{du_c}{dt}$

* La relation (*) devient : $RC \cdot \frac{du_c}{dt} + u_c = 0$



2.2- Détermination des expressions de A et τ en fonction des paramètres du circuit :

La solution de cette équation différentielle est de la forme $u_C(t) = A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

* Elle doit vérifier l'équation différentielle : $RC \cdot \frac{d}{dt}(A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}) + (A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}) = 0$

Ou bien : $-A \frac{RC}{\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} + A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = 0 \Rightarrow A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \left(-\frac{RC}{\tau} + 1\right) = 0$

Cette équation a des solutions en t, si le terme entre parenthèses est nul : $-\frac{RC}{\tau} + 1 = 0$

Finalement : $\tau = RC$

* A l'instant $t_0 = 0$, $u_C(0) = E$ (voir énoncé) ; or d'après la solution $u_C(0) = A$

Finalement : $A = E$

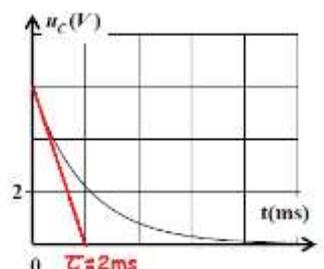
2.3- * Détermination graphique de la valeur de τ :

Graphiquement on trouve $\tau = 2ms$

* Vérification de la valeur de C :

On sait que : $\tau = RC \Rightarrow C = \frac{\tau}{R}$

A.N : $C = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^3} = 10^{-6} F = 1\mu F$





3- Etude énergétique du circuit RLC série

3.1- Montrons que l'expression de l'énergie totale du circuit RLC à un instant t s'écrit :

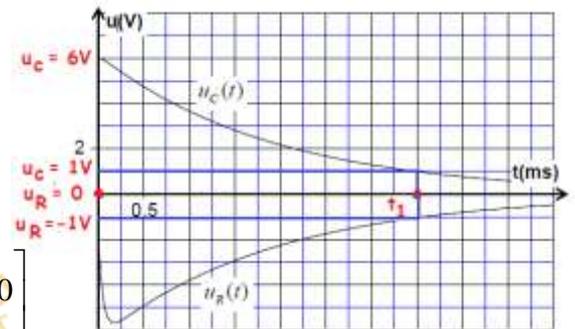
$$\begin{aligned} E &= E_{\text{électrique}} + E_{\text{magnétique}} \\ &= \frac{1}{2} C u_c^2 + \frac{1}{2} L i^2 \quad \text{et puisque } i = \frac{u_R}{R} \\ E &= \frac{1}{2} C u_c^2 + \frac{1}{2} \frac{L}{R^2} u_R^2 \end{aligned}$$

3.2- * Détermination de la valeur de $\Delta E = E_1 - E_0$, la variation de l'énergie totale du circuit entre les instants $t_0 = 0$ et $t_1 = 3,5 \text{ ms}$:

$$\begin{aligned} \Delta E &= E(t_1) - E(t_0) \\ \Delta E &= \left[\frac{1}{2} C u_c^2(t_1) + \frac{1}{2} \frac{L}{R^2} u_R^2(t_1) \right] - \left[\frac{1}{2} C u_c^2(t_0) + \frac{1}{2} \frac{L}{R^2} u_R^2(t_0) \right] \end{aligned}$$

A.N :

$$\begin{aligned} \Delta E &= \left[\frac{1}{2} \cdot 10^{-6} \times 1^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{0,1}{(10^3)^2} \times (-1)^2 \right] - \left[\frac{1}{2} \cdot 10^{-6} \times 6^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{0,1}{(10^3)^2} \times 0 \right] \\ \Delta E &= 5,5 \cdot 10^{-7} - 18 \cdot 10^{-6} \\ \Delta E &= -1,75 \cdot 10^{-5} \text{ J} \end{aligned}$$



* Interprétation du résultat : il y a dissipation d'énergie par effet Joule dans le circuit.

LA MECANIQUE :

Exercice 3 : *Mouvement d'un solide soumis à des forces (constantes - variables)*

1- Étude du mouvement d'un solide dans le champ de pesanteur uniforme

1.1- Equations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement de G :

- Système à étudier : {corps(S)}
- Repère d'étude ($O ; \vec{i} ; \vec{j}$) supposé galiléen ;
- Bilan des forces extérieures :

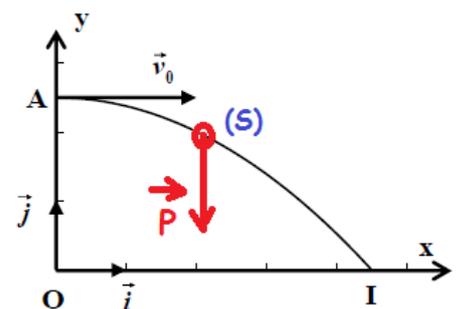
Poids du corps : \vec{P}

- 2^{ème} loi de Newton : $\vec{P} = m \cdot \vec{a}_G$

- Projection de cette relation vectorielle sur l'axe Ox et sur Oy :

$$\begin{cases} m \cdot a_x = P_x = 0 \\ m \cdot a_y = P_y = -P = -mg \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{dv_x}{dt} = a_x = 0 \\ \frac{dv_y}{dt} = a_y = -g \end{cases} \xrightarrow{\text{Par intégration}} \begin{cases} \frac{dx}{dt} = v_x = cte = v_0 \quad (v_{0x} = v_0) \\ \frac{dy}{dt} = v_y = -g \cdot t \quad (v_{0y} = 0) \end{cases}$$

$$\xrightarrow{\text{Par intégration}} \begin{cases} x(t) = v_0 \cdot t & (x_0 = 0) \\ y(t) = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + h & (y_0 = h) \end{cases}$$





1.2- Déduction de l'expression littérale de l'équation de la trajectoire du mouvement de G :

$$\begin{cases} x(t) = v_0 \cdot t \\ y(t) = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + h \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t = \frac{x}{v_0} \\ y = -\frac{1}{2}g \cdot \left(\frac{x}{v_0}\right)^2 + h \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t = \frac{x}{v_0} \\ y = -\frac{g}{2v_0^2} \cdot x^2 + h \end{cases} \leftarrow \text{équation de la trajectoire de G}$$

1.3- Calcul de la valeur de t_I l'instant d'arrivé de (S) au sol en I :

Dans ce cas : $y(t_I) = 0$ c.à.d $-\frac{g}{2v_0^2} \cdot x_I^2 + h = 0$ ou bien : $x_I = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$

Or : $t_I = \frac{x_I}{v_0}$ alors $t_I = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$

A.N : $t_I = \sqrt{\frac{2 \times 1}{9,8}} = \underline{0,45s}$

1.4- La lettre correspondante à la seule proposition vraie : est c)

$t' = t_I = \underline{0,45s}$; car la durée de la chute ne dépend pas de la vitesse de lancée.

2- Étude du mouvement d'un système oscillant {solide (S)- ressort}

2.1- Exploitation de la courbe de la figure (3) :

a) La constante de raideur K :

L'énergie potentielle élastique est une fonction linéaire en x^2 :

Alors elle peut s'écrire : $E_{pe} = a \cdot x^2$

Où a est le coefficient directeur de la droite : $a = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-4}} = 5J \cdot m^{-2}$

Et on sait que : $E_{pe} = \frac{1}{2}K \cdot x^2$

Alors par comparaison on constate que : $\frac{1}{2}K = a$ alors $K = 2 \cdot a$

A.N : $K = 2 \times 5 = \underline{10N \cdot m^{-1}}$ (1N = 1J.m⁻¹ car $F = \frac{W}{L}$)

b) L'énergie potentielle élastique maximale :

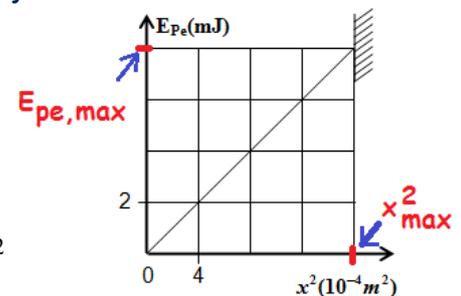
Graphiquement on trouve : $E_{pe_{max}} = \underline{8 \cdot 10^{-3}J}$

c) L'amplitude X_{max} des oscillations :

Graphiquement on trouve : $X_{max}^2 = 16 \cdot 10^{-4}m^2 \Rightarrow \underline{X_{max} = 4 \cdot 10^{-2}m = 4cm}$

2.2- Déduction de la valeur de l'énergie mécanique E_m du système oscillant :

On sait que : $E_m = E_c + \underbrace{E_{pp}}_{=0} + E_{pe} = Cte \Rightarrow E_m = E_c + E_{pe}$





Or lorsque $x = X_{\max}$ alors la vitesse de G s'annule et $E_c = 0$

Donc : $E_m = E_{pe_{\max}} = 8.10^{-3} J$

2-3- Montrons que l'expression de la période propre des oscillations s'écrit : $T_0 = 2\pi \cdot \frac{X_{\max}}{v}$

* Lorsque le centre G passe par la position O : $E_{pe} = 0$ alors $E_m = E_c = \frac{1}{2} m.v^2$

* Lorsque le centre G passe par la position extrême : $E_c = 0$ alors $E_m = E_{pe} = \frac{1}{2} K.X_{\max}^2$

* Des deux résultats on écrit : $\frac{1}{2} m.v^2 = \frac{1}{2} K.X_{\max}^2 \Rightarrow \frac{m}{K} = \frac{X_{\max}^2}{v^2} \Rightarrow \sqrt{\frac{m}{K}} = \frac{X_{\max}}{v}$

* On sait l'expression de la période propre : $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$

* Finalement on obtient : $T_0 = 2\pi \cdot \frac{X_{\max}}{v}$

A.N : $T_0 = 2\pi \cdot \frac{4.10^{-2}}{0.25} = 1s$

