

EXERCICE I :

التصحيح من انجاز الأستاذ مبارك هندنا

Partie 1: Electrolyse d'une solution aqueuse d'iodure de zinc

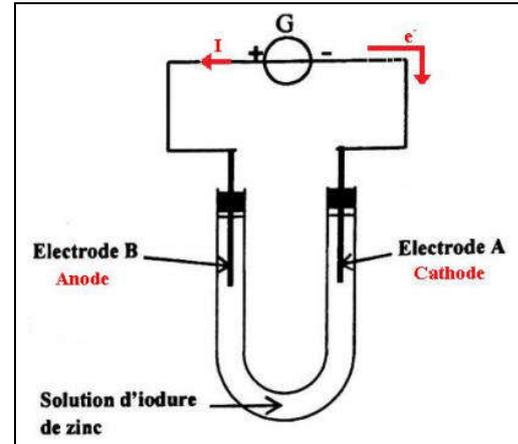
1. Le déplacement des électrons s'effectue du pôle négatif vers le pôle positif du générateur .

⇒ L'électrode B, reliée au pôle ⊕, cède des électrons de la solution, Il s'y produit l'oxydation, c'est l'anode.

2. Au voisinage de la cathode : $Zn_{(aq)}^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Zn_{(s)}$ réduction

Au voisinage de l'anode : $2I_{(aq)}^- \leftrightarrow I_{2(g)} + 2e^-$ oxydation

L'équation bilan lors de l'électrolyse : $Zn_{(aq)}^{2+} + 2I_{(aq)}^- \rightarrow Zn_{(s)} + I_{2(g)}$



3.

Tableau d'avancement :

Réaction chimique		$Zn_{(aq)}^{2+} + 2I_{(aq)}^- \rightarrow Zn_{(s)} + I_{2(g)}$			
Etat	Avancement	Quantités de matière en (mol)			
Etat initial	0	$n_i(Zn^{2+})$	$n_i(I^-)$	0	0
Pendant Δt	X	$n_i(I^-) - 2x$	$n_i(I^-) - 2x$	x	x

D'après le tableau d'avancement, la quantité de matière de Zn formée est : $n_{formée}(Zn) = \Delta n(Zn) = x$

D'où : La masse du Zn déposé est : $\Delta m(Zn) = x.M(Zn) \Rightarrow x = \frac{m}{M(Zn)}$ (avec $\Delta m(Zn) = m = 1,6g$)

La quantité de matière d'électrons échangés : $n(e^-) = 2x$

Or : $Q = I.\Delta t = n(e^-).F \Rightarrow \Delta t = \frac{2.m.F}{I.M(Zn)} \Rightarrow$ A.N : $\Delta t = \frac{2 \times 1,6 \times 9,65.10^4}{0,5 \times 65,4} \Rightarrow \Delta t = 157,4 \text{ min}$

Partie 2: Etude conductimétrique d'une solution aqueuse d'acide benzoïque

1.



2. Tableau d'avancement :

Équation chimique		$C_6H_5-CO_2H_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_6H_5-CO_2^{-}_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
initial	$x = 0$	C.V	Excès	0	0
Instant t	x	C.V-x	Excès	x	x
équilibre	$x_{éq}$	C.V- $x_{éq}$	Excès	$x_{éq}$	$x_{éq}$

3. 3.1- L'expression de la conductivité est : $\sigma = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+]_{éq} + \lambda_{C_6H_5COO^-} [C_6H_5COO^-]_{éq}$

D'après le tableau d'avancement : $[H_3O^+]_{éq} = [C_6H_5COO^-]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V}$

D'où : $\sigma = [H_3O^+]_{éq} \times (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_5COO^-})$

3-2- On a : $\tau = \frac{x_{éq}}{x_{max}}$

• Si la réaction est totale : puisque H_2O est en excès $\Rightarrow C_6H_5 - CO_2H$ est le réactif limitant.

Donc : $C.V - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C.V$

- D'après le résultat de la question précédente : $\sigma = [H_3O^+]_{\text{éq}} \times (\lambda_1 + \lambda_2)$

Et d'après le tableau d'avancement : $[H_3O^+]_{\text{éq}} = [C_6H_5COO^-]_{\text{éq}} = \frac{x_{\text{éq}}}{V}$

D'où : $\sigma = \frac{x_{\text{éq}}}{V} \times (\lambda_1 + \lambda_2) \Rightarrow x_{\text{éq}} = \frac{\sigma \cdot V}{\lambda_1 + \lambda_2}$

التصحيح من انجاز الأستاذ مبارك هندنا

Donc : $\tau = \frac{\frac{\sigma \cdot V}{\lambda_1 + \lambda_2}}{C \cdot V} \Rightarrow \tau = \frac{\sigma}{C \cdot (\lambda_1 + \lambda_2)}$ A.N : $\tau = \frac{8,6 \cdot 10^{-3}}{10^{-3} \cdot 10^3 \cdot (35 + 3,23) \cdot 10^{-3}}$

donc : $\tau = 0,22 = 22\%$

4. On a : $K = \frac{[C_6H_5COO^-]_{\text{éq}} \cdot [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[C_6H_5COOH]_{\text{éq}}}$

Et d'après le tableau d'avancement : on a $[H_3O^+]_{\text{éq}} = [C_6H_5COO^-]_{\text{éq}} = \frac{x_{\text{éq}}}{V}$

et $[C_6H_5COOH]_{\text{éq}} = \frac{CV - x_{\text{éq}}}{V} = C - \frac{x_{\text{éq}}}{V}$

Or : $\tau = \frac{x_{\text{éq}}}{x_{\text{max}}} = \frac{x_{\text{éq}}}{C \cdot V} \Rightarrow x_{\text{éq}} = \tau \cdot C \cdot V$

D'où : $[H_3O^+]_{\text{éq}} = [C_6H_5COO^-]_{\text{éq}} = \frac{\tau \cdot C \cdot V}{V} = \tau \cdot C$ et $[C_6H_5COOH]_{\text{éq}} = C - \frac{\tau \cdot C \cdot V}{V} = C \cdot (1 - \tau)$

Donc : $K = \frac{\tau^2 \cdot C^2}{C \cdot (1 - \tau)} \Rightarrow K = \frac{\tau^2 \cdot C}{1 - \tau}$

5. La constante d'équilibre, associé à la réaction de dissociation de l'acide benzoïque dans l'eau, représente la constante d'acidité K_A du couple acide - base $C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-$.

6. On a : $pK_A = -\log K_A$ et $K_A = \frac{\tau^2 \cdot C}{1 - \tau}$ donc : $pK_A = -\log\left(\frac{\tau^2 \cdot C}{1 - \tau}\right)$

A.N : $pK_A = -\log\left(\frac{0,22^2 \times 10^{-3}}{1 - 0,22}\right) \Rightarrow pK_A = 4,2$

7. On a : $\tau = \frac{x_{\text{éq}}}{x_{\text{max}}} \Rightarrow \tau = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}} \cdot V}{C \cdot V} \Rightarrow [H_3O^+]_{\text{éq}} = \tau \cdot C \cdot V$

Et on a : $pH = -\log[H_3O^+]$ c.à.d : $pH = -\log(\tau \cdot C \cdot V)$ A.N : $pH = -\log(0,22 \times 10^{-3} \times 1) \Rightarrow pH = 3,66$

Puisque : $pH = 3,66 < pK_A = 4,2$ donc l'espèce prédominante dans la solution S est l'acide C_6H_5COOH .

EXERCICE III :

Partie 1: Propagation d'une onde mécanique

1. L'onde qui se propage à la surface de l'eau est transversale, car la direction de perturbation est perpendiculaire à celui de propagation.

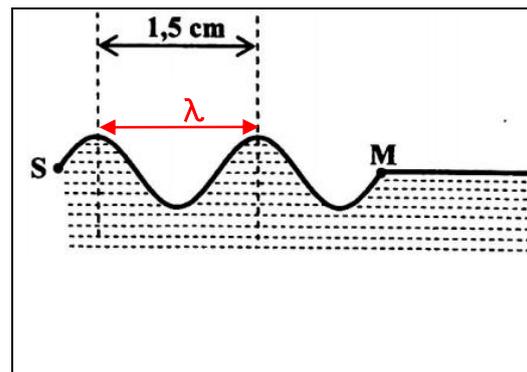
2. D'après la figure : $\lambda = 1,5 \text{ cm}$

3. On a : $v = \lambda \cdot N \Rightarrow v = 1,5 \cdot 10^{-2} \times 20 \Rightarrow v = 0,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

4. On a : $\tau = \frac{SM}{v} \Rightarrow \tau = \frac{SM}{\frac{\lambda}{T}} \Rightarrow \tau = \frac{SM}{\lambda} \cdot T$

$\Rightarrow \tau = \frac{2 \cdot \lambda}{\lambda} \cdot T \Rightarrow \tau = 2 \cdot T$

A.N : $\tau = \frac{2}{N} = \frac{2}{20} \Rightarrow \tau = 0,1 \text{ s}$



Partie 2 : Etude de la désintégration du radon 222

1. Puisque : $\xi({}_{86}^{222}\text{Rn}) = 7,69\text{MeV} / \text{nucléon} < \xi({}_{84}^{218}\text{Po}) = 7,73\text{MeV} / \text{nucléon}$

Donc : le noyau ${}_{84}^{218}\text{Po}$ est plus stable que le noyau ${}_{86}^{222}\text{Rn}$

التصحيح من انجاز الأستاذ مبارك هندنا

2. On a : $\xi({}_2^4\text{He}) = \frac{E_l({}_2^4\text{He})}{A} \Rightarrow E_l({}_2^4\text{He}) = A\xi({}_2^4\text{He}) \Rightarrow E_l({}_2^4\text{He}) = 4 \times 7,07 \Rightarrow E_l({}_2^4\text{He}) = 28,28\text{MeV}$

3. On a : $E_{\text{libérée}} = |E_l({}_{86}^{222}\text{Rn}) - [E_l({}_{84}^{218}\text{Po}) - E_l({}_2^4\text{He})]| \Rightarrow E_{\text{libérée}} = |222\xi({}_{86}^{222}\text{Rn}) - [88\xi({}_{84}^{218}\text{Po}) - E_l({}_2^4\text{He})]|$
 $\Rightarrow E_{\text{libérée}} = |222 \times 7,69 - [88 \times 7,73 - 28,28]| \Rightarrow E_{\text{libérée}} = 6,24\text{MeV}$

4. On a : $a(t) = a_0 \cdot e^{-\lambda t}$ à l'instant t_1 : $a(t_1) = a_0 \cdot e^{-\lambda t_1}$ c.à.d : $\frac{a_0}{4} = a_0 \cdot e^{-\lambda t_1}$

c.à.d : $e^{-\lambda t_1} = \frac{1}{4} \Rightarrow -\lambda t_1 = \ln(\frac{1}{4}) \Rightarrow t_1 = \frac{2 \ln(2)}{\lambda} \Rightarrow t_1 = 2 \cdot t_{1/2}$

A.N : $t_1 = 2 \times 3,8 \Rightarrow t_1 = 7,6 \text{ jours}$

EXERCICE IV :

I- Etude de la charge du condensateur :

1. D'après la loi d'additivité des tensions : $u_R + u_C = E$

on a d'après la loi d'ohm : $u_R = R \cdot i$

et : $q = C \cdot u_C \Rightarrow u_C = \frac{q}{C}$

donc : $R \cdot i + \frac{q}{C} = E$ et on a : $i = \frac{dq}{dt}$

D'où : $R \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = E$ alors : $RC \cdot \frac{dq}{dt} + q = C \cdot E$

2. On a : $q = A \cdot (1 - e^{-\alpha t})$ et $\frac{dq}{dt} = \frac{d[A \cdot (1 - e^{-\alpha t})]}{dt} = A \cdot \frac{d[1 - e^{-\alpha t}]}{dt} = A \cdot \alpha \cdot e^{-\alpha t}$

On remplace dans l'équation différentielle : $RC \cdot \frac{dq}{dt} + q = C \cdot E \Rightarrow RC \cdot A \cdot \alpha \cdot e^{-\alpha t} + A \cdot (1 - e^{-\alpha t}) = C \cdot E$

$\Rightarrow RC \cdot A \cdot \alpha \cdot e^{-\alpha t} + A - A \cdot e^{-\alpha t} = C \cdot E \Rightarrow RC \cdot A \cdot \alpha \cdot e^{-\alpha t} (RC \alpha - 1) = C \cdot E - A$

Cette équation est vraie quel que soit t si et seulement si : $RC \alpha - 1 = 0$ et $C \cdot E - A = 0$

Donc : $\alpha = \frac{1}{RC}$ et $A = C \cdot E$

3. 3-1- $Q = q_{\text{max}} = 10 \mu\text{C}$

3-2- $\tau = 1\text{ms}$

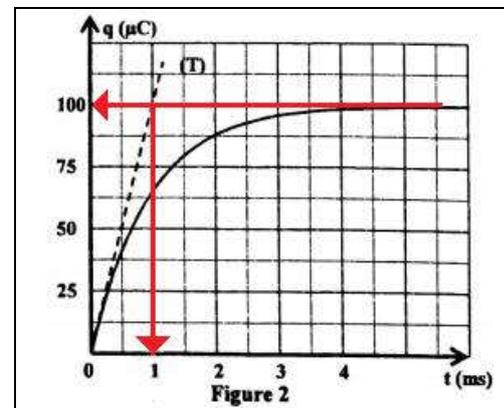
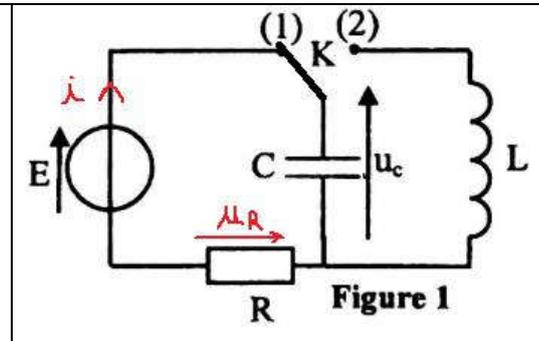
4. Lorsque le régime permanent est établi on a : $q = Q = \text{cte}$

c.à.d : $\frac{dq}{dt} = 0$

D'après l'équation différentielle on trouve : $Q = C \cdot E \Rightarrow C = \frac{Q}{E}$

$\Rightarrow C = \frac{100 \cdot 10^{-6}}{10} \Rightarrow C = 10^{-5} \text{ F} = 10 \mu\text{F}$

5. On a : $\tau = R \cdot C \Rightarrow R = \frac{\tau}{C}$ A.N : $R = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{10^{-5}} \Rightarrow R = 100 \Omega$



II- Etude des oscillations électriques dans le circuit LC :

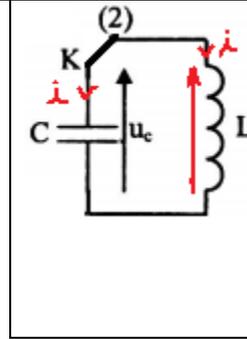
1. D'après la loi d'additivité des tensions : $u_L + u_C = 0$

Et : $u_L = L \cdot \frac{di}{dt}$ (bobine de résistance négligeable) \Rightarrow

$$L \cdot \frac{di}{dt} + u_C = 0$$

Et on a : $i = \frac{dq}{dt} = \frac{dCu_C}{dt} = C \cdot \frac{du_C}{dt}$ لظان

$$\Rightarrow LC \cdot \frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_C = 0$$



التصحيح من انجاز الأستاذ مبارك هندنا

2. 2-1- C'est la courbe (b).

+ Pour la courbe (a) : non, car le régime doit être périodique puisque la résistance totale du circuit est nulle (il s'agit d'un circuit LC idéal)

+ Pour la courbe (b) : oui, car le régime est périodique puisqu'il s'agit d'un circuit LC idéal et $u_C(0) = E = 10V$

+ Pour la courbe (b) : non, car $u_C(0) = E = 10V \neq 0$

2-2- D'après le graphe : $T_0 = 20ms$

3. On a : $T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{LC} \Rightarrow T_0^2 = 4\pi^2 \cdot LC \Rightarrow L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 \cdot C} \Rightarrow L = \frac{(20 \cdot 10^{-3})^2}{4 \times 10 \times 10^{-6}} \Rightarrow L = 1H$

4. 4-1- L'énergie totale du circuit est $E_T = E_e + E_m$ qui reste constant au cours du temps

5. (circuit LC idéal). C.à.d que: $E_T = E_T(0) = E_e(0) + E_m(0)$

Or $E_e(0) = \frac{1}{2}CE^2$ et $E_m(0) = 0 \Rightarrow E_T = \frac{1}{2}CE^2$

$$\Rightarrow E_T = \frac{1}{2} \times 10^{-5} \times 10^2 \Rightarrow E_T = 5 \cdot 10^{-4} J$$

4-2- On a : $E_T = E_e + E_m \Rightarrow E_m = E_T - E_e \Rightarrow E_m = E_T - \frac{1}{2} \cdot C \cdot u_C^2$

À l'instant t_1 : $E_m = 5 \cdot 10^{-4} - \frac{1}{2} \times 10^{-5} \times (-8)^2 \Rightarrow E_m = 1,8 \cdot 10^{-4} J$ لظان

EXERCICE V :

I- Etude du mouvement sur la partie A'B' :

1. Le système (S) est soumis aux forces suivantes :

- Le poids \vec{P}
- La réaction du plan incliné \vec{R}
- La force motrice \vec{F}

D'après la deuxième loi de Newton

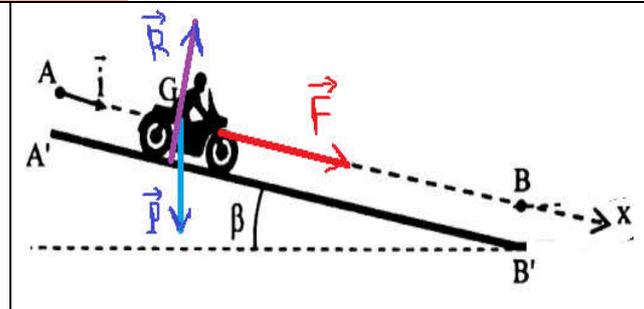
$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m \cdot \vec{a}_G$$

La projection sur l'axe (Ax) : $P_x + R_x + F_x = m \cdot a_x \Rightarrow m \cdot g \cdot \sin \beta + 0 + F = m \cdot a_G$

$$\Rightarrow a_G = \frac{F + m \cdot g \cdot \sin \beta}{m} \Rightarrow a_G = \frac{F}{m} + g \cdot \sin \beta$$

2. La courbe $V_G = f(t)$ est une fonction linéaire $\Rightarrow V_G = k \cdot t$

Avec : $k = \frac{\Delta V_G}{\Delta t} = \frac{9-0}{2-0} = 4,5 m \cdot s^{-2} \Rightarrow V_G = 4,5 \cdot t$



Et d'autre part on a : $a_G = \frac{dV_G}{dt} = \frac{d(4,5.t)}{dt} \Rightarrow a_G = 4,5m.s^{-2}$

3. D'après le résultat de la question 1 : $m.g.\sin\beta + F = m.a_G$
 $\Rightarrow F = m.[a_G - g.\sin\beta] \Rightarrow F = 190.[4,5 - 10 \times \sin 10] \Rightarrow F = 525,07N$

***** التصحيح من انجاز الأستاذ مبارك هندا

4. Puisque la trajectoire est rectiligne et $a_G = Cte \neq 0$
 Donc : le mouvement est rectiligne uniformément varié (uniformément accéléré).
 D'où l'expression de l'équation horaire s'écrit sous la forme :

$x(t) = \frac{1}{2}.a.t^2 + v_0.t + x_0$ avec : $a_G = 4,5m.s^{-2}$, $v_0 = 0$ et $x_0 = 0$
 $\Rightarrow x(t) = \frac{1}{2} \times 4,5.t^2 + 0 \times t + 0 \Rightarrow x(t) = 2,25.t^2$

5. On a : $x(t) = 2,25.t^2$ à l'instant t_B : $x(t_B) = 2,25.t_B^2$ avec $x(t_B) = x_B = AB$

$\Rightarrow t_B = \sqrt{\frac{AB}{2,25}} \Rightarrow t_B = \sqrt{\frac{36}{2,25}} \Rightarrow t_B = 4s$

6. On a : $V_G = 4,5.t$ à l'instant t_B : $V_B = 4,5.t_B$

$\Rightarrow V_B = 4,5 \times 4 \Rightarrow V_B = 18m.s^{-1}$

II- Etude du mouvement de G lors de la phase du saut:

1. Le système (S) est soumis à son poids \vec{P}

D'après la deuxième loi de Newton : $\vec{P} = m.\vec{a}_G$

La projection sur l'axe Ox : $P_x = m.a_x \Rightarrow 0 = m.a_x \Rightarrow a_x = 0$

$\Rightarrow \frac{dv_x}{dt} = 0 \Rightarrow v_x = c_1$

À l'instant t=0: $v_{x0} = c_1 = v_C.\cos\alpha$ d'où : $v_x = v_C.\cos\alpha$

Alors : $\frac{dx}{dt} = v_C.\cos\alpha$

La projection sur l'axe Oy : $P_y = m.a_y \Rightarrow -mg = m.a_y \Rightarrow a_x = -g$

$\Rightarrow \frac{dv_y}{dt} = -g \Rightarrow v_y = -gt + c_3$

À l'instant t=0: $v_{y0} = c_3 = v_C.\sin\alpha$ d'où : $v_y = -g.t + v_C.\sin\alpha$

Alors : $\frac{dy}{dt} = -g.t + v_C.\sin\alpha$

2. On a : $\frac{dx_G}{dt} = v_C.\cos\alpha \Rightarrow x_G(t) = (v_C.\cos\alpha).t + c_3$

À l'instant t=0: $x_G(0) = c_3 + 0$ d'où : $x_G(t) = (v_C.\cos\alpha).t$

Et d'après la donnée : $x_G(t) = 19,02.t$ on déduit : $v_C.\cos\alpha = 19,02$

$\Rightarrow v_C = \frac{19,02}{\cos\alpha} \Rightarrow v_C = \frac{19,02}{\cos 18} \Rightarrow v_C = 20m.s^{-1}$

3. 3-1- Au point P : $y_P = 5t_P^2 + 6,18t_P$ et $y_P = 0 \Rightarrow 5t_P^2 + 6,18t_P = 0$

$\Rightarrow 5t_P + 6,18 = 0 \Rightarrow t_P = 1,236s$

Et d'autre part : $x_P = 19,02.t_P \Rightarrow x_P = 19,02 \times 1,236 \Rightarrow x_P = 23,51m$

Or : $x_P = 23,51m < 30m \Rightarrow$ la saut effectué n'est pas réussi.

$$3-2- \text{ On a : } x_G(t) = (v_C \cdot \cos \alpha) \cdot t \quad \text{et} \quad y(t) = \frac{-1}{2} \cdot g t^2 + (V_C \cdot \sin \alpha) \cdot t$$

$$\Rightarrow t = \frac{x}{V_C \cdot \cos \alpha} \quad \Rightarrow y = \frac{-g}{2 \cdot V_C^2 \cdot \cos^2 \alpha} x^2 + x \cdot \tan \alpha$$

$$\text{À la position P : on a } x_P = CP = 30m \quad \text{et} \quad y_P = 0$$

$$\Rightarrow \frac{-g}{2 \cdot V_{\min}^2 \cdot \cos^2 \alpha} x_P^2 + x_P \cdot \tan \alpha = 0 \quad \Rightarrow V_{\min} = \sqrt{\frac{g \cdot x_P}{\sin(2\alpha)}}$$

$$\text{A.N : } V_{\min} = \sqrt{\frac{10 \times 30}{\sin(2 \times 18)}} \Rightarrow V_{\min} = 22,59 m \cdot s^{-1}$$

التصحيح من انجاز الأستاذ مبارك هندا