- Chimie -

Partie I : Synthèse de l'aspirine et étude de sa réaction avec l'eau

1-1- Nom du groupe caractéristique :

* Dans l'acide acétyle salicylique : Ester

* Dans l'acide salicylique : Alcool

1-2- Caractéristiques de la réaction : Totale et rapide

1-3- Le montage utilisé pour la synthèse est : Le montage(1)

1-4- Le rôle du chauffage à reflux : Augmenter la vitesse de réaction et eviter la perte de la matière.

1-5- Valeur du rendement :

- Le rendement est : $r = \dfrac{n_{exp}(aspirine)}{n_{théo}(aspirine)}$ avec : $n_{exp}(aspirine) = \dfrac{m_{exp}}{M}$ et $n_{théo}(aspirine) = x_{max} = n_1$

Donc : $r = \dfrac{m_{exp}}{M \times n_1}$ A.N : $r = \dfrac{15,3}{180 \times 0,1} = 0,85 = 85\%$

2-1- Equation chimique :

$$AH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

2-2- La réaction étudiée n'est pas totale :

- Tableau d'avancement :

Equation de la réaction		$AH_{(aq)}$	$+ H_2O_{(\ell)}$	$\rightleftharpoons A^-_{(aq)}$	$+ H_3O^+_{(aq)}$
Etat du système	Avancement x(mol)	Quantités de matière (mol)			
Etat initial	0	$C.V$	excès	0	0
E. intermédiaire	x	$C.V - x$	excès	x	x
Etat d'équilibre	x_f	$C.V - x_f$	excès	x_f	x_f

On calcule le taux d'avancement final :

On sait que $\tau = \dfrac{x_f}{x_{max}}$ avec $x_{max} = C.V$ alors $\tau = \dfrac{x_f}{C.V}$ A.N : $\tau = \dfrac{5,70.10^{-4}}{5,55.10^{-3} \times 0,5} \approx 0,21 = 21\%$

Puisque $\tau = 0,21 < 1$ alors la réaction est limitée (non totale).

2-3- Détermination de la constante d'acidité K_A :

- La constante d'acidité est : $K_A = \dfrac{[H_3O^+]_{éq} \times [A^-]_{éq}}{[AH]_{éq}}$

avec : $[H_3O^+]_{éq} = [A^-]_{éq} = \dfrac{x_f}{V}$ et $[AH]_{éq} = C - \dfrac{x_f}{V}$, On obtient :

$K_A = \dfrac{\left(\dfrac{x_f}{V}\right)^2}{C - \dfrac{x_f}{V}}$ ou bien $K_A = \dfrac{x_f^2}{V.[C.V - x_f]}$ A.N : $K_A = \dfrac{(5,70.10^{-4})^2}{0,5 \times [5,55.10^{-3} \times 0,5 - 5,70.10^{-4}]} \approx 3.10^{-4}$

Partie II : La transformation spontanée dans une pile

1- Détermination du quotient de réaction initial :

- Equation de la réaction : $2.Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)} \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} 2.Ag_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \Rightarrow Q_{r,i} = \frac{[Cu^{2+}]_i}{[Ag^+]_i^2} = \frac{C_2}{C_1^2}\frac{5{,}0.10^{-2}}{(1{,}0.10^{-1})^2} = 5$

- Puisque $Q_{r,i} = 5 << K = 2{,}2.10^{15}$; alors le système évolue selon le sens (1).

2- Calcul de la quantité d'électricité ayant traversé le conducteur ohmique :

On a la quantité d'électricité Q transportée pendant Δt, par les porteurs de charges (les électrons dans le circuit extérieur) est :

$Q = n(e^-).F$, avec $n(e^-) = 2.x_{max}$ et $n_i(Ag^+) - 2.x_{max} = 0$; d'où : $Q = n_i(Ag^+).F$

- Finalement : $Q = C_1.V_1.F$ A.N : $Q = 1{,}0.10^{-1} \times 20.10^{-3} \times 96500 = 193C$

- Physique -

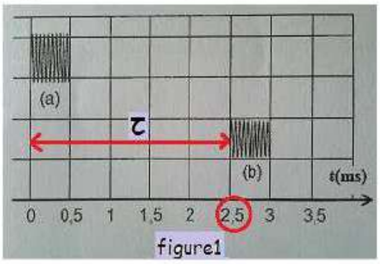
Les Ondes : Propagation des ondes mécaniques et des ondes lumineuses

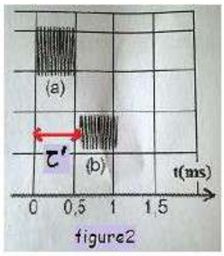
1- Le bon choix est : a) Les ondes lumineuses sont longitudinales

2-1- Le retard τ:

D'après le graphe de la figure 1 ;

on trouve $\tau = 2{,}5ms = 2{,}5.10^{-3}s$





2-2- Vérification de la vitesse $v_{air} = 340m.s^{-1}$:

On applique la relation : $2.d = v_{air} \times \tau \Rightarrow v_{air} = \frac{2.d}{\tau}$ $A.N : v_{air} = \frac{2 \times 42{,}5.10^{-2}}{2{,}5.10^{-3}} = 340m.s^{-1}$

2-3- Le milieu dans lequel l'onde est rapide :

- D'après le graphe de la figure 2 ; on trouve $\tau' \approx 0{,}6ms$

- On voit bien que $\tau' \approx 0{,}6ms << \tau = 2{,}5ms$ alors d'après la relation $v = \frac{2.d}{\Delta t}$ $(d = constante)$

on aura : $v_{eau} = \frac{2.d}{\tau'} >> v_{air} = \frac{2.d}{\tau}$; et l'onde sonore est plus rapide dans l'eau que dans l'air.

3-1- Détermination de la fréquence :

De la relation $\lambda = \frac{c}{\nu}$; on tire l'expression : $\nu = \frac{c}{\lambda}$ A.N : $\nu = \frac{3.10^8}{632{,}8.10^{-9}} \approx 4{,}74.10^{14}Hz$

3-2- Détermination de a_0 :

- Avec la fente d'épaisseur a = 0,1mm, la largeur de la tache centrale est donnée par la relation : $L = \frac{2\lambda.D}{a}$ (1)

- Avec un cheveu fin d'épaisseur a_0, la largeur de la tache centrale est donnée par la relation : $L_0 = \frac{2\lambda.D}{a_0}$ (2)

- Le rapport $\frac{(1)}{(2)}$ donne : $\frac{L}{L_0} = \frac{a_0}{a} \Rightarrow \underline{a_0 = a.\frac{L}{L_0} = \frac{a}{2}}$ A.N : $a_0 = \frac{0,1}{2} = \underline{0,05mm = 50\mu m}$

L'Electricité : La réponse d'un dipôle

1 - Détermination du coefficient d'auto induction d'une bobine

1-1- Le rôle de la bobine:

A la fermeture du circuit, la bobine retarde l'établissement du courant électrique dans la branche contenant cette bobine.

1-2- Relation entre les tensions u_R et u_b :

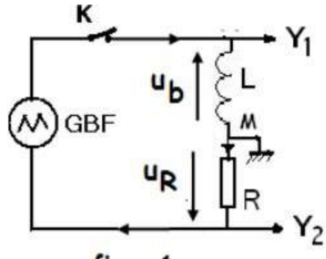


figure1

- Pour le conducteur ohmique, en convention générateur : $u_R = -R.i$
- Pour la bobine, en convention récepteur : $u_b = L.\frac{di}{dt}$
- En combinant les deux relations, on peut écrire :

$$u_b = L.\frac{di}{dt} = L.\frac{d}{dt}\left(-\frac{u_R}{R}\right) \Rightarrow \underline{u_b = -\frac{L}{R}.\frac{du_R}{dt}}$$

1-3- Détermination de u_b et $\frac{du_R}{dt}$:

D'après le graphe de la figure 2 ; et au bout d'une demi- période $\Delta t = \frac{T}{2} = 2\times 0,2 = 0,4ms$,

on trouve : $u_b = -1\times 2 = \underline{-2V}$ et $\frac{du_R}{dt} = \frac{\Delta u_R}{\Delta t} = \frac{\Delta u_R}{T/2} = \frac{2\times(u_{R\max} - u_{R\min})}{T} = \frac{2\times(6-(-6))}{4\times 0,2.10^{-3}} = \underline{3.10^4 V.s^{-1}}$

1-4- Déduction de L :

De la relation déjà établie $u_b = -\frac{L}{R}.\frac{du_R}{dt}$; on déduit que : $\underline{L = -R.\frac{u_b}{\left(\frac{du_R}{dt}\right)}}$

A.N : $L = -1,5.10^3 \times \frac{(-2)}{3.10^4} = \underline{0,1H}$

2 - Décharge d'un condensateur dans une bobine

2-1- Premier cas : Circuit LC idéal

2-1-1- Equation différentielle que vérifie q(t) :

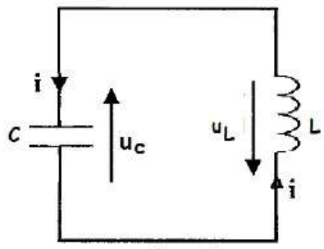


figure3

- Loi d'additivité des tensions : $u_c + u_L = 0$ (1)
- En convention récepteur :

$$u_c = \frac{q}{C} \ (2) \quad \text{et} \quad u_L = L.\frac{di}{dt} = L.\frac{d^2q}{dt^2} \ (3) \quad \text{avec } i = \frac{dq}{dt}$$

- Des trois relations ; on écrit : $\frac{q}{C} + L.\frac{d^2q}{dt^2} = 0$ ou bien $\underline{\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{L.C}.q = 0}$

2-1-1- Détermination de la capacité C :

On sait que : $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$, de cette relation, on déduit l'expression : $\underline{C = \frac{T_0^2}{4\pi^2.L}}$

- A.N : $C = \frac{(2.10^{-3})^2}{4\times 10\times 0,1} \approx \underline{10^{-6}F}$

2-2- Deuxième cas : Circuit RLC

2-2-1- Nature du régime étudié :

Ce régime est appelé pseudo-périodique.

2-2-2- Calcul de l'énergie totale du circuit à t_1 et à t_2 :

- On sait que : $q = C.u_c \Rightarrow i = \frac{dq}{dt} = C.\frac{du_c}{dt}$

Quand la tension u_c est maximale alors $\frac{du_c}{dt} = 0$ donc $i = 0$

- Aux instants $t_0 = 0$ et $t_1 = 2T$: La tension u_c est maximale alors $i(0) = 0$ et $i(2T) = 0$

On sait que : $E_{Tot} = E_{éle} + E_{mag}$

- A l'instant $t_0 = 0$:

$$E_{Tot}(0) = E_{éle}(0) + E_{mag}(0) \Rightarrow E_{Tot}(0) = \frac{1}{2}C.uc^2(0) + \underbrace{\frac{1}{2}L.i^2(0)}_{=0} \Rightarrow E_{Tot}(0) = \frac{1}{2}C.uc^2(0)$$

- A.N : $E_{Tot}(0) = \frac{1}{2} \times 10^{-6} \times 6^2 = 1{,}8.10^{-5}J = 18\mu J$

- A l'instant $t_1 = 2T$:

$$E_{Tot}(2T) = E_{éle}(2T) + E_{mag}(2T) \Rightarrow E_{Tot}(2T) = \frac{1}{2}C.uc^2(2T) + \underbrace{\frac{1}{2}L.i^2(2T)}_{=0} \Rightarrow E_{Tot}(2T) = \frac{1}{2}C.uc^2(2T)$$

- A.N : $E_{Tot}(2T) = \frac{1}{2} \times 10^{-6} \times 4^2 = 8.10^{-6}J = 8\mu J$

- Remarque : L'énergie totale du circuit ne se conserve pas.

2-2-3- Détermination de la valeur de R_0 :

De la relation donnée $\ln\left(\frac{E_{Tot}(0)}{E_{Tot}(2T)}\right) = \frac{R_0}{L}.(2T - 0)$ on déduit que : $R_0 = \frac{L}{2T}.\ln\left(\frac{E_{Tot}(0)}{E_{Tot}(2T)}\right)$

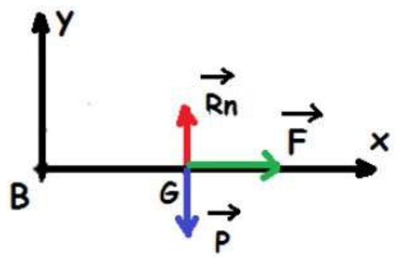
- A.N : $R_0 = \frac{0{,}1}{2 \times 2.10^{-3}}.\ln\left(\frac{18}{8}\right) \approx 20{,}3\Omega$

La Mécanique : Le saut à l'aide de la motocyclette

1- Le mouvement du système (S) sur la partie horizontale :

1-1-1- Expression de l'accélération :

- Système à étudier : {système(S)}
- Repère d'étude R (B ; $\vec{i}$) supposé galiléen ;
- Bilan des forces extérieures :
  * Poids du corps : $\vec{P}$
  * Réaction du plan horizontal : $\vec{R} = \vec{R_n}$ (*pas de frottement*)
  * Force motrice : $\vec{F}$



- 2ème loi de newton : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m.\vec{a_G}$ ou $\vec{P} + \vec{R_n} + \vec{F} = m.\vec{a_G}$

- Projection de cette relation vectorielle sur l'axe Ox : $P_x + R_{nx} + F_x = m.a_x$ (*)
- Expressions : $P_x = 0$, $R_{nx} = 0$, $F_x = F$ et $a_x = a_G$.
- La relation (*) devient : $m.a_G = F$
- Finalement on obtient l'expression : $\underline{a_G = \dfrac{F}{m} = Cte}$

* L'accélération est constante, donc le mouvement de G est rectiligne uniformément varié.

1-2- a- Identification de la courbe :

Le mouvement de G est rectiligne uniformément varié, alors la vitesse est une fonction affine croissante $(a_G = \dfrac{F}{m} > 0)$, de la forme : $v(t) = a_G.t + v_0$.

Donc la courbe n° 4 est celle qui représente les variations de la vitesse instantanée.

1-2- b- Déduction de v_0 et a_G :

- v_0 représente la vitesse à l'origine des temps, et graphiquement on trouve :
$\underline{v_0 = 8m.s^{-1} \approx 28{,}8km.h^{-1}}$
- La vitesse est une fonction affine, alors : $v(t) = a_G.t + v_0$; $avec\ a_G = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{9-8}{2-0} \Rightarrow \underline{a_G = 0{,}5m.s^{-2}}$

1-3- Calcul de l'intensité F :

On a déjà établit l'expression $\underline{F = m.a_G}$

- A.N : $F = 190 \times 0{,}5 = \underline{95N}$

2- Le mouvement du système (S) au cours du saut :

2-1- Equation différentielle que vérifient $x_G(t)$ et $y_G(t)$: :

- Système à étudier : {système(S)}
- Repère d'étude R $(O\ ;\ \vec{i}\ ,\ \vec{j})$ supposé galiléen ;
- Bilan des forces extérieures : Poids du corps : $\vec{P}$
- 2ème loi de newton : $\vec{P} = m.\vec{a}_G$
- Projection de cette relation vectorielle sur les axes Ox et Oy :

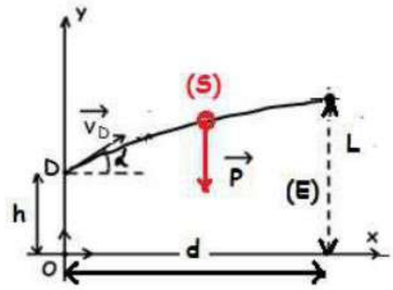


figure1

$$\begin{cases} P_x = m.a_x \\ P_y = m.a_y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0 = m.a_x \\ -m.g = m.a_y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_x = \dfrac{dv_x}{dt} = 0 \\ a_y = \dfrac{dv_y}{dt} = -g \end{cases}$$

- Par intégration, et en tenant compte des conditions initiales (t=0), on obtient :

$$\underline{\frac{dx_G}{dt} = v_D.\cos(\alpha)} \quad et \quad \underline{\frac{dy_G}{dt} = -g.t + v_D.\sin(\alpha)}$$

2-2- Détermination de h et v_D :

- Par intégration, et en tenant compte des conditions initiales (t=0), on obtient :

$$x_G(t) = v_D.\cos(\alpha).t \quad et \quad y_G(t) = -\frac{1}{2}g.t^2 + v_D.\sin(\alpha).t + h$$

- Par identification avec les équations données : $x_G(t) = 22{,}5.t$ et $y_G(t) = -5.t^2 + 11.t + 5$

On en déduit : $\underline{h = 5m}$ et $v_D.\cos(\alpha) = 22{,}5 \Rightarrow v_D = \dfrac{22{,}5}{\cos(\alpha)} = \dfrac{22{,}5}{\cos(26°)} \approx \underline{25 m.s^{-1} = 90 km.h^{-1}}$

2-3- Le saut a-t-il réussi ou pas ? :

Comparons $y_G(d)$ et (L + 0,6) :

L'instant où le système passe juste au dessus de l'écran (E) est : $t = \dfrac{x_G(t)}{22{,}5} = \dfrac{d}{22{,}5} = \dfrac{20}{22{,}5} = 0{,}889 s$

Calculons $y_G(0.889) = -5.(0{,}889)^2 + 11.(0{,}889) + 5 = 10{,}8 m$

On voit bien que $y_G(d) = \underline{10{,}8 m}$ > $L + 0{,}6 = 10 + 0{,}6 = \underline{10{,}6 m}$

Conclusion : <u>Le saut a réussi</u>