

- Chimie -Partie I : Etude de l'ibuprofène comme acide carboxylique1 - Etude d'une solution aqueuse d'ibuprofène :1-1- La transformation est limitée :

- Tableau d'avancement :

Equation de la réaction		$C_{13}H_{18}O_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_{13}H_{17}O_2^-(aq) + H_3O^+(aq)$			
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 $\tau = \frac{x_f}{x_{\max}}$ avec $x_{\max} = C.V$; $x_f = [H_3O^+]_{\text{éq}}$ et $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ On trouve : $\tau = \frac{10^{-pH}}{C}$ **A.N :** $\tau = \frac{10^{-2,7}}{5,0 \cdot 10^{-2}} \approx 0,04 = 4\%$ Conclusion : Puisque $\tau = 0,04 < 1$ alors la réaction étudiée est limitée (non totale).1-2- Quotient de réaction $Q_{r,\text{éq}}$ à l'état d'équilibre :On sait que : $Q_{r,\text{éq}} = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}} \times [C_{13}H_{17}O_2^-]_{\text{éq}}}{[C_{13}H_{18}O_2]_{\text{éq}}}$ Or $[C_{13}H_{17}O_2^-]_{\text{éq}} = [H_3O^+]_{\text{éq}} = 10^{-pH}$ et $[C_{13}H_{18}O_2]_{\text{éq}} = C - [H_3O^+]_{\text{éq}} = C - 10^{-pH}$ Donc : $Q_{r,\text{éq}} = \frac{10^{-2 \cdot pH}}{C - 10^{-pH}}$ **A.N :** $Q_{r,\text{éq}} = \frac{10^{-2 \times 2,7}}{5,0 \cdot 10^{-2} - 10^{-2,7}} \approx 8,3 \cdot 10^{-5}$ 1-3- Valeur du pK_A :On d'une part que $K_A = Q_{r,\text{éq}}$ et d'autre part $pK_A = -\log(K_A)$ D'où : $pK_A = -\log(Q_{r,\text{éq}})$ **A.N :** $pK_A = -\log(8,3 \cdot 10^{-5}) \approx 4,1$

2- Titration d'une solution aqueuse d'ibuprofène2-1- Eléments du dispositif expérimental :

(1) : solution d'hydroxyde de sodium ; (2) : Appareil pH-mètre ;
 (3) : solution (S) ; (4) : burette.

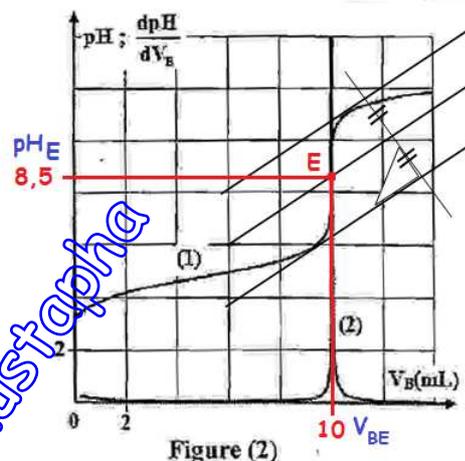
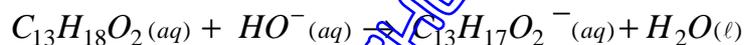
2-2- La courbe qui représente $pH = f(V_B)$:

C'est la courbe numéro (1).

2-3- Valeur du volume V_{BE} :

En utilisant la méthode des droites
 Parallèles ; on trouve graphiquement :

- $V_{BE} = 10\text{mL}$: Volume versé à l'équivalence.
- $pH_E \approx 8,5$.

2-4- Equation chimique de la réaction :2-5- Quantité de matière n_A de l'acide :

- A l'équivalence toute la quantité de l'acide est consommée :

$$n_A = n(HO^-)_{versée} \Rightarrow n_A = C_B \cdot V_{BE}$$

$$\text{A.N : } n_A = 1,94 \cdot 10^{-1} \times 10 \cdot 10^{-3} = 1,94 \cdot 10^{-3} \text{ mo } \ell$$

2-6- * Valeur de la masse m dans le comprimé :

- On sait que : $n_A = \frac{m}{M}$ d'où $m = n_A \cdot M$

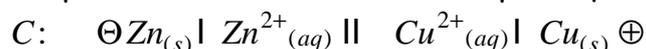
$$\text{A.N : } m = 1,94 \cdot 10^{-3} \times 206 \approx 0,3996\text{g} = 399,6\text{mg}$$

* Comparaison :

La masse dans le comprimé d'ibuprofène 399,6mg est bien celle indiquée sur l'étiquette du médicament 400mg.

Partie II : Etude d'une pile1- Le schéma conventionnel de la pile étudiée :

La borne positive de la pile est l'électrode de cuivre par laquelle sort le courant électrique :



2- Quantité de matière $n(\text{Cu})$ du cuivre déposée :

- Tableau d'avancement :

Equation		$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + \text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Cu}_{(s)} + \text{Zn}^{2+}_{(aq)}$				Quantité de matière des e^- échangés :
E. du système	Avancement x (mol)	Quantités de matière (mol)				
E. initial	0	$C.V$	$\frac{m}{M(\text{Zn})}$	$n_0(\text{Cu})$	$C.V$	0
E. final	x_{\max}	$C.V - x_{\max}$	$\frac{m}{M(\text{Zn})} - x_{\max}$	$n_0(\text{Cu}) + x_{\max}$	$C.V + x_{\max}$	$n_{\max}(e^-) = 2.x_{\max}$

- Déterminons l'avancement maximal x_{\max} :

* Si l'ion cuivre est le réactif limitant alors :

$$C.V - x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = C.V \quad \text{A.N } x_{\max} = 1 \times 50.10^{-3} = 5.10^{-2} \text{ mol}$$

* Si le zinc est le réactif limitant alors :

$$\frac{m}{M(\text{Zn})} - x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = \frac{m}{M(\text{Zn})} \quad \text{A.N : } x_{\max} = \frac{6,54}{65,4} = 0,1 \text{ mol}$$

Donc le réactif limitant est l'ion cuivre II et l'avancement maximal $x_{\max} = 5.10^{-2} \text{ mol}$ - D'après le tableau la quantité de matière du cuivre formé est : $n(\text{Cu}) = x_{\max}$

$$\text{A.N : } n(\text{Cu}) = 5.10^{-2} \text{ mol}$$

3- Durée Δt de fonctionnement de la pile :- La quantité de matière des électrons échangés entre Cu^{2+} et $\text{Zn}_{(s)}$: $n_{\max}(e^-) = 2.x_{\max}$ - La quantité d'électricité débitée par la pile pendant la durée Δt : $Q = I.\Delta t = n_{\max}(e^-).F$

$$\text{Donc : } I.\Delta t = 2.x_{\max}.F \Rightarrow \Delta t = \frac{2.x_{\max}.F}{I}$$

$$\text{A.N : } \Delta t = \frac{2 \times 5.10^{-2} \times 9,65.10^4}{100.10^{-3}} \approx 9,65.10^4 \text{ s} = 26\text{h}48\text{min } 20\text{s}$$

- Physique -**Exercice 1 : Ondes ultrasonores****1- L'onde sonore est-elle longitudinale ou transversale :**

Elle est longitudinale, car la direction de propagation de cette onde est la même que celle de la déformation du milieu de propagation.

2-1- La célérité des ultrasons dans l'eau vaut : C) $V_{\text{eau}} \approx 1667 \text{ m.s}^{-1}$.

$$\text{En effet ; la vitesse est donnée par : } V_{\text{eau}} = \frac{D}{(\Delta t)_{\text{eau}}}$$

D'après l'oscillogramme, le décalage de temps est : $(\Delta t)_{\text{eau}} = 6 \times 0,1 \text{ ms} = 6.10^{-4} \text{ s}$

$$\text{A.N : } V_{\text{eau}} = \frac{1}{6.10^{-4}} \approx 1667 \text{ m.s}^{-1}$$

2-2- La longueur d'onde vaut : D) $\lambda \approx 41,7 \text{ m}$.

En effet ; la longueur d'onde est donnée par : $\lambda = \frac{V_{\text{eau}}}{N}$

$$\text{A.N : } \lambda = \frac{1667}{40.10^3} \approx 0,0417 \text{ m} = 41,7 \text{ mm}$$

3- Le sens de variation de la célérité des ultrasons :

On sait que les ultrasons vont parcourir la même distance **D** entre l'émetteur **E** et le récepteur **R** dans l'eau et dans le nouveau liquide avec deux vitesses différentes respectives V_{eau} et V ;

Alors : $D = V_{\text{eau}} \times (\Delta t)_{\text{eau}} = V \times \Delta t$

$$\text{Donc : } V = V_{\text{eau}} \times \frac{(\Delta t)_{\text{eau}}}{\Delta t} \Rightarrow V = V_{\text{eau}} \times \frac{0,6}{0,9} \Rightarrow V = V_{\text{eau}} \times \frac{2}{3} \Rightarrow V < V_{\text{eau}}$$

On voit bien que la célérité des ultrasons diminue dans le nouveau liquide.

Exercice 2 : Evolution d'un système électrique

Partie I : Détermination de la capacité d'un condensateur

1- La proposition VRAIE est l'expression : B) $u_C = \frac{I_0}{C} \cdot t$

En effet, la charge électrique est d'une part : $q = C \cdot u_C$

D'autre part cette même charge est : $q = I_0 \cdot \Delta t = I_0 \cdot t$ puisque $\Delta t = t - t_0 = t - 0 = t$

Des deux relations, on écrira : $q = C \cdot u_C = I_0 \cdot t \Rightarrow u_C = \frac{I_0}{C} \cdot t$

2- Vérifions que : $C = 0,5 \mu\text{F}$.

- La courbe (figure 2) de la fonction $u_C = f(t)$ est une droite d'équation : $u_C = K \cdot t$ (1)

K : représente le coefficient directeur ; de valeur : $K = \frac{\Delta u_C}{\Delta t} = \frac{2-0}{2-0} = 1 \text{ V.s}^{-1}$

- On a établi que $u_C = \frac{I_0}{C} \cdot t$ (2)

- Les deux relations (1) et (2) permettent d'écrire : $\frac{I_0}{C} = K$ ou bien $C = \frac{I_0}{K}$

$$\text{A.N : } C = \frac{0,5.10^{-6}}{1} = 0,5.10^{-6} \text{ F} = 0,5 \mu\text{F}$$

Partie II : Etude de la décharge d'un condensateur à travers une bobine

1- Equation différentielle que vérifie la charge $q(t)$:

D'après la figure (page 5) : $u_C = -u_b \Rightarrow u_b + u_C = 0$

En respectant les conventions : $u_C = \frac{q}{C}$ et $u_b = L \cdot \frac{di}{dt}$ avec $i = \frac{dq}{dt}$

$$\text{Alors : } L \cdot \frac{di}{dt} + \frac{q}{C} = 0 \Rightarrow L \cdot \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{C} \cdot q = 0 \Rightarrow \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC} \cdot q = 0$$

2-1- Le régime d'oscillations : le régime est dit : **périodique.**

2-2-1- Valeurs de Q_m , T_0 et φ :

- Q_m est la charge maximale qui vaut graphiquement : $Q_m = 3.10^{-6} C$

- T_0 est la période propre de (LC) qui vaut graphiquement : $T_0 = 4 \times 0.157 ms = 0,628s$

- φ est la phase à l'instant $t = 0$:

* On sait que : $q(t) = Q_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$ et $q(t=0) = Q_m \cos(\varphi)$ (1)

* D'après le graphe de $q(t)$; on a : $q(t=0) = Q_m$ (2)

En comparant (1) et (2), on peut écrire que : $Q_m \cos(\varphi) = Q_m$ c.à.d $\cos(\varphi) = 1$

Finalement on trouve : $\varphi = 0$

2-2-2- Valeur de L :

On applique la relation : $T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}$ d'où : $T_0^2 = 4\pi^2 \cdot L \cdot C$

$$\text{Ce qui donne : } L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 \cdot C}$$

A.N : $L = \frac{(0,628)^2}{4 \times 10 \times 0,5 \cdot 10^{-6}} = 0,0197 H = 19,7 mH$

2-3- * Explication qualitative de la conservation de l'énergie totale de (LC) :

La résistance du circuit (LC) est pratiquement nulle ; donc l'effet Joule n'aura pas lieu et par suite pas de perte d'énergie : Il y a échange d'énergie entre le condensateur et la bobine.

*** Calcul de l'énergie totale de (LC) :**

- On sait que $i = \frac{dq}{dt}$: Quand la charge q est maximale alors $\frac{dq}{dt} = 0$ donc $i = 0$

- A l'instant $t_0 = 0$: La charge q est maximale $q(0) = Q_m$ alors $i(0) = 0$

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

- A l'instant $t_0 = 0$: $E_{Tot}(0) = E_{ele}(0) + E_{mag}(0) \Rightarrow E_{Tot}(0) = \frac{1}{2} C \cdot u_C^2(0) + \underbrace{\frac{1}{2} L \cdot i^2(0)}_{=0}$

$$\Rightarrow E_{Tot}(0) = \frac{1}{2} C \cdot u_C^2(0) \text{ avec } u_C(0) = \frac{q(0)}{C}, \text{ on aboutit à l'expression : } \Rightarrow E_{Tot} = \frac{1}{2 \cdot C} q^2(0) = \frac{Q_m^2}{2 \cdot C}$$

- A.N : $E_{Tot} = \frac{(3 \cdot 10^{-6})^2}{2 \times 0,5 \cdot 10^{-6}} = 9 \cdot 10^{-6} J = 9 \mu J.$

2-4- Valeur maximale de l'intensité du courant :

- A l'instant $t_1 = \frac{T_0}{4}$: La charge q est nulle $q(0) = 0$ alors i est maximal $i(t_1) = I_m$

On sait que : $E_{Tot} = E_{\acute{e}le} + E_{mag} = Cte$ à tout instant :

$$E_{Tot} = E_{Tot}(t_1) = E_{\acute{e}le}(t_1) + E_{mag}(t_1) \Rightarrow E_{Tot}(t_1) = \frac{1}{2 \cdot C} \cdot \underbrace{q^2(t_1)}_{=0} + \frac{1}{2} L \cdot i^2(t_1)$$

$$\Rightarrow E_{Tot} = \frac{1}{2} L \cdot I_m^2, \text{ on aboutit à l'expression : } I_m = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{Tot}}{L}}$$

- A.N : $I_m = \sqrt{\frac{2 \times 9 \cdot 10^{-6}}{19,7 \cdot 10^{-3}}} \approx 3 \cdot 10^{-2} A$

Exercice 2 : Evolution d'un système mécanique

Partie I : Mouvement d'un solide sur un plan incliné

1- Equation différentielle du mouvement vérifiée par l'abscisse x :

- Système à étudier : {corps(S)}

- Repère d'étude $R(O, \vec{i}, \vec{j})$ supposé galiléen :

- Bilan des forces extérieures :

* Poids du corps : \vec{P}

* Réaction du plan incliné : $\vec{R} \perp$ au plan de contact

$$\vec{R} = \vec{R}_n \quad (\text{absence de forces de frottement})$$

* Force motrice : \vec{F}

- 2^{ème} loi de Newton : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m \cdot \vec{a}_G$ ou $\vec{P} + \vec{R}_n + \vec{F} = m \cdot \vec{a}_G$

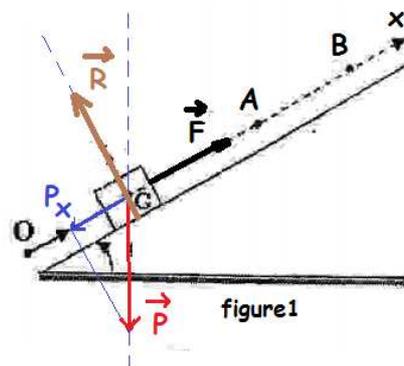
- Projection de cette relation vectorielle sur l'axe Ox :

$$P_x + R_{nx} + F_x = m \cdot a_x \quad (*)$$

- Expressions : $P_x = -mg \sin(\alpha)$, $R_{nx} = 0$, $F_x = +F$ et $a_x = \frac{d^2x}{dt^2}$.

- La relation (*) devient : $-mg \sin(\alpha) + F = m \cdot \frac{d^2x}{dt^2}$

- Finalement l'équation différentielle est : $\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{F}{m} - g \cdot \sin(\alpha)$



2-1- Détermination graphique de l'accélération a_G :

- D'après la figure 2, la vitesse est une fonction linéaire du temps : $v(t) = K.t$ (1) ; K : est le coefficient directeur

$$K = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_M - v_O}{t_M - t_O} = \frac{1,5 - 0}{1 - 0} = 1,5 \text{ m.s}^{-2}$$

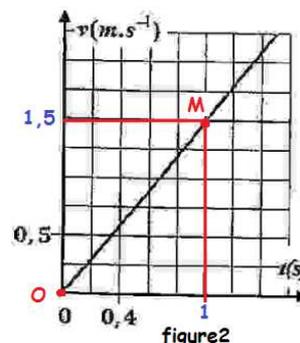
- Puisque l'accélération $a_G = \frac{F}{m} - g.\sin(\alpha) = \text{Cte}$ alors

le mouvement de G est uniformément varié, et la vitesse

de G s'écrira sous la forme : $v(t) = a_G.t + v_0$ avec $v_0 = 0$ ou bien : $v(t) = a_G.t$ (2)

- En comparant (1) et (2), on en déduit que :

$$a_G = K \quad \text{A.N : } a_G = 1,5 \text{ m.s}^{-2}$$

**2-2- Calcul de l'intensité de la force F :**

- On sait que : $a_G = \frac{F}{m} - g.\sin(\alpha)$ d'où : $F = m.(a_G + g.\sin(\alpha))$

$$\text{A.N : } F = 0,1 \times (1,5 + 10 \times \sin(30^\circ)) = 0,65 \text{ N}$$

3-1- Nature du mouvement de G entre A et B :

- Sur le parcours $[AB]$, on a : $\vec{F} = \vec{0}$

Le même raisonnement conduit à établir l'expression

de l'accélération : $\frac{d^2x}{dt^2} = -g.\sin(\alpha)$

$$\text{A.N : } a'_G = -10 \times \sin(30^\circ) = -5 \text{ m.s}^{-2}$$

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

3-2- Détermination de la distance AB :

- L'équation horaire du mouvement de G : $x(t) = \frac{1}{2} a'_G.t^2 + v_A.t$, puisque $v'_0 = v_A$ et $x'_0 = x_A = 0$

- L'équation de la vitesse devient : $v(t) = a'_G.t + v_A$

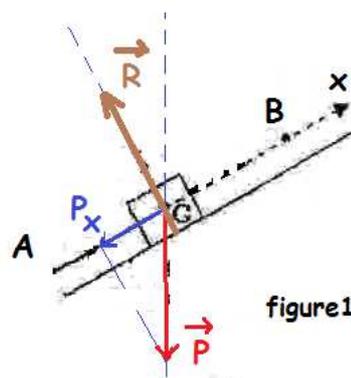
- En B le mobile s'arrête ; donc $v_B(t_B) = a'_G.t_B + v_A = 0$ d'où : $t_B = \frac{-v_A}{a'_G}$

- La distance AB s'écrit : $AB = x_B(t_B) - x_A(t_A)$ avec $x_A(t_A) = x_A(0) = 0$

$$AB = x_B(t_B) = \frac{1}{2} a'_G.t_B^2 + v_A.t_B \Rightarrow AB = \frac{1}{2} a'_G \left(\frac{-v_A}{a'_G} \right)^2 + v_A \left(\frac{-v_A}{a'_G} \right)$$

Après simplification on obtient : $AB = -\frac{v_A^2}{2.a'_G}$

$$\text{A.N : } AB = -\frac{2,4^2}{2 \times (-5)} = 0,576 \text{ m} = 57,6 \text{ cm}$$



Partie II : Mouvement d'un système {solide- ressort}**1- Valeur de la période propre T_0 :**

D'après l'énoncé on a : $10 \times T_0 = \Delta t$ donc on aura $T_0 = \frac{\Delta t}{10} = \frac{3,14}{10} = 0,314s \approx \frac{\pi}{10}s$

2- Valeur de la raideur K :

On applique la relation : $T_0 = 2.\pi.\sqrt{\frac{m}{K}}$ ou bien $T_0^2 = 4.\pi^2 \frac{m}{K}$

on trouve que : $K = 4.\pi^2 \cdot \frac{m}{T_0^2}$

$$\text{- A.N : } K = 4 \times \pi^2 \times \frac{0,1}{(\pi/10)^2} = 40N.m^{-1}$$

3-a) Amplitude X_m :

D'après le diagramme de la figure4 : $X_m = 0,04m$

3-b) Energie mécanique du système E_m :

- Lorsque le centre G du solide (S) passe par la position maximale $x_G = X_m$:

* L'énergie potentielle élastique a pour valeur : $E_{pe}(X_m) = 4 \times 8 = 32mJ$

* L'énergie cinétique est nulle : $E_c(X_m) = 0mJ$

* L'énergie mécanique est constante : $E_m = E_{pe}(X_m) + E_c(X_m)$

- Finalement on obtient : $E_m = 32mJ = 32 \cdot 10^{-3}J$

3-c) La vitesse maximale V_{max} :

- La vitesse maximale du mouvement de G est atteinte en passant par la position : $x_G = 0$

* L'énergie potentielle élastique est nulle : $E_{pe}(0) = 0mJ$

* L'énergie cinétique est maximale : $E_c(0) = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_{max}^2$

* L'énergie mécanique est constante : $E_m = E_{pe}(0) + E_c(0)$

- De ces relations, On peut écrire : $\frac{1}{2} \cdot m \cdot V_{max}^2 = E_m$

- Finalement on obtient : $V_{max} = \sqrt{\frac{2 \cdot E_m}{m}}$

$$\text{- A.N : } V_{max} = \sqrt{\frac{2 \times 32 \cdot 10^{-3}}{0,1}} = 0,8m.s^{-1}$$