## - Chimie -

**Partie I :** Etude de l'ibuprofène comme acide carboxylique

### 1- Etude d'une solution aqueuse d'ibuprofène :

#### 1-1- La transformation est limitée :

- Tableau d'avancement :

| Equation de la réaction | | $C_{13}H_{18}O_{2(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows C_{13}H_{17}O_2{}^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 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 $\tau = \dfrac{x_f}{x_{max}}$ *avec* $x_{max} = C.V$ ; $x_f = [H_3O^+].V$ *et* $[H_3O^+] = 10^{-pH}$

On trouve : $\tau = \dfrac{10^{-pH}}{C}$

**A.N :** $\tau = \dfrac{10^{-2,7}}{5,0.10^{-2}} \approx 0,04 = 4\%$

Conclusion : Puisque $\tau = 0,04 < 1$ *alors la réaction étudiée est limitée (non totale).*

#### 1-2- Quotient de réaction $Q_{r;éq}$ à l'état d'équilibre :

On sait que : $Q_{r;éq} = \dfrac{[H_3O^+]_{éq} \times [C_{13}H_{17}O_2{}^-]_{éq}}{[C_{13}H_{18}O_2]_{éq}}$

Or $[C_{13}H_{17}O_2{}^-]_{éq} = [H_3O^+]_{éq} = 10^{-pH}$ *et* $[C_{13}H_{18}O_2]_{éq} = C - [H_3O^+]_{éq} = C - 10^{-pH}$

Donc : $Q_{r;éq} = \dfrac{10^{-2.pH}}{C - 10^{-pH}}$

**A.N :** $Q_{r;éq} = \dfrac{10^{-2\times 2,7}}{5,0.10^{-2} - 10^{-2,7}} \approx 8,3.10^{-5}$

#### 1-3- Valeur du $pK_A$ :

On d'une part que $K_A = Q_{r;éq}$ et d'autre part $pK_A = -\log(K_A)$

D'où : $pK_A = -\log(Q_{r;éq})$

**A.N :** $pK_A = -\log(8,3.10^{-5}) \approx 4,1$

## 2- Titrage d'une solution aqueuse d'ibuprofène

### 2-1- 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 utlilisant la méthode des droites
Parallèles ; on trouve graphiquement :

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

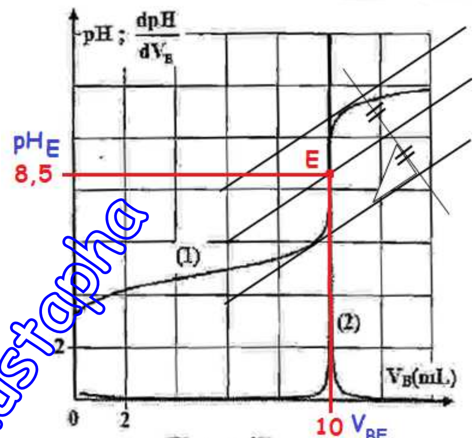

Figure (2)

### 2-4- Equation chimique de la réaction :
$$C_{13}H_{18}O_{2\,(aq)} + HO^-{}_{(aq)} \rightarrow C_{13}H_{17}O_2{}^-{}_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

### 2-5- Quantité de matière $n_A$ de l'acide :
- A l'équivalence toute la quantité de l'acide est consommée :

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

**A.N :** $n_A = 1{,}94.10^{-1} \times 10.10^{-3} = \underline{1{,}94.10^{-3}\,mo\,\ell}$

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

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

**A.N :** $m = 1{,}94.10^{-3} \times 206 \approx \underline{0{,}3996g = 399{,}6mg}$

* 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 pile

### 1- Le schéma conventionnel de la pile étudiée :
La borne positive de la pile est l'électrode de cuivre par laquelle sort le courant électrique :

$$C: \quad \ominus Zn_{(s)} \,|\, Zn^{2+}{}_{(aq)} \,||\, Cu^{2+}{}_{(aq)} \,|\, Cu_{(s)} \oplus$$

**2- Quantité de matière $n(Cu)$ du cuivre déposée :**

- Tableau d'avancement :

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

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

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

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

* Si le zinc est le réactif limitant alors :

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

Donc le réactif limitant est l'ion cuivre II et l'avancement maximal $x_{max} = 5.10^{-2} mo\ell$

- D'après le tableau la quantité de matière du cuivre formé est : $n(Cu) = x_{max}$

**A.N :** $\underline{n(Cu) = 5.10^{-2} mo\ell}$

**3- Durée $\Delta t$ de fonctionnement de laa pile :**

- La quantité de matière des électrons échangés entre $Cu^{2+}$ et $Zn_{(s)}$ : $n_{max}(e^-) = 2.x_{max}$

- La quantité d'électricité débitée par la pile pendant la durée $\Delta t$ : $Q = I.\Delta t = n_{max}(e^-).F$

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

**A.N :** $\Delta t = \frac{2\times 5.10^{-2}\times 9,65.10^{4}}{100.10^{-3}} \approx \underline{9,65.10^{4} s = 26h48\min 20s}$

## - Physique -

**Exercice1 : Ondes ultrasonores**

**1- L'oned 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)** $V_{eau} \approx \underline{1667 m.s^{-1}}$.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Exercice2 : Evolution d'un système électrique

### Partie I : Détermination de la capacité d'un condensateur

**1-** La proposition VRAIE est l'expression **B)** $u_C = \dfrac{I_0}{C}.t$

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

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

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

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

- La courbe (figure2) de la fonction $u_C = f(t)$ est une droite d'équation : $u_C = K.t \ (1)$

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

- On a établit que $u_C = \dfrac{I_0}{C}.t \quad (2)$

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

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

### 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 $u_b = L.\frac{di}{dt}$ avec $i = \frac{dq}{dt}$

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

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

**2-2-1-** Valeurs de $Q_m$ , $T_0$ et $\varphi$ :

- $Q_m$ est la charge maximale qui vaut graphiquement : $\underline{Q_m = 3.10^{-6} C}$
- $T_0$ est la période propre de (LC) qui vaut graphiquement : $\underline{T_0 = 4 \times 0.157 ms = 0,628 s}$
- $\varphi$ est la phase à l'instant t = 0 :

 * On sait que : $q(t) = Q_m \cos(\frac{2.\pi}{T_0}.t + \varphi)$ 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 : $\underline{\varphi = 0}$

**2-2-2-** Valeur de $L$ :

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

Ce qui donne : $\underline{L = \frac{T_0^{\,2}}{4.\pi^2.C}}$

**A.N :** $L = \frac{(0,628)^2}{4 \times 10 \times 0,5.10^{-6}} \underline{= 0,0197 H = 19,7 mH}$

**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 : $E_{Tot} = E_{éle} + E_{mag} = Cte$

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

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

- A.N : $E_{Tot} = \dfrac{(3.10^{-6})^2}{2\times 0,5.10^{-6}} = \underline{9.10^{-6}\,J = 9\mu J}.$

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

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

On sait que : $E_{Tot} = E_{éle} + E_{mag} = Cte$ à tout instant :

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

$\Rightarrow E_{Tot} = \dfrac{1}{2}L.I_m^2$ , on aboutit à l'expression : $\underline{I_m = \sqrt{\dfrac{2.E_{Tot}}{L}}}$

- A.N : $I_m = \sqrt{\dfrac{2\times 9.10^{-6}}{19,7.10^{-3}}} \approx \underline{3.10^{-2}\,A}$

## Exercice2 : 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 :

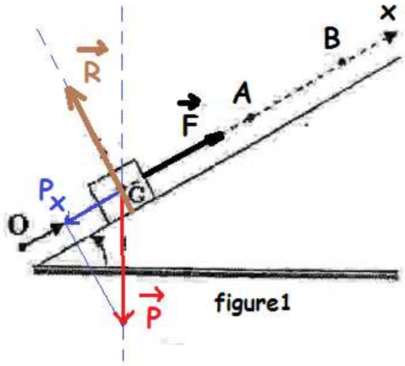

figure1

* Poids du corps : $\vec{P}$

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

$\vec{R} = \vec{R}_n$ $(abscence\ de\ forces\ de\ frottement)$

* 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 :

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

- Expressions : $P_x = -mg\sin(\alpha)$ , $R_{nx}=0$, $F_x = +F$ et $a_x = \dfrac{d^2x}{dt^2}$.
- La relation (*) devient : $-mg\sin(\alpha) + F = m.\dfrac{d^2x}{dt^2}$
- Finalement l'équation différentielle est : $\underline{\dfrac{d^2x}{dt^2} = \dfrac{F}{m} - g.\sin(\alpha)}$

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

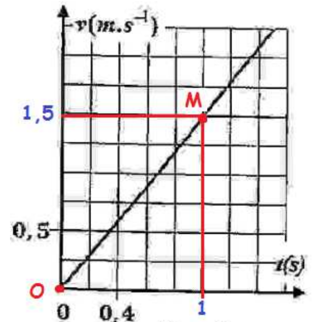

figure2

- D'après la figure2, la vitesse est une fonction linéaire du temps : $v(t)=K.t$ (1) ; $K$ : *est le coefficient directeur*

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

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

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

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

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

**A.N :** $F=0,1\times(1,5+10\times\sin(30°))=\underline{0,65N}$

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

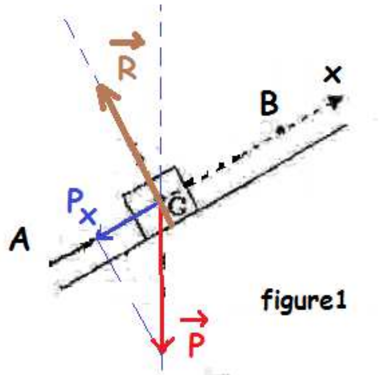

figure1

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

Le même raisonnement conduit à établir l'expression de l'accélération : $\underline{\frac{d^2x}{dt^2}=-g.\sin(\alpha)=Cte}$

- **A.N :** $a'_G=-10\times\sin(30°)=\underline{-5m.s^{-2}}$
- L'accélération est constante, donc le mouvement de G est <u>rectiligne uniformément varié.</u>

## 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 : $\underline{AB=-\frac{v_A{}^2}{2.a'_G}}$

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

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 $T_0 = \frac{\Delta t}{10} = \frac{3,14}{10} = \underline{0,314 s} \approx \frac{\pi}{10} s$

**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 : $\underline{K = 4.\pi^2.\frac{m}{T_0^2}}$

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

**3-a) Amplitude $X_m$ :**

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

**3-b) Energie mécanique du système $E_m$ :**

- Lorsque le centre G du solide (S) passe par la position maximale $x_G = Xm$ :
* L'énergie potentielle élastique a pour valeur : $Epe(X_m) = 4\times8 = 32mJ$
* L'énergie cinétique est nulle : $Ec(X_m) = 0mJ$
* L'énergie mécanique est constante : $Em = Epe(X_m) + Ec(X_m)$
- Finalement on obtient : $\underline{Em = 32mJ = 3,2.10^{-2}J}$

**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 : $Epe(0) = 0mJ$
* L'énergie cinétique est maximale : $Ec(0) = \frac{1}{2}.m.V_{max}^2$
* L'énergie mécanique est constante : $Em = Epe(0) + Ec(0)$
- De ces relations, On peut écrire : $\frac{1}{2}.m.V_{max}^2 = Em$
- Finalement on obtient : $V_{max} = \sqrt{\frac{2.E_m}{m}}$

- **A.N :** $V_{max} = \sqrt{\frac{2\times32.10^{-3}}{0,1}} = \underline{0,8 m.s^{-1}}$