

## Exercice 0

**Partie I : Chromage d'une plaque d'acier par électrolyse.**

**1. L'électrode qui joue le rôle de la cathode :**

Au voisinage de la plaque d'acier on observe un dépôt de chrome Cr donc :



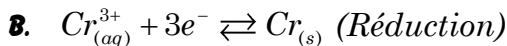
Alors plaque en acier joue le rôle de la cathode.

**2.**

**2.1. L'équation de la réaction au niveau de l'électrode de graphite :**



**2.2. L'équation de la réaction au niveau de la plaque d'acier :**



**3. La masse de chrome déposée sur la plaque d'acier :**

On a  $Q = n(e) \cdot F = I \cdot \Delta t \Rightarrow n(e) = \frac{I \cdot \Delta t}{F}$  ①

Tableau d'avancement a côté de la plaque d'acier				
Equ de la réaction		$\text{Cr}_{(aq)}^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons \text{Cr}_{(s)}$		
états	avan	Quantité de matière (en mol)		
initial	0	$n_i(\text{Cr}^{3+})$	0	0
Après $\Delta t$	$x$	$n_i(\text{Cr}^{3+}) - x$	$3x$	$x$

D'après le tableau d'avancement :  $n(e) = 3x$  ②

D'après ① et ② :  $3x = \frac{I \cdot \Delta t}{F}$  donc  $x = \frac{I \cdot \Delta t}{3F}$

D'après le tableau d'avancement la quantité de matière de chrome déposée :

$n_{\text{déposée}} = \Delta n = x - 0 \Rightarrow n_{\text{déposée}} = x$

D'où la masse de Cr déposée :

$n_{\text{déposée}} = \frac{m_{\text{déposée}}}{M(\text{Cr})} \Rightarrow m_{\text{déposée}} = n_{\text{déposée}} \times M(\text{Cr})$

$m_{\text{déposée}} = x \times M(\text{Cr})$

Donc  $m_{\text{déposée}} = \frac{I \cdot \Delta t}{3F} \times M(\text{Cr})$

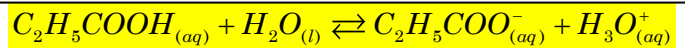
A.N :  $m_{\text{déposée}} = \frac{2 \times 2 \times 3600}{3 \times 96500} \times 52$

$m_{\text{déposée}} = 2,58 \text{ g}$

**Partie II : Etude de quelques propriétés d'une solution aqueuse d'acide propénoïque.**

**1. Solution aqueuse d'acide propénoïque :**

**1.1. L'équation de la réaction entre l'acide propénoïque et l'eau :**



**1.2. Le taux d'avancement final :**

On a :  $\tau = \frac{x_f}{x_{\max}}$

Equ de la réact		$\text{AH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$			
états	avan	Quantité de matière (en mol)			
initial	0	$C_a \cdot V$	En excès	0	0
Interm	$x$	$C_a \cdot V - x$		$x$	$x$
Final	$x_m$	$C_a \cdot V - x_m$		$x_m$	$x_m$

Puisque  $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$  est en excès donc  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}_{(aq)}$  est le réactif limitant donc :

$C_a \cdot V - x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = C_a \cdot V$

On sait que  $x_f = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot V$  et  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$

Donc  $x_f = 10^{-\text{pH}} \cdot V$

Alors  $\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{10^{-\text{pH}} \cdot V}{C_a \cdot V} = \frac{10^{-\text{pH}}}{C_a}$

A.N :  $\tau = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{10^{-3,1}} \Rightarrow \tau = 0,015 = 1,5\%$

Puisque  $\tau = 0,015 < 1$  donc la réaction est limitée.

**1.3. Le quotient de réaction à l'équilibre :**

On a

$Q_{r,\text{éq}} = \frac{[\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}]_{\text{éq}}}$

D'après le tableau d'avancement :

$$\begin{cases} [\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-]_{\text{éq}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = \frac{x_{\text{éq}}}{V} \\ [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = \frac{C_a \cdot V - x_{\text{éq}}}{V} = C_a - x_{\text{éq}} \end{cases}$$

Donc  $Q_{r,\text{éq}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}^2}{C_a - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}$

On a  $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3,1}$

$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = 7,94 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

A.N :  $Q_{r,\text{éq}} = \frac{(7,94 \cdot 10^{-4})^2}{5 \cdot 10^{-2} - 7,94 \cdot 10^{-4}}$

$Q_{r,\text{éq}} = 1,28 \cdot 10^{-5}$

**1.4. La valeur de  $\text{pK}_A$  :**

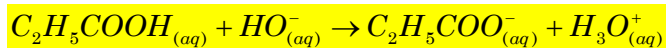
On a  $\text{pK}_A = -\log(K_A)$  et  $K_A = Q_{r,\text{éq}}$

donc  $\text{pK}_A = -\log(Q_{r,\text{éq}}) = -\log(1,28 \cdot 10^{-5})$

$\text{pK}_A = 4,89$

propénoïque :

2.1. L'équation de la réaction du dosage :



2.2. Le volume  $V_{bE}$  de la solution versé à l'équilibre :

Graphiquement :  $V_{bE} = 20mL$

2.3. La Valeur de la concentration  $C_a$  :

À l'équivalence on a :  $C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_{bE}$

$$\text{donc } C_a = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{V_a} = \frac{5 \cdot 10^{-2} \times 20 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-3}}$$

$$C_a = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

2.4. La masse d'acide propénoïque pur dissout dans un litre :

On a :  $C_0 = 10C_a$

$$\text{et } \begin{cases} n_0 = \frac{m_0}{M} \Rightarrow m_0 = n_0 \cdot M \\ C_0 = \frac{n_0}{V} \Rightarrow n_0 = C_0 \cdot V \end{cases} \Rightarrow m_0 = C_0 \cdot V \cdot M$$

donc  $m_0 = 10C_a \cdot V \cdot M$

A.N :  $m_0 = 10 \times 5 \cdot 10^{-2} \times 1 \times 74$

$$m_0 = 37g$$

2.5. Le pourcentage de la forme acide du couple  $C_2H_5COOH_{(aq)} / C_2H_5COO^-_{(aq)}$  dans le mélange :

On a :

$$\alpha(C_2H_5COOH) = \frac{[C_2H_5COOH]}{[C_2H_5COOH] + [C_2H_5COO^-]} = \frac{1}{1 + \frac{[C_2H_5COO^-_{(aq)}]}{[C_2H_5COOH_{(aq)}]}} = \frac{1}{1 + 10^{pH - pK_A}}$$

Pour un volume  $V_b = 5mL$

Graphiquement on trouve :  $pH = 4,4$

$$\text{A.N : } \alpha(C_2H_5COOH) = \frac{1}{1 + 10^{4,4 - 4,89}}$$

$$\alpha(C_2H_5COOH) = 0,75 = 75\%$$

### Exercice 2

Partie I : Propagation des ondes sonores dans l'air.

1.

1.1. L'onde sonore est une onde transversale : faux.

L'onde sonore ne se propage pas dans le vide : vrai.

2. La durée  $\Delta t$  :

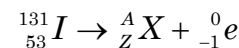
Graphiquement :  $\Delta t = 5 \times 0,5ms = 2,5ms$

3. La célérité des ondes sonores dans l'air :

$$\text{On a : } v = \frac{L}{\Delta t} = \frac{85 \cdot 10^{-2}}{2,5 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow v = 340m.s^{-1}$$

Partie II : Désintégration de l'iode  $^{131}I$ .

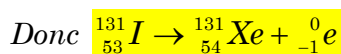
1. L'équation de désintégration de l'iode  $^{131}I$  :



D'après les lois de Soddy :

$$\begin{cases} 131 = A + 0 \Rightarrow A = 131 \\ 53 = Z - 1 \Rightarrow Z = 54 \end{cases} \Rightarrow ^{131}_{54}X$$

D'après le tableau le noya produit au cours de cette désintégration est Xénon  $^{131}_{54}Xe$



2. L'énergie libérée  $|\Delta E|$  :

On a :

$$\begin{aligned} \Delta E &= \Delta m \cdot c^2 = [m(^{131}_{54}Xe) + m(^0_{-1}e) - m(^{131}_{53}I)] \cdot c^2 \\ &= [130,905082 + 5,48580 \cdot 10^{-4} - 130,906125] \cdot c^2 \\ &= -4,9442 \cdot 10^{-4} u \cdot c^2 \\ &= -4,9442 \cdot 10^{-4} \times 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2} \cdot c^2 \\ \Delta E &= -0,46055223 \text{ MeV} \end{aligned}$$

Donc  $|\Delta E| = |-0,46055223 \text{ MeV}|$

$$|\Delta E| = 0,46055223 \text{ MeV}$$

3.

3.1. La demi-vie  $t_{1/2}$  :

Graphiquement  $t_{1/2} = 8 \text{ jours}$

3.2. Le nombre  $N_0$  de noyaux d'iode présents à la date  $t = 0$  :

On a  $a_0 = \lambda \cdot N_0$  donc  $N_0 = \frac{a_0}{\lambda}$

$$\text{d'où } \lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}}$$

$$\text{Donc } N_0 = \frac{t_{1/2}}{\ln(2)} \cdot a_0$$

$$\text{A.N : } N_0 = \frac{\ln(2)}{8 \times 24 \times 3600} \times 4 \cdot 10^6$$

$$N_0 = 3,99 \cdot 10^{12}$$

3.3. L'instant  $t_1$  où 95% des noyaux d'iode se sont désintégrés :

D'après loi de décroissance radioactive :

$$N = N_0 e^{-\lambda \cdot t}$$

À l'instant  $t_1$  :  $N_1 = N_0 e^{-\lambda t_1}$  المزيد من الإمتحانات مع التصحيح زوروا موقعنا الآن [www.Taalime.ma](http://www.Taalime.ma)

Puisque 95% des noyaux d'iode se sont désintégrés donc 5% des noyaux d'iode restants.

$$\text{Alors } N_1 = \frac{5}{100} N_0 = 0,05 N_0$$

$$0,05 N_0 = N_0 e^{-\lambda t_1}$$

$$0,05 = e^{-\lambda t_1}$$

$$\ln(0,05) = -\lambda t_1$$

$$t_1 = \frac{\ln(0,05)}{-\lambda}$$

On sait que  $\lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}}$  donc  $t_1 = -\frac{t_{1/2}}{\ln(2)} \cdot \ln(0,05)$

$$\text{A.N : } t_1 = -\frac{8}{\ln(2)} \cdot \ln(0,05)$$

$$t_1 = 34,57 \text{ jours}$$

### Exercice 3

1. Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension.

1.1. L'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_C$  :

D'après la loi d'additivité des tensions on a :

$$u_R + u_C = E$$

D'après la loi d'ohm :  $u_R = R.i$

$$R.i + u_C = E$$

$$\text{D'où } \begin{cases} i = \frac{dq}{dt} \\ q = C.u_C \end{cases} \Rightarrow i = C \cdot \frac{du_C}{dt}$$

$$RC \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = E$$

$$\text{Donc } \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC} u_C = \frac{E}{RC}$$

1.2.

1.2.1. L'expression de l'intensité du courant  $i(t)$  :

$$\text{On a : } i = C \cdot \frac{du_C}{dt} \quad \textcircled{1}$$

On sait que :  $u_C = E(1 - e^{-\frac{1}{RC}t}) = E - Ee^{-\frac{1}{RC}t}$

$$\text{Donc } \frac{du_C}{dt} = \frac{d(E - Ee^{-\frac{1}{RC}t})}{dt} = 0 - (-\frac{1}{RC} Ee^{-\frac{1}{RC}t})$$

$$\frac{du_C}{dt} = \frac{1}{RC} Ee^{-\frac{1}{RC}t}$$

En remplaçant  $\textcircled{2}$  dans  $\textcircled{1}$  on obtient :

$$i = \frac{E}{R} e^{-\frac{1}{RC}t}$$

1.2.2. La valeur de R :

$$\text{On a : } i = \frac{E}{R} e^{-\frac{1}{RC}t}$$

$$\text{À l'instant } t = 0 : i(0) = \frac{E}{R} e^{-\frac{1}{RC} \times 0} = \frac{E}{R}$$

$$\text{Donc } R = \frac{E}{i(0)}$$

Graphiquement  $E = 12V$

$$\text{et } i(0) = 12mA = 12 \cdot 10^{-3} A$$

$$\text{A.N : } R = \frac{12}{12 \cdot 10^{-3}} \text{ donc } R = 10^3 \Omega$$

1.2.3. La capacité C du condensateur :

$$\text{On a : } \tau = RC \text{ donc } C = \frac{\tau}{R}$$

Graphiquement  $\tau = 50ms = 50 \cdot 10^{-3} s$

$$\text{A.N : } C = \frac{50 \cdot 10^{-3}}{10^3} = 50 \cdot 10^{-6} F \text{ donc } C = 50 \mu F$$

2. Oscillations libres dans un circuit RLC série :

2.1. Premier cas :

2.1.1. L'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_C$  :

D'après la loi d'additivité des tensions on a :

$$u_L + u_C = 0$$

On sait que :  $u_L = L \cdot \frac{di}{dt}$

$$L \cdot \frac{di}{dt} + u_C = 0 \quad \textcircled{1}$$

$$\text{D'où } i = C \cdot \frac{du_C}{dt} \text{ donc } \frac{di}{dt} = C \cdot \frac{d^2 u_C}{dt^2} \quad \textcircled{2}$$

En remplaçant  $\textcircled{2}$  dans  $\textcircled{1}$  on obtient :

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

$$\text{Finalement : } \frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_C = 0 \quad \textcircled{3}$$

2.1.2. La courbe qui représente l'évolution de la tension  $u_C$  :

La courbe ( $C_1$ ) représente l'évolution de la tension  $u_C$  car :

- Régime périodique (la résistance est négligeable).
- $u_C(0) = 12V$  (le condensateur initialement chargé  $u_C(0) = E = 12V$ )

**a. L'expression de  $T_0$  :**

On a :  $u_C = U_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$

Donc  $\frac{du_C}{dt} = -\frac{2\pi}{T_0}U_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 U_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 u_C \text{ ④ car } u_C = U_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$$

En remplaçant ④ dans ③ on obtient :

$$-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 u_C + \frac{1}{LC}u_C = 0$$

$$\left[-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \frac{1}{LC}\right]u_C = 0$$

On a donc :  $-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \frac{1}{LC} = 0$

$$\frac{1}{LC} = \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2$$

$$\frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{2\pi}{T_0}$$

Finalemnt  $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

**b. La valeur de l'inductance  $L$  :**

On a :  $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$  donc  $T_0^2 = 4\pi^2 LC$

$$L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C}$$

Graphiquement  $T_0 = 10ms = 10 \cdot 10^{-3}s$

A.N :  $L = \frac{(10 \cdot 10^{-3})^2}{4 \times 10 \times 50 \cdot 10^{-6}}$  donc  $L = 0,05H$

**2.2. Deuxième cas :**

**2.2.1. L'expression de l'énergie totale  $E_t$  :**

On a :  $E_t = E_e + E_m$

Avec  $\begin{cases} E_e = \frac{1}{2}C.u_C^2 \\ E_m = \frac{1}{2}L.i^2 \end{cases}$  donc  $E_t = \frac{1}{2}C.u_C^2 + \frac{1}{2}L.i^2$

**2.2.2. L'énergie dissipée  $\Delta E$  dans le circuit entre  $t_0$  et  $t_1$  :**

On a :  $\Delta E = E_1 - E_0$

À l'instant  $t_0 = 0$  :

$$E_0 = \frac{1}{2}C.u_0^2 + \frac{1}{2}L.i_0^2$$

Graphiquement  $u_0 = 12V$  et  $i_0 = 0A$

$$\text{Donc } E_0 = \frac{1}{2} \times 50 \cdot 10^{-6} \times 12^2 + \frac{1}{2} \times 0,05 \times 0^2$$

$$E_0 = 3,6 \cdot 10^{-3} J$$

À l'instant  $t_1 = 9ms$  :

$$E_1 = \frac{1}{2}C.u_1^2 + \frac{1}{2}L.i_1^2$$

Graphiquement

$$u_1 = 6V \text{ et } i_1 = 140mA = 140 \cdot 10^{-3} A$$

$$\text{Donc } E_1 = \frac{1}{2} \times 50 \cdot 10^{-6} \times 6^2 + \frac{1}{2} \times 0,05 \times (140 \cdot 10^{-3})^2$$

$$E_1 = 1,39 \cdot 10^{-3} J$$

A.N :  $\Delta E = 1,39 \cdot 10^{-3} - 3,6 \cdot 10^{-3}$

Donc  $\Delta E = -2,21 \cdot 10^{-3} J$

**Exercice 4**

**Partie I : Etude de la chute d'une bille dans un fluide visqueux.**

**1. Les régimes :**

- Zone 1 : régime initial.
- Zone 2 : régime permanent.

**2. L'équation différentielle du mouvement de  $G$  :**

Le système étudié : ( la bille )

Les forces exercées sur la bille :

- $\vec{P}$  : le poids.
- $\vec{F}_A$  : Poussée d'Archimède.
- $\vec{F}$  : Force de frottement fluide.

On applique la 2<sup>ème</sup> loi de newton :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}_G$$

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

Projection sur (Oz) :  $P_z + F_{Az} + F_z = m \cdot a_{Gz}$

$$P - F_A - F = m \cdot a_G$$

$$m \cdot g - \rho_r \cdot V \cdot g - k \cdot v = m \cdot a_G$$

$$a_G = g - \frac{\rho_r \cdot V \cdot g}{m} - \frac{k}{m} \cdot v$$

$$\frac{dv_G}{dt} = g \left(1 - \frac{\rho_r \cdot V}{m}\right) - \frac{k}{m} \cdot v \quad \left(a_G = \frac{dv_G}{dt}\right)$$

$$\frac{dv_G}{dt} + \frac{k}{m} \cdot v = g \left(1 - \frac{\rho_r \cdot V}{m}\right)$$

$$\rho_a = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho_a \cdot V$$

$$\frac{dv_G}{dt} + \frac{k}{m} \cdot v = g \left(1 - \frac{\rho_r}{\rho_a}\right)$$

$$\frac{dv_G}{dt} + \frac{k}{m} \cdot v = g \left(1 - \frac{\rho_r}{\rho_a}\right)$$

On pose  $\tau = \frac{m}{k}$  donc  $\frac{dv_G}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot v = g \left(1 - \frac{\rho_r}{\rho_a}\right)$

3.

3.1. La Valeur de  $\tau$  :

Graphiquement :  $\tau = 0,1s$

On a  $\tau = \frac{m}{k}$  donc  $k = \frac{m}{\tau} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{0,1}$

$$k = 0,1 \text{ kg / s}$$

3.2. La Valeur de la vitesse limite  $V_l$  :

Graphiquement  $V_l = 0,88 \text{ m.s}^{-1}$

4. L'expression de la masse volumique  $\rho_r$  :

En régime permanent  $v_G = V_l = \text{cte}$  donc  $\frac{dv_G}{dt} = 0$

On remplace dans l'équation différentielle on

obtient :  $0 + \frac{1}{\tau} \cdot V_l = g \left(1 - \frac{\rho_r}{\rho_a}\right)$

$$\frac{1}{\tau} \cdot V_l = 1 - \frac{\rho_r}{\rho_a}$$

$$\frac{\rho_r}{\rho_a} = 1 - \frac{1}{\tau} \cdot V_l$$

$$\rho_r = \left(1 - \frac{1}{\tau} \cdot V_l\right) \rho_a$$

A.N :  $\rho_r = \left(1 - \frac{1}{0,1 \times 10} \times 0,88\right) \times 7,8$

$$\rho_r = 0,936 \text{ g.cm}^{-3}$$

## Partie II : Etude du mouvement de satellite artificiel.

1.

1.1. L'expression de l'intensité de la force de gravitation universelle exercée par la terre sur ce satellite :

$$B : F_{T/S} = G \cdot \frac{M_T \cdot m_s}{(R_T + h_1)^2}$$

1.2. L'expression de la vitesse  $v$  de  $S$  :

Le système étudié : (Le satellite  $S$ )

Les forces exercées sur le satellite  $S$  :

-  $\vec{F}_{T/S}$  : la force de gravitation exercée par la terre sur le satellite  $S$ .

On applique la 2<sup>ème</sup> loi de Newton :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m_s \cdot \vec{a}_G$$

$$G \cdot \frac{M_T \cdot m_s}{(R_T + h_1)^2} \vec{n} = m_s \cdot \vec{a}_G$$

$$\vec{a}_G = G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h_1)^2} \vec{n}$$

On sait que  $\vec{a}_G = a_T \vec{u} + a_N \vec{n}$

Avec  $a_T = \frac{dv}{dt}$  et  $a_N = \frac{v^2}{R_T + h_1}$  ( $(R_T + h_1)$  le rayon

de la trajectoire circulaire).

Par projection sur les axes du repère de Freinet :

$$\begin{cases} a_T = 0 \\ a_N = a_G \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{dv}{dt} = 0 \\ \frac{v^2}{R_T + h_1} = G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h_1)^2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v = \text{cte} \\ \frac{v^2}{R_T + h_1} = G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h_1)^2} \end{cases}$$

$$v^2 = G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h_1)}$$

$$v = \sqrt{G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h_1)}}$$

La période de révolution du mouvement de  $S$  :

$$\text{On a } \begin{cases} T_1 = \frac{2\pi(R_T + h_1)}{v} \\ v = \sqrt{G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h_1)}} \end{cases} \Rightarrow T_1 = \frac{2\pi(R_T + h_1)}{\sqrt{G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h_1)}}}$$

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{(R_T + h_1)^2}{G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h_1)}}}$$

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{(R_T + h_1)^2}{G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h_1)}}}$$

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{(R_T + h_1)^3}{G \cdot M_T}}$$

A.N :  $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{(6380 \cdot 10^3 + 1000 \cdot 10^3)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \times 5,97 \cdot 10^{24}}}$

$$T_1 = 6312,68s = \frac{6312,68}{3600} \text{ donc } T_1 = 1,75h$$

2. L'altitude  $h_2$  :

D'après la 3<sup>ème</sup> loi de Kepler :  $\frac{T^2}{r^3} = \text{cte}$  avec  $r$  le

$$\text{Donc } \frac{T_1^2}{(R_T + h_1)^3} = \frac{T_2^2}{(R_T + h_2)^3}$$

$$(R_T + h_2)^3 = \frac{T_2^2}{T_1^2} (R_T + h_1)^3$$

$$R_T + h_2 = \sqrt[3]{\frac{T_2^2}{T_1^2} (R_T + h_1)^3}$$

$$h_2 = \sqrt[3]{\frac{T_2^2}{T_1^2} (R_T + h_1)^3} - R_T$$

A.N :

$$h_2 = \sqrt[3]{\frac{24^2}{1,75^2} (6380 \cdot 10^3 + 1000 \cdot 10)^3} - 6380 \cdot 10^3$$

$$h_2 = 3,6 \cdot 10^7 \text{ m}$$