موضوع الكيمياء الجزء الاول :

1 -1-1- معادلة التفاعل بين أيونات الايثانوات والماء :

$$CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows CH_3COO^-_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$$

2-1 - الجدول الوصفي لتطور التفاعل :

الحالة	التقدم				
معادلة التفاعل		$CH_3COO^-_{(aq)}$ +	$H_2O_{(\ell)}$ ⇄	$CH_3COO^-_{(aq)}$ +	$HO^-_{(aq)}$
		كميات المادة بالمول			
ح-البدئية	0	**C₁V**	بوفرة	0	0
ح-التحول	x	C_1V -x	بوفرة	x	x
ح-النهائية	$x_{éq}$	$C_1V-x_{éq}$	بوفرة	$x_{éq}$	$x_{éq}$

بما أن الماء مستعمل بوفرة فإن $CH_3COO^-_{(aq)}$ هو المحد . ⇐ $C_1V-x_{max}=0$ ومنه : $x_{max} = C_1.V$.

من خلال الجدول الوصفي لدينا : $(1)\quad [HO^-]_f = \frac{x_f}{V}$

ومن خلال الجداء ألايوني للماء : $[HO^-]_f = \frac{ke}{[H_3O^+]}$ أي : $(2)\quad [HO^-]_f = \frac{ke}{10^{-pH}}$

(1)= (2) ⇐ $x_f = \frac{k_e.V}{10^{-pH}}$ ومنه نسبة التقدم النهائي للتفاعل : $\tau_1 = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{k_e}{C_1.10^{-pH}}$

ت.ع : لدينا : $C_1 = \frac{m}{M\,V} = \frac{0,410}{82\times 0\ 5} = 10^{-2} mol/L$ إذن : $\tau_1 = \frac{10^{-14}}{10^{-2}\ 10^{-8,4}} = 2,51.10^{-4}$

3-1- ثابتة التوازن المقرونة بالتفاعل الحاصل :

$$K = \frac{[HO^-]_{eq}\times[CH_3COO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}} = \frac{\frac{x_f}{V}\times\frac{x_f}{V}}{\frac{C_1.V - x_f}{V}} = \frac{x_f^{\ 2}}{V(C_1.V - x_f)}$$

ولدينا : $\tau_1 = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_f}{C_1.V}$ أي : $x_f = \tau_1.C_1.V$

ومنه : $K = \frac{x_f^{\ 2}}{V(C_1.V - x_f)} = \frac{\tau_1^{\ 2}.C_1}{1-\tau_1}$ $\qquad K = \frac{\tau_1^{\ 2}.C_1}{1-\tau_1}$

التحقق من قيمة **K** . ت.ع : $K = \frac{(2,51.10^{-4})^2.10^{-2}}{1\quad 2\ 51\ 10^{-4}} = 6,3.10^{-10}$

4-1- بما أن جميع القياسات تمت عند درجة حرارة فإن ثابتة التوازن ستحتفظ بنفس القيمة . فهي لا تتعلق بالتراكيز البدئية.

$K == \frac{\tau_2^{\ 2}.C_2}{1-\tau_2}$ ⇐ $C_2\,\tau_2^{\ 2} + K.\ \tau_2\ - K = 0$ ،

$\sqrt{\Delta} = \sqrt{K^2+4K.C_2} = \sqrt{(6,3.10^{-10})^2 + 4\times 6,3\times 10^{-10}\times 10^{-3}} = \sqrt{2,5.10^{-12}} = 1,58.10^{-6}$ ، هناك حلين $\frac{-K\pm\sqrt{\Delta}}{2C_2}$ لكن:

$\tau_2 > 0$ و : $C_2 = 10^{-3} mol/L$ ⇐ $\tau_2 = \frac{-K+\sqrt{\Delta}}{2C} \approx 7,9\times 10^{-4} > \tau_1$ تزداد نسبة التقدم النهائي بتخفيف المحلول.

2- 1-2 -أ من خلال العلاقة : $\sigma_{eq} = 81,9 + 1,37.10^4.x_{eq}$ نجد : $\sigma_{eq} = 83,254mS.m^{-1}$ ⇐ $x_{eq} = \frac{\sigma_{eq} - 81,9}{1,37\times 10^4} = 9,88.10^{-5} mol$

ومن خلال الجدول الوصفي لتطور التفاعل :

الحالة	التقدم				
معادلة التفاعل		$CH_3COO^-_{(aq)}$ +	$HCOOH_{(aq)}$ ⇄	$CH_3COOH(aq)$ +	$HCOO^-_{(aq)}$
		كميات المادة بالمول			
ح-البدئية	0	CV_1	CV_2	0	0
ح-التحول	x	CV_1 -x	CV_2 -x	x	x
ح-التوازن	x_{eq}	CV_1-x_{eq}	CV_2 -x_{eq}	x_{eq}	x_{eq}

التحقق من قيمة ثابتة التوازن المقرونة بالتفاعل الحاصل :

$$K=\frac{[CH_3COOH]_{eq}\times[HCOO^-]_{eq}}{[CH_3COO^-]_{eq}\times[HCOO^-]_{eq}}=\frac{\frac{x_{eq}}{V}\times\frac{x_{eq}}{V}}{\left(\frac{C.V_1-x_{eq}}{V}\right)\times\left(\frac{C.V_2-x_{eq}}{V}\right)}=\frac{x_{eq}^{\ 2}}{(CV_1-x_{eq})\times(CV_2-x_{eq})}$$

$$=\frac{(9{,}88.10^{-5})^2}{(10^{-2}.0{,}09-9{,}88.10^{-5}).(10^{-2}.10^{-2}-9{,}88.10^{-5})}$$

$$=10{,}15\approx 10$$

ب- من جهة أخرى لدينا : $K=\frac{k_{A(HCOOH/HCOO^-)}}{k_{A(CH_3COOH/CH_3COO^-)}}=\frac{k_{A2}}{k_{A1}}$ ومنه : $k_{A2}=K\times k_{A1}=10\times 1{,}6.10^{-5}=1{,}6.10^{-4}$

2-2- pH الخليط تعطيه إما العلاقة التالية:

$$pH=pk_{A1}+\ell og\frac{[CH_3COO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}$$

$$=-\ell og k_{A1}+\ell og\frac{C.V_1-x_{eq}}{x_{eq}}\quad=-\ell og1{,}6.10^{-5}+\ell og\frac{10^{-2}.0{,}09-9{,}88.10^{-5}}{9{,}88.10^{-5}}=4{,}796+0{,}909=5{,}7$$

أو العلاقة التالية:

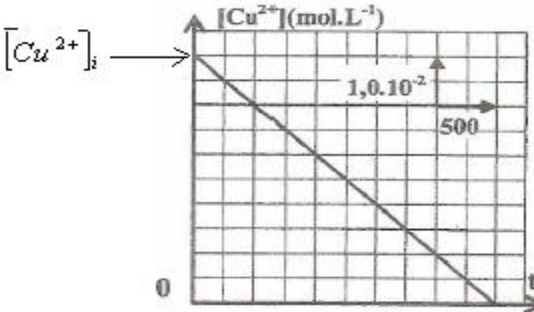
$$pH=pk_{A2}+\ell og\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}}$$

$$=-\ell og k_{A2}+\ell og\frac{x_{eq}}{C.V_2-x_{eq}}\quad=-\ell og1{,}6.10^{-4}+\ell og\frac{9{,}88.10^{-5}}{10^{-2}.0{,}01-9{,}88.10^{-5}}=3{,}796+1{,}915=5{,}7$$

لدينا : $pH>pk_{A1}$ و : $pH>pk_{A2}$ $\Leftarrow$ النوعان المهيمنان في الخليط هما : $CH_3COO^-{}_{(aq)}$ و : $HCOO^-{}_{(aq)}$.

الجزء الثاني :

1 –1-1- من خلال منحنى الشكل 2. لدينا : $C_o=[Cu^{2+}]_i=5.10^{-2}mol/L$



شكل 2

ولدينا : $Q_{r,i}=\frac{[Cu^{2+}]_i^3}{[A\ell^{3+}]_i^2}=\frac{C_o^{\ 3}}{C_o^{\ 2}}=C_o=5.10^{-2}$ ولدينا : $K=10^{-20}$

$Q_{r,i}>K$ المجموعة تتطور في المحنى المعاكس .وبذلك يكتب التفاعل الحاصل خلال اشتغال العمود كما يلي :

$$3Cu^{2+}{}_{(aq)}+2A\ell_{(s)}\rightarrow 3Cu_{(s)}+2A\ell^{3+}{}_{(aq)}$$

1-2- يتضح أن الأنود التي تتأكسد خلال اشتغال العمود والتي تمثل القطب السالب هي إلكترود **Al**. ومنه التبيانة الاصطلاحية للعمود :

$$\ominus\ A\ell\,|\,A\ell^{3+}\,\vdots\vdots\,Cu^{2+}\,|\,Cu\ \oplus$$

1-2-2

معادلة التفاعل	$3Cu^{2+}{}_{(aq)}+2A\ell_{(s)}\rightarrow 3Cu_{(s)}+2A\ell^{3+}{}_{(aq)}$			
الحالة	التقدم	كميات المادة بالمول			
البدئية	0	CoV	n_0(Cu)	no(Al)	CoV
التحول	x	CoV+2x	n_0(Cu)+3x	no(Al)-2x	CoV -3x

من خلال نصف المعادلة : $Cu^{2+}+2e^-\rightarrow Cu$ لدينا : $n(Cu^{2+})=\frac{n(e^-)}{2}=\frac{I.t}{2F}$ المتفاعلة

ومن خلال جدول التقدم:: لدينا : $n(Cu^{2+})=3x$ المتفاعلة

$$\Leftarrow \quad 3.x=\frac{I.t}{2F} \quad \text{ومنه:} \quad x=\frac{I.t}{6F} \qquad (a)$$

تركيز أيونات النحاس عند اللحظة t :

$$[Cu^{2+}]_t=\frac{Co.V-3x}{V}=C_o-3\frac{x}{V}=C_o-\frac{I.t}{2\,F\,V} \quad \text{أي :} \quad [Cu^{2+}]_t=C_o-\frac{I.t}{2\,F\,V} \qquad (b)$$

2-2 - **من خلال المنحنى ينعدم تركيز الايونات** Cu^{2+} **عند اللحظة** $t_c=2500s$.

بالتعويض في العلاقة. (b)

$$C_o-\frac{I.t_c}{2.F.V}=0 \quad \Leftarrow \quad C_o=\frac{I.t_c}{2.F.V} \quad \text{ومنه :} \quad I=\frac{2.F.V.C_o}{t_c}=\frac{2\times96500\times50\times10^{-3}\times5\times10^{-2}}{2500}\approx0{,}19A$$

-3 **عندما ينعدم تركيز الايونات** Cu^{2+} **يصبح العمود مستهلكا .** Cu^{2+} **تلعب دور المتفاعل المحد ، ومنه فإن :** $C_o.V-3.x_{max}=0$

من خلال (a) **: لدينا** $x_{max}=\frac{I.t_c}{6F}$ **ومن خلال جدول التقدم :** $\Delta n(A\ell)=-2.x_{max}$ **عند نهاية التفاعل .**

$$\Delta m(A\ell)=M(A\ell)\times\Delta n(A\ell) \quad \text{وبذلك نستنتج :} \quad \Delta m(A\ell)=\frac{-.I.t_c M(A\ell)}{3\,F}=-\frac{0{,}19\times2500\times27}{3\times96500}=-0{,}044g=-44mg$$

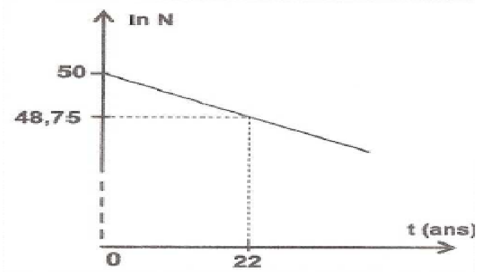
التمرين الأول فيزياء:

-1 **-1-1** $\quad {}^3_1H\rightarrow{}^3_2He+{}^0_{-1}e$

-1-2 لدينا : $N=N_o.e^{-\lambda.t} \quad \Leftarrow \quad \ln N=\ln N_o.+\ln e^{-\lambda.t}$ أي : $\ln N=\ln N_o.-\lambda.t$

$\ln N=-\lambda.t+\ln N_o$ المنحنى $\ln N=f(.t)$ عبارة عن دالة تآلفية معاملها الموجه $-\lambda$.

ومنه : $\lambda=\left|\frac{\Delta\ln N}{\Delta t}\right|=\left|\frac{50-48{,}75}{0-22}\right|=\left|-56{,}8.10^{-3}\right|=56{,}8.10^{-3}ans^{-1}$ ولدينا : $t_{1/2}=\frac{\ln 2}{\lambda}\approx12{,}2ans$



-2 **-2-1** **المجال 1 هو مجال النويدات التي يمكن أن تخضع للاندماج لأن النويدات الخفيفة هي التي تندمج.**

-2-2

$$E=N.\left|m({}^0_{-1}n)+m({}^4_2He)-m({}^3_1H)-m({}^2_1He)\right|.c^2$$

$$M({}^2_1H)=2{,}013355\times1{,}66.10^{-27}.10^3\times6{,}02.10^{23}\approx2{,}012g/mol$$

$$N=\frac{m({}^2_1H)}{M({}^2_1H)}\times N_A=\frac{33g}{2{,}012}\times6{,}02.10^{23}=9{,}87.10^{24}$$

$$E=9{,}87\times10^{24}\times0{,}01889\times931{,}5=1{,}7367.10^{26}\approx1{,}74.10^{26}MeV$$

تمرين الفيزياء رقم 2

1 **1-1** أ - **بتطبيق قانون تجميع التوترات لدينا :** $u_b+u_R=E$

$$r.i+L.\frac{di}{dt}+u_R=E \quad \textbf{(1)} \qquad \text{مع :} \quad u_R=R.i \quad \Leftarrow \quad i=\frac{u_R}{R} \quad \Leftarrow \quad \frac{di}{dt}=\frac{1}{R}\frac{du_R}{dt}$$

بالتعويض في (1) : $\frac{r}{R}.u_R+\frac{L}{R}.\frac{du_R}{dt}+u_R=E \quad \Leftarrow \quad \frac{L}{R}.\frac{du_R}{dt}+u_R(1+\frac{r}{R})=E \quad \Leftarrow \quad \frac{L}{R}.\frac{du_R}{dt}+u_R\frac{(r+R)}{R}=E$

أي : $L.\frac{du_R}{dt}+(r+R)u_R-R.E=0$

ب- الحل : $u_R = U_o(1-e^{-\lambda.t})$ $\ldots\ldots = U_o - U_o.e^{-\lambda.t}$ ⇐ $\dfrac{du_R}{dt} = \lambda.U_o.e^{-\lambda.t}$ بالتعويض في المعادلة التفاضلية :

$$\lambda.L.U_o.e^{-\lambda.t} + (r+R)Uo - (R+r)U_o e^{-\lambda.t} - R.E = 0 \Leftarrow U_o.e^{-\lambda.t}(\lambda.L-(R+r)) + (R+r).U_o = R.E$$

$$\Leftarrow \begin{cases} \lambda.L-(R+r) = 0 \\ (R+r).U_o = R.E \end{cases} \Leftarrow \begin{cases} \lambda = \dfrac{(R+r)}{L} \\ .U_o = \dfrac{R.E}{R+r} \end{cases}$$

1-2 أ- $u_R = U_o(1-e^{-\lambda.t})$ في النظام الدائم : $u_R = U_o = R.I$ ومنه : $I = \dfrac{U_o}{R}$

ومن خلال العلاقة : $U_o = \dfrac{E.R}{R+r}$ نستخرج : $r = \dfrac{(E-U_o)R}{U_o}$ أي : $r = \dfrac{E-U_o}{I}$ ت.ع: $r = \dfrac{E-U_o}{I} = \dfrac{10-7{,}6}{0{,}1} = 24\Omega$

ب- $u_R = U_o(1-e^{-\lambda.t})$ ⇐ $\dfrac{du_R}{dt} = \lambda.U_o.e^{-\lambda.t}$ وعند t=0 $\left(\dfrac{du_R}{dt}\right)_{t=0} = \lambda.U_o$ مع : $\lambda = \dfrac{R+r}{L}$ و $R+r = \dfrac{E}{I}$ أي :

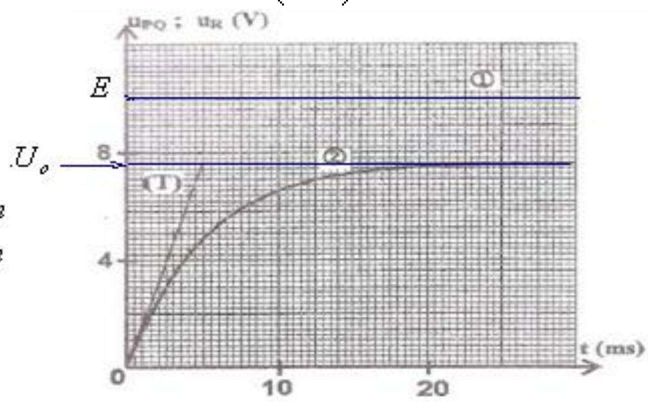
$$\lambda = \frac{E}{I.L} \Rightarrow \left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t=0} = \frac{E.U_o}{I.L}$$

ومن جهة اخرى من خلال المعامل الموجه للمماس للمنحنى عند t=0:

$$\left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t=0} = \frac{\Delta u_R}{\Delta t} = \frac{(4-0)V}{(2{,}5-0).10^{-3}s} = 1600V/s$$

ومنه : $L = \dfrac{E.U_o}{I.\left(\dfrac{du_R}{dt}\right)_{t=0}} = \dfrac{10\times 7{,}6}{0{,}1\times 1600} = 0{,}475H \approx 0{,}5H$

$U_o = 7{,}6V \Leftarrow \begin{matrix} 4V \rightarrow 20mm \\ Uo \rightarrow 38mm \end{matrix}$



2-أ- يبرز المنحنى رقم 4 حالة الخمود الضعيف حيث تتناقص الطاقة الكلية للدارة نتيجة التبدد على شكل طاقة حرارية بمفعول جول وذلك ناتج عن وجود المقاومة فيتناقص الوسع إلى أن ينعدم .

ب- من خلال المنحنى ، شبه الدور : $T = 2\times 7{,}91ms = 15{,}82ms$ وبما أن : $T = T_o$ ⇐ $T = 2.\pi.\sqrt{L'.C}$

$T^2 = 4.\pi^2.L'.C$ ومنه : $L' = \dfrac{T^2}{4.\pi^2.C} = \dfrac{(15{,}82.10^{-3})^2}{4.\pi^2.20.10^{-6}} = 0{,}317H$

2-2- لدينا : $u_c(t) = E.e^{-\frac{(r'+R')}{2L'}}.\cos(\dfrac{2.\pi}{T}.t)$ لنبين أن : $r' = 0$

لدينا من خلال المنحنى : $u_c(t) = 4{,}5V$ عند اللحظة $t = T$ ⇐ $4{,}5 = E.e^{-\frac{(r'+R')}{2L'}.T}.\cos(\dfrac{2.\pi}{T}.T)$ ⇐

$4{,}5 = E.e^{-\frac{(r'+R')}{2L'}.T}.\cos(2.\pi)$ ⇐ $\dfrac{4{,}5}{E} = e^{-\frac{(r'+R')}{2L'}.T}$ ⇐ $Ln0{,}45 = -\dfrac{(r'+R').T}{2L'}$ ⇐

$.r'+R' = -\dfrac{2.L'Ln0{,}45}{T}$ ومنه : $r' = -\dfrac{2.L'Ln0{,}45}{T.} - R' = \dfrac{-2.\times 0{,}317.Ln0{,}45}{15{,}82.10^{-3}} - 32 = 0$

3-إرسال واستقبال إشارة مضمنة:

3-1-نسبة التضمين: $m = 0,6 < 1$

تردد الموجة الحاملة : $F = 10^5 Hz$ ، **تردد الموجة المضمنة** $f = 5.10^3 Hz \Leftarrow f > 10 f$ **إذن التضمين جيد.**

3-2- أ- يتجلى دور دارة الانتقاء في انتقاء التوتر المضمن، الذي تردده = تردد الموجة الحاملة: $F = \dfrac{1}{2.\pi.\sqrt{L'.C}} \Leftarrow F^2 = \dfrac{1}{4.\pi^2.L'.C}$

ومنه : $C = \dfrac{1}{4.\pi^2.L'.F^2} = \dfrac{1}{4.\pi^2.0,317 \times 10^{10}} = 7,99 \times 10^{-12} \approx 8.10^{-12} F$

ولدينا: $6\ 10^{-12} F < 8\ 10^{-12} F < 12\ 10^{-12} F$ **إذن استعمال الوشيعة b يمكن من انتقاء الإشارة us.**

ب- الشرط الذي يجب أن يتوفر لكشف غلاف جيد هو : $T_p < \tau < T_s$ **أي :** $10^{-5} s < R_1 C < 2.10^{-4} s$ **ومنه :** $\dfrac{10^{-5}}{30.10^3} < C < \dfrac{2.10^{-4}}{30.10^3}$

أي : $3,33 nF < C < 6,67 nF$ **إذن من بين المكثفات المقترحة المكثف المناسب هو ذو السعة :** $C = 5nF$.

التمرين الثالث : الميكانيك

1- تخضع المجموعة (S) لتأثير وزنها $\vec{P}$ **ولتأثير قوة الاحتكاك :** $\vec{f}$.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن لدينا : $\vec{P} + \vec{f} = m.\vec{a}_G$

بالإسقاط على المحور oz **:** $m.g - k.v^2 = m.\dfrac{dv}{dt} \Leftarrow \dfrac{dv}{dt} = .g - \dfrac{k.}{m} v^2$ **أي :** $\dfrac{dv}{dt} = .g(1 - \dfrac{k.}{m.g} v^2)$ **هي على الشكل**

: $\dfrac{dv}{dt} = .g(1 - \dfrac{v^2}{\alpha^2})$ **ومنه :** $\dfrac{1}{\alpha^2} = \dfrac{k.}{m.g} \Leftarrow \alpha = \sqrt{\dfrac{m.g}{k}}$

2- عندما تبلغ سرعة الكرة قيمتها الحدية $v = v_\ell$ **تصبح :** $\dfrac{dv_\ell}{dt} = .0 \Leftarrow g(1 - \dfrac{v^2}{\alpha^2}) = 0 \qquad \alpha = v_\ell$

الجواب الصحيح هو : (ج) المقدار α **يمثل السرعة الحدية للمجموعة (S)**

3- مبيانيا : $\alpha = v_\ell = 5m/s$ **ولدينا :** $k = \dfrac{m.g}{\alpha^2} = \dfrac{100 \times 9,8}{25} = 39,2 kg.m^{-1}$

4- لدينا : $\begin{cases} a_n = g(1 - \dfrac{v_n^{\ 2}}{\alpha^2}) \\ v_{n+1} = -7,84.10^{-2}.v_n^{\ 2} + v_n + 1,96 \end{cases}$ **أي :** $\begin{cases} a_n = 9,8 - 0,392.v_n^{\ 2} \\ v_{n+1} = -7,84.10^{-2}.v_n^{\ 2} + v_n + 1,96 \end{cases}$ **مع :** $v_{n+1} = a_n.\Delta t + v_n$

أي : $\Delta t = \dfrac{v_{n+1} - v_n}{a_n} = \dfrac{-7,84.10^{-2}.v_n^{\ 2} + 1,96}{-0,392.v_n^{\ 2} + 9,8} = \dfrac{-7,84.10^{-2}(v_n^{\ 2} - 25)}{-0,392(v_n^{\ 2} - 25)} = \dfrac{7,84.10^{-2}}{0,392} = 0,2s \Leftarrow$

الجزء الثاني :

1-1-1- النواس الوازن يخضع لتأثير وزنه $\vec{P}$ **ولتأثير المحور** $\vec{R}$ **. انظر الشكل :**

بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران: $\boxed{\Sigma M\vec{F}_\Delta = J_\Delta.\ddot{\theta}}$

$$M\vec{P}_\Delta + M\vec{R}_\Delta = J_\Delta.\ddot{\theta}$$

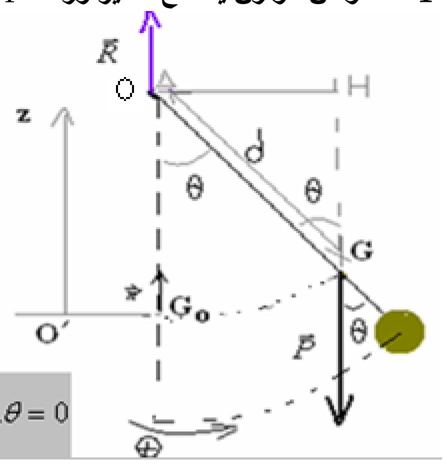
$-P.OH + 0 = J.\ddot{\theta}$ مع : $OH = d.\sin\theta$

$$\Leftarrow \quad -m.g_o.d.\sin\theta = J_\Delta.\ddot{\theta}$$

$\Leftarrow \quad \ddot{\theta} + \dfrac{m.g_o.d}{J_\Delta}.\sin\theta = 0$ مع : $m = m_1 + m_2$

بالنسبة للزوايا الصغيرة بحيث : $\sin\theta \approx \theta$ لدينا :

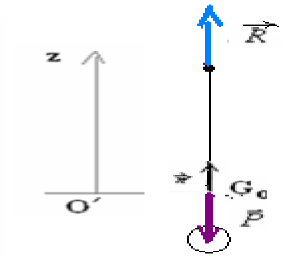
$\ddot{\theta} + \dfrac{(m_1 + m_2).g_o.d.}{J_\Delta}.\theta = 0$ وهي المعادلة التفاضلية التي تحققها θ في حالة التذبذبات الصغيرة.



1-2- النبض الخاص لحركة لنواس الوازن : $\omega_o=\sqrt{\frac{(m_1+m_2).g_o.d}{J_\Delta}}$ **والدور الخاص :** $T_o=2\pi\sqrt{\frac{J_\Delta}{(m_1+m_2).g_o.d}}$

ت.ع: **لدينا :** $\pi^2=10$ ⇐ $T_o=2.\sqrt{10}\sqrt{\frac{9,8.10^{-2}}{0,2\times9,8.\times0,5}}=2s$

1-3-بتطبيق القانون الثاني لنيوتن عند موضع التوازن : لدينا :



$\vec P+\vec R=(m_1+m_2).\vec a_G$ **بالإسقاط على المنظمي :**

$-P+R_n=(m_1+m_2).\frac{v^2}{d}$ ⇐ $R_n=(m_1+m_2).g_o+(m_1+m_2).\frac{v^2}{d}$

بالإسقاط على المماسي للمسار: $R_t=(m_1+m_2)\frac{dv_G}{dt}=(m_1+m_2)d\ddot\theta$

ولدينا : $v=d.\dot\theta$ **مع :** $\theta=\theta_o.\cos(\frac{2.\pi}{T_o}.t)$ **و :** $\dot\theta=-\frac{2.\pi.\theta_o.}{T_o}\sin(\frac{2.\pi}{T_o}.t)$ **والنواس يمر بموضع التوازن عند** $t=\frac{T_o}{4}$ ⇐

$\dot\theta=-\frac{2.\pi.\theta_o.}{T_o}\sin(\frac{2.\pi}{T_o}.\frac{T_o}{4})=-\frac{2.\pi.\theta_o.}{T_o}\sin(\frac{\pi}{2})=-\frac{2.\pi.\theta_o.}{T_o}$ **ومنه :** $v=-\frac{2.d.\pi.\theta_o.}{T_o}$

و $\ddot\theta=-\theta_0\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2\cos\left(\frac{2\pi t}{T_0}\right)$ **، بالتعويض عند اللحظة** $t=\frac{T_o}{4}$ **نجد** $\ddot\theta=0$.

و بالتعويض في تعبير R_n **و** R_t **نجد أن:** $R_t=0$ **و** $R_n=(m_1+m_2).\left(g_o+\frac{4.d.\pi^2.\theta_o^2}{T_o^2}\right)$ **و بالتالي فإن:** $R=R_n$

أي : $R=(m_1+m_2).g_o+(m_1+m_2).\frac{4.d.\pi^2.\theta_o^2}{T_o^2}$ $\qquad R=(m_1+m_2).\left(g_o+\frac{4.d.\pi^2.\theta_o^2}{T_o^2}\right)$

ت.ع: $R=0,2.\left(9,8+\frac{4.\times0,5\times10\times10}{18^2\times2^2}\right)=2N$

2- 2-1 – الطاقة الميكانيكية للنواس الوازن هي مجموع طاقة الوضع للي وطاقة الوضع الثقالية والطاقة الحركية : $E_m=E_c+E_{pp}+E_{pt}$

باعتبار الحالة الموجعة المحددة نجد تعبير طاقة الوضع الثقالية : $E_{pp}=m.g.z_G$ **مع :** $z_G=d(1-\cos\theta)$ **وبالنسبة للتذبذبات الصغيرة :**

$\cos\theta=1-\frac{\theta^2}{2}$ ⇐ $z_G=d\frac{\theta^2}{2}$ **ومنه** $E_{pp}=\frac{(m_{.1}+m_2)g.d\theta^2.}{2}$:

باعتبار الحالة المرجعة المحددة نجد تعبير طاقة الوضع للي: $E_{pt}=\frac{1}{2}.C.\theta^2$

وبما أن المجموعة في حالة دوران ، تعبير الطاقة الحركية : $E_c=\frac{1}{2}.J_{\Delta.}\dot\theta^2$

$$\begin{aligned}E_m&=E_c+E_{pp}+E_{pt}\\&=\frac{1}{2}J_\Delta.\dot\theta^2+\frac{(m_1+m_2).g.d.\theta^2}{2}+\frac{1}{2}.C.\theta^2\\&=\frac{J_\Delta}{2}\dot\theta^2+\frac{(m_1+m_2).g.d+C}{2}.\theta^2\end{aligned}$$ ⇐

$E_m=\left(\frac{J_\Delta}{2}\right).\dot\theta^2+\left(\frac{(m_1+m_2).g.d+C}{2}\right).\theta^2$ **وهي على الشكل :** $E_m=a.\dot\theta^2+b.\theta^2$ **ومنه:** $a=\left(\frac{J_\Delta}{2}\right)$. **و:**

$$b=\left(\frac{(m_1+m_2).g.d+C}{2}\right).$$

2-2- بما أن جميع الاحتكاكات مهملة فإن الطاقة الميكانيكية ثابتة: $\Leftarrow \dfrac{dE_m}{dt}=0$ **أي :** $\dfrac{d(a.\dot{\theta}^2+b.\theta^2)}{dt}=0 \quad \Leftarrow$

$a.(2.\dot{\theta}.\ddot{\theta})+2.b.\theta.\dot{\theta}=0 \quad \Leftarrow \quad 2.\dot{\theta}(a.\ddot{\theta}+b.\theta)=0$ **ومنه :** $a.\ddot{\theta}+b.\theta=0$ **أي :** $\ddot{\theta}+\dfrac{b}{a}.\theta=0$ **المعادلة التفاضلية للحركة.**

في هذه الحالة النبض الخاص: $\omega_o'=\sqrt{\dfrac{b}{a}}$ **والدور الخاص يصبح :** $T'_o=2.\pi.\sqrt{\dfrac{a}{b}}$ **أي :** $T'_o=2.\pi.\sqrt{\dfrac{J_\Delta}{(m_1+m_2).g.d+C}}$

2-3- لتصحيح الفرق الزمني ΔT **يجب أن يتحقق الشرط التالي :** $\Delta T=0 \quad \Leftarrow \quad T'_o=T_o$

$$2.\pi.\sqrt{\frac{J_\Delta}{(m_1+m_2).g.d+C}}=2.\pi.\sqrt{\frac{J_\Delta}{(m_1+m_2).g_o.d}} \quad \Leftarrow \quad (m_1+m_2).g.d+C=(m_1+m_2).g_o.d$$

ومنه : $C=(m_1+m_2)d(.g_o-g)=0{,}2\times0{,}5\times(9{,}8-9{,}78)=2.10^{-3}\,N.m/rad$