تصحيح الامتحان الوطني للباكالوريا الدورة الاستدراكية 2019
مسلك علوم الحياة والأرض

الكيمياء (7 نقط)

الجزء 1 : دراسة مجموعة كيميائية –معايرة سماد

1. دراسة مجموعة كيميائية عند حالة التوازن

1.1. إثبات تعبير تركيز NH_4^+ عند التوازن :

الجدول الوصفي:

معادلة التفاعل		$NH_{3\,(aq)}$	$+\ H_2O_{(l)}$	$\rightleftarrows$	$NH_4^+{}_{(aq)}$	$+\ HO^-{}_{(aq)}$
حالة المجموعة	التقدم	كمية المادة ب (mol)				
الحالة البدئية	0	$C_0.V_0$	وفير	$-$	0	0
الحالة الوسيطية	x	$C_0.V_0-x$	وفير	$-$	x	x
حالة التوازن	$x_{éq}$	$C_0.V_0-x_{éq}$	وفير	$-$	$x_{éq}$	$x_{éq}$

لدينا حسب الجدول الوصفي : $[NH_4^+]_{éq}=[HO^-]_{éq}=\frac{x_{éq}}{V_0}$

حسب الجداء الايوني للماء : $[H_3O^+]_{éq}.[HO^-]_{éq}=K_e$ أي: $[HO^-]_{éq}=\frac{K_e}{[H_3O^+]_{éq}}=\frac{K_e}{10^{-pH}}$

$$[NH_4^+]_{éq}=\frac{K_e}{10^{-pH}}$$

ت.ع: $[NH_4^+]_{éq}=\frac{10^{-14}}{10^{-10,6}}=3,98.10^{-4}\,mol.L^{-1}\Longrightarrow \boldsymbol{[NH_4^+]_{éq}\approx 4.10^{-4}\,mol.L^{-1}}$

2.1. حساب قيمة $Q_{r,éq}$:

$$Q_{r,éq}\frac{[NH_4^+]_{éq}.[HO^-]_{éq}}{[NH_3]_{éq}}$$

حسب الجدول الوصفي: $[NH_3]_{éq}=\frac{C_0.V_0-x_{éq}}{V_0}=C_0-\frac{x_{éq}}{V_0}=C_0-[HO^-]_{éq}$

$$Q_{r,éq}=\frac{[NH_4^+]_{éq}.[HO^-]_{éq}}{[NH_3]_{éq}}\Longrightarrow \boldsymbol{Q_{r,éq}=\frac{[HO^-]^2_{éq}}{C_0-[HO^-]_{éq}}}$$

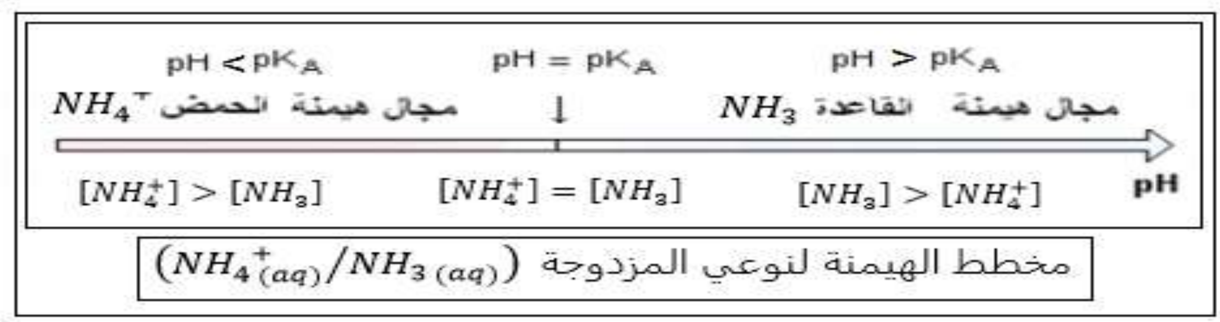
ت.ع : $[NH_4^+]_{éq}=[HO^-]_{éq}=4.10^{-4}\,mol.L^{-1}$ و $C_0=1,0.10^{-2}mol.L^{-1}$

$$Q_{r,éq}=K=\frac{(4.10^{-4})^2}{1,0.10^{-2}-4.10^{-4}}\Longrightarrow \boldsymbol{Q_{r,éq}=1,65.10^{-5}}$$

3.1. حساب قيمة pK_A :

$$\begin{cases}pK_A=-logK_A\\ K_A=\dfrac{K_e}{K}\end{cases}\Longrightarrow \boldsymbol{pK_A=-\log\left(\frac{K_e}{K}\right)}\Longrightarrow pK_A=-\log\left(\frac{10^{-14}}{1,65.10^{-5}}\right)\Longrightarrow \boldsymbol{pK_A=9,2}$$

4.1. تمثيل مخطط الهيمنة لنوعي المزدوجة $(NH_4^+{}_{(aq)}/NH_{3\,(aq)})$:



استنتاج النوع المهيمن :

لدينا $pH = 6{,}2$ و $pK_A = 9{,}2$ إذن $pH < pK_A$ ومنه النوع المهيمن هو النوع الحمضي $\boldsymbol{NH_4^+{}_{(aq)}}$.

2. معايرة سماد

1.2. كتابة معادلة تفاعل المعايرة بين $NH_4^+{}_{(aq)}$ و $HO^-{}_{(aq)}$:

$$\boldsymbol{NH_4^+{}_{(aq)} + HO^-{}_{(aq)} \longrightarrow NH_{3\,(aq)} + H_2O_{(l)}}$$

2.2. تحديد قيمة C_A :

حسب علاقة التكافؤ : $C_A.V_A = C_B.C_{B,E}$ ومنه : $C_A = \frac{C_B.C_{B,E}}{V_A}$ ت.ع : $C_A = \frac{0{,}10\times 14{,}0.10^{-3}}{10{,}0.10^{-3}} = \boldsymbol{0{,}14\ mol.L^{-1}}$

3.2. ليكن x النسبة الكتلية لنترات الامونيوم الموجود في السماد :

حيث : $x = \frac{m(NH_4NO_3)}{m}$

حساب $m(NH_4NO_3)$ الموجود في الحجم V_0 من المحلول (S_A) :

$$C_A = \frac{n}{V_0} = \frac{m(NH_4NO_3)}{M(NH_4NO_3)\,).V_0} \Longrightarrow m(NH_4NO_3) = C_A.M(NH_4NO_3)\,).V_0$$

ت.ع : $m(NH_4NO_3) = 0{,}14 \times 80{,}0 \times 1{,}0 \Longrightarrow \boldsymbol{m(NH_4NO_3) = 11{,}2\ g}$

$$x = \frac{11{,}2}{15{,}0} = 0{,}747 \Longrightarrow \boldsymbol{x \approx 75\%}$$

توافق النتيجة القيمة المشار إليها من طرف المنتج.

الجزء 2 : دراسة عمود

1. معادلة التفاعل الحاصل خلال اشتغال العمود :

بجوار الكاثود (القطب الموجب) يحدث اختزال لأيونات Cu^{2+} : $\boldsymbol{Cu^{2+}{}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Cu_{(s)}}$

بجوار الأنود (القطب السالب) تحدث اكسدة فلز Ni : $\boldsymbol{Ni_{(s)} \rightleftarrows Ni^{2+}{}_{(aq)} + 2e^-}$

المعادلة الحصيلة أثناء اشتغال العمود : $\boldsymbol{Cu^{2+}{}_{(aq)} + Ni_{(s)} \rightleftarrows Cu_{(s)} + Ni^{2+}{}_{(aq)}}$

2. حساب Q_{max} :

الجدول الوصفي لتفاعل الاختزال الكاثودي:

معادلة التفاعل		$Cu^{2+}{}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Cu_{(s)}$			كمية مادة الالكترونات المنتقلة
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة ب (mol)			
الحالة البدئية	0	$n_i(Cu^{2+})$	–	$n_i(Cu)$	$n(e^-) = 0$
خلال اشتغال العمود	x	$n_i(Cu^{2+}) - x$	–	$n_i(Cu) - x$	$n(e^-) = 2x$
الحالة النهائية	x_{max}	$n_i(Cu^{2+}) - x_{max}$	–	$n_i(Cu) - x_{max}$	$n(e^-) = 2x_{max}$

تحديد التقدم الأقصى: المتفاعل المحد هو Cu^{2+} لأن النيكل موجود بوفرة : $n_i(Cu^{2+}) - x_{max} = 0$

$$x_{max} = n_i(Cu^{2+})$$

لدينا :

$$\begin{cases} n(e^-) = 2x_{max} \\ n(e^-) = \dfrac{Q_{max}}{F} \end{cases} \Longrightarrow \frac{Q_{max}}{F} = 2x_{max} \Longrightarrow \boldsymbol{Q_{max} = 2x_{max}.F}$$

$$\boldsymbol{Q_{max} = 2 \times 1,0.10^{-2} \times 9,65.10^{4} = 1930\ C}$$

3. تحديد Δt :

لدينا: $Q_{max} = I.\Delta t$ ومنه : $\boldsymbol{\Delta t = \frac{Q_{max}}{I}}$

ت.ع : $\Delta t = \frac{1930}{40.10^{-3}} = 48250\ s$ أي : $\boldsymbol{\Delta t = 13\ h\ 24\ min\ 10\ s}$

الفيزياء

التمرين 1 : الموجات الضوئية

1.1. حساب ν_{0B} :

لدينا : $c = \lambda_{0B}.\nu_{0B}$ ومنه : $\boldsymbol{\lambda_{0B} = \frac{c}{\nu_{0B}}}$ ت.ع : $\boldsymbol{\nu_{0B} = \frac{3.10^{8}}{487,6.10^{-9}} = 6,15.10^{14}\ Hz}$

يمكن رؤية الإشعاع الأزرق من طرف عين الانسان لان طول موجته λ_{0B} ينتمي للمجال المرئي :

$$400\ nm \leq \lambda_{0B} \leq 800\ nm$$

1.2.1. حساب V_R سرعة انتشار الضوء في الموشور :

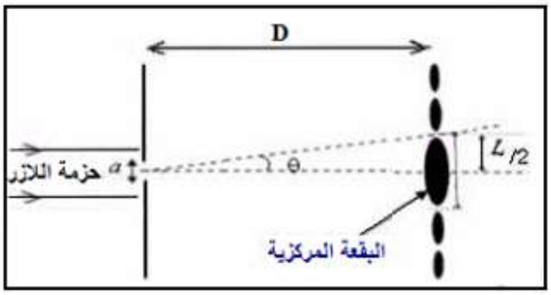
لدينا : $n_R = \frac{c}{V_R}$ ومنه : $V_R = \frac{c}{n_R}$ ت.ع : $V_R = \frac{3.10^{8}}{1,612} = \boldsymbol{1,86.10^{8}\ m.s^{-1}}$

2.2.1. خاصية الموشور :

أثناء مرور الحزمة الضوئية داخل الموشور تنفصل الاشعاعات المختلفة الموجودة في الحزمة عن بعضها بعد اجتيازها للموشور. نقول الموشور وسط مبدد للضوء المتعدد الألوان .

1.2. اسم الظاهرة التي يبرزها الشكل :

ظاهرة حيود موجة ضوئية .



2.2. إثبات تعبير L :

تعبير الفرق الزاوي : $\theta = \frac{\lambda}{a}$ (1)

حسب الشكل جانبه :

$$tan\theta = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D}$$

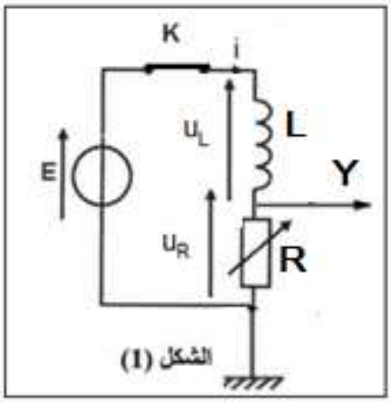
باعتبار : $tan\theta \approx \theta$ نكتب : $\theta = \frac{L}{2D}$ (2)

من العلاقتين (1) و (2) نكتب : $\frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a}$ ومنه : $\boldsymbol{L = \frac{2\lambda.D}{a}}$

3.2. حساب a :

لدينا : $L = \frac{2\lambda.D}{a}$ ومنه : $\boldsymbol{a = \frac{2\lambda.D}{L}}$ ت.ع : $a = \frac{2\times487,6.10^{-9}\times2}{3,6.10^{-2}} = 5,42.10^{-5}\ m \Longrightarrow \boldsymbol{a = 54,2\ \mu m}$

التمرين 2 : ثنائي القطب RL – الدارة RLC المتوالية



1. تأثير المقاومة على استجابة ثنائي القطب RL

1.1. تمثيل التوترين u_L و u_R وكيفية ربط كاشف التذبذب لمعاينة u_R :

أنظر الشكل (1) جانبه.

2.1. إثبات المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار:

حسب قانون إضافية التوترات: $u_L + u_R = E$

حسب قانون أوم : $u_R = R.i$ و $u_L = L.\frac{di}{dt}$

ومنه : $L.\frac{di}{dt} + R.i = E$ $\quad$ $\boldsymbol{\frac{di}{dt} + \frac{R}{L}.i = \frac{E}{L}}$ $\quad$ (1)

3.1.أ. تعبير ثابتة الزمن τ :

حل المعادلة التفاضلية : $i(t) = \frac{E}{R}.\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \Longrightarrow i(t) = \frac{E}{R} - \frac{E}{R}.e^{-\frac{t}{\tau}}$

وبالاشتقاق نحصل على : $\frac{di}{dt} = \left(-\frac{E}{R}\right).\left(-\frac{1}{\tau}\right).e^{-\frac{t}{\tau}} \Longrightarrow \frac{di}{dt} = \frac{1}{\tau}.\frac{E}{R}.e^{-\frac{t}{\tau}}$

نعوض في المعادلة التفاضلية (1)

$$\frac{1}{\tau}.\frac{E}{R}.e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{R}{L}\left(\frac{E}{R} - \frac{E}{R}.e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = \frac{E}{L} \Longrightarrow \frac{1}{\tau}.\frac{E}{R}.e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{R}{L}.\frac{E}{R} - \frac{R}{L}.\frac{E}{R}.e^{-\frac{t}{\tau}} - \frac{E}{L} = 0$$

$$\frac{1}{\tau}.\frac{E}{R}.e^{-\frac{t}{\tau}} - \frac{E}{L}.e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{E}{L} - \frac{E}{L} = 0 \Longrightarrow E.e^{-\frac{t}{\tau}}\left(\frac{1}{\tau.R} - \frac{1}{L}\right) = 0$$

$$\frac{1}{\tau.R} - \frac{1}{L} = 0 \Longrightarrow \frac{1}{\tau.R} = \frac{1}{L} \Longrightarrow \tau.R = L \Longrightarrow \boldsymbol{\tau = \frac{L}{R}}$$

ت.ع: $\tau = \frac{0,1}{220} = 4,55.10^{-4}\ s \Longrightarrow \boldsymbol{\tau = 0,45\ ms}$

3.1.ب. تعبير I_0 في النظام الدائم :

يتحقق النظام الدائم عندما $t \longrightarrow \infty$ ومنه $e^{-\infty} \longrightarrow 0$ إذن حل المعادلة التفاضلية يكتب :

$$i(\infty) = \frac{E}{R} - \frac{E}{R}.\underbrace{e^{-\frac{t}{\tau}}}_{=0} \Longrightarrow \boldsymbol{I_0 = \frac{E}{R}}$$

ت.ع : $I_0 = \frac{6}{220} = 2,73.10^{-2}\ A \quad \Longrightarrow \boldsymbol{I_0 = 27,3\ mA}$

4.1. حساب E_m في النظام الدائم :

لدينا : $\mathrm{E}_m = \frac{1}{2}L.i^2$ وفي النظام الدائم : $\boldsymbol{\mathrm{E}_m = \frac{1}{2}L.I_0{}^2}$

ت.ع : $\mathrm{E}_m = \frac{1}{2} \times 0,1 \times (2,73.10^{-2})^2 \Longrightarrow \boldsymbol{\mathrm{E}_m = 3,73.10^{-5}\ J}$

5.1. مقارنة τ' و τ :

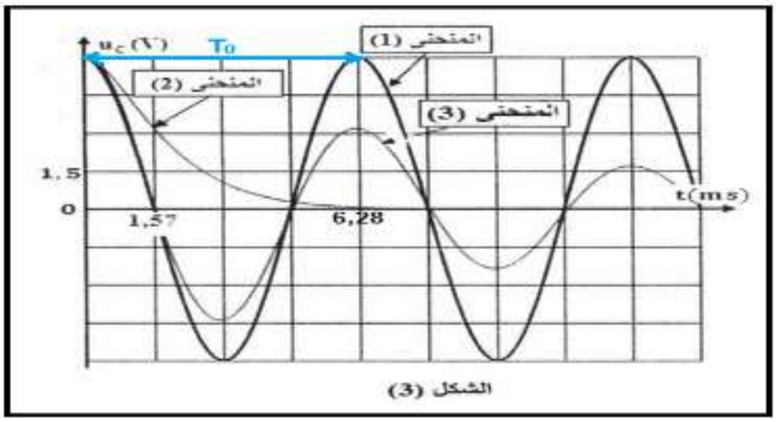
لدينا : $\tau = \frac{L}{R}$ و $\tau' = \frac{L}{2R}$ وبالتالي : $\tau' = \frac{1}{2}.\frac{L}{R} = \frac{\tau}{2}$

كلما تزايدت قيمة R تناقصت قيمة ثابتة الزمن τ وبالتالي تناقصت مدة إقامة التيار ($\Delta t = 5\tau$) .

2- تأثير المقاومة على التذبذبات الكهربائية في دارة RLC متوالية

1.2. إقران كل منحنى بالمقاومة الموافقة له :

النظام	المقاومة	المنحنى
النظام الدوري	$R_1 = 0$	المنحنى (1)
النظام الشبه دوري	$R_2 = 20\,\Omega$	المنحنى (3)
النظام لا دوري	$R_3 = 200\,\Omega$	المنحنى (2)



2.2. تأثير المقاومة على التذبذبات الكهربائية:

في حالة عدم وجود المقاومة تختفي ظاهرة الخمود ونحصل على نظام دوري.

كلما تزايدت قيمة المقاومة تزايدت ظاهرة الخمود حيث نحصل على نظام لا دوري عندما تكون المقاومة كبيرة.

استنتاج : كلما ارتفعت قيمة المقاومة R تناقص وسع التذبذبات الكهربائية.

3.2.أ. تحديد سعة المكثف :

باستغلال المنحنى (1) (أعلاه) قيمة الدور الخاص : $T_0 = 1{,}57 \times 4 = 6{,}28\ ms$

حسب تعبير الدور الخاص : $T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$ ومنه : $T_0{}^2 = 4\pi^2 L.C$ وبالتالي: $C = \dfrac{T_0{}^2}{4\pi^2 L}$

ت.ع : $C = \dfrac{(6{,}28\times10^{3})^2}{4\times10\times0{,}1} \simeq 10^{-5}\ F \Longrightarrow C = 10\ \mu F$

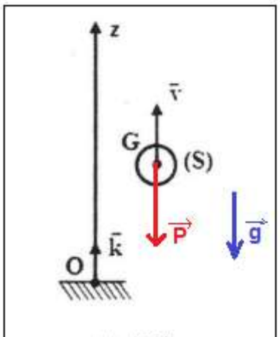
3.2.ب. حساب الطاقة الكلية E للدارة :

عند اللحظة $t = 0$ لدينا : $u_C = E = 6\ V$ و $i = 0$

$$E = E_e + E_m = \frac{1}{2}C.E^2 + \frac{1}{2}L.i^2$$

ت.ع: $E = \frac{1}{2} \times 10^{-5} \times 6^2 \Longrightarrow E = 1,8.10^{-4}\ J$

التمرين 3 : السقوط الحر – المجموعة المتذبذبة



الشكل (1)

الجزء 1 : دراسة السقوط الحر لكرية

1. إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها الأنسوب z_G :

-المجموعة المدروسة $\{(S)$ الكرية$\}$

-جرد القوى : $\vec{P}$ وزن الكرية

-تطبيق القانون الثاني لنيوتن في المعلم المرتبط بالأرض والذي نعتبره غاليليا : $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G$

$\vec{P} = m.\vec{a}_G$ ومنه : $m.\vec{g} = m.\vec{a}_G$ وبالتالي: $\vec{a}_G = \vec{g}$

الإسقاط على المحور Oz : $a_z = -g$ مع : $a_z = \frac{d^2 z_G}{dt^2}$

المعادلة التفاضلية تكتب: $\boldsymbol{\frac{d^2 z_G}{dt^2} = -g}$

2. طبيعة حركة G خلال الصعود :

بما ان التسارع ثابت $a_z = cte$ والمسار مستقيمي، إذن حركة G مستقيمية متغيرة (متباطئة) بانتظام.

1.3. تحديد قيمة كل من z_0 و V_0 عند $t_0 = 0$:

المعادلة الزمنية للحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام تكتب: $z_G = \frac{1}{2} a_z . t^2 + V_0 . t + z_0$

بالمماثلة مع المعادلة الزمنية لحركة G نجد : $z_G = -5\, t^2 + 2\, t + 1{,}5 \ \ (m)$

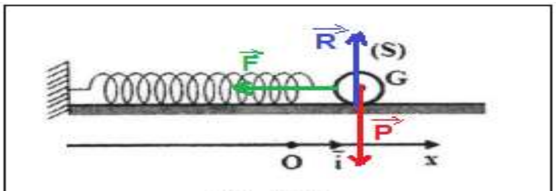
$\boldsymbol{z_0 = 1{,}5\ m}$ و $\boldsymbol{V_0 = 2\ m.s^{-1}}$

2.3. ليكن t_1 اللحظة التي تنعدم فيها السرعة (قمة المسار):

معادلة السرعة تكتب : $V_z = \frac{dz_G}{dt} = -10\, t + 2 \quad (m.s^{-1})$

$0 = -10\, t_1 + 2 \Rightarrow 10\, t_1 = 2 \Rightarrow \boldsymbol{t_1 = \frac{2}{10} = 0{,}2\ s}$

الجزء 2 : دراسة مجموعة متذبذبة $\{$كرية – نابض$\}$



الشكل (2)

1.1. إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها الافصول x :

المجموعة المدروسة $\{(S)$ الكرية$\}$

جرد القوى :

$\vec{P}$ وزن الكرية ، $\vec{R}$: تأثير السكة الافقية ، $\vec{F}$: قوة ارتداد النابض

تطبيق القانون الثاني لنيوتن في المعلم المرتبط بالأرض والذي نعتبره غاليليا :

$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G$ أي : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m.\vec{a}_G$

الإسقاط على المحور Ox : $P_x + R_x + F_x = m.a_x$ أي : $m.a_x = -K.x$ مع : $a_x = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x}$

المعادلة التفاضلية تكتب: $m.\ddot{x} + K.x = 0$ أو : $\boldsymbol{\ddot{x} + \frac{K}{m}.x = 0}$

1.2.1. تعبير التسارع $\ddot{x}(t)$:

حسب المعادلة التفاضلية : $\ddot{x} + \frac{K}{m}.x = 0$ أي : $\ddot{x} = -\frac{K}{m}.x$ مع $x(t) = X_m\,.\cos\left(\frac{2\pi.t}{T_0}\right)$

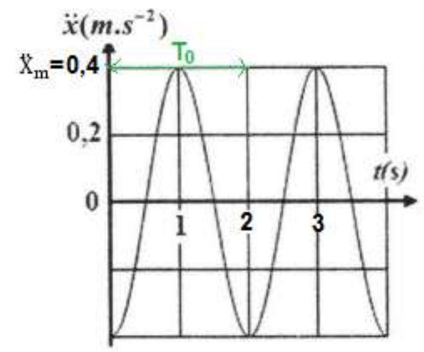
$\ddot{x} = -\frac{K}{m}.X_m\,.\cos\left(\frac{2\pi.t}{T_0}\right)$

يكتب التسارع على الشكل : $\ddot{x} = -\ddot{X}_m \cdot cos\left(\frac{2\pi . t}{T_0}\right)$

حيث $\ddot{X}_m$ الوسع تعبيره : $\ddot{X}_m = \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 . X_m$

2.2.1. تحديد قيمة كل من : T_0 و X_m :

مبيانيا وباستعمال الشكل (3) قيمة الخاص هي: $T_0 = 2\,s$



الشكل (3)

نستنتج : $X_m = \frac{\ddot{X}_m}{\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2} = \frac{\ddot{X}_m . T_0^2}{4\pi^2}$ مبيانيا نجد: $\ddot{X}_m =$ $0{,}4\ m.s^{-2}$

$$X_m = \frac{0{,}4 \times 2^2}{4 \times 10} = 4.10^{-2}\ m \Longrightarrow X_m = 4\ cm$$

3.2.1. استنتاج قيمة K :

تعبير الدور الخاص : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ أي: $T_0{}^2 = 4\pi^2 . \frac{m}{K}$ وبالتالي : $K = \frac{4\pi^2 . m}{T_0{}^2}$

ت.ع : $K = \frac{4\times10\times0{,}24}{2^2} \Longrightarrow K = 2{,}4\ N.m^{-1}$

2. اللحظات التي تكون فيها سرعة G قصوية :

تكون السرعة قصوية عندما يكون التسارع منعدما وحسب الشكل 3 لدينا : $t_1 = 0{,}5\ s$ و $t_2 = 1{,}5\ s$ و $t_3 = 2{,}5\ s$

حساب قيمة $\dot{x}_{max}$:

$$\dot{x}_{max} = \left|-\frac{2\pi}{T_0} . X_m\right| = \left(\frac{2\pi}{T_0}\right) . X_m$$

ت.ع : $\dot{x}_{max} = \frac{2\pi}{2} \times 4.10^{-2} = 0{,}126\ m.s^{-1}$