

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تصحيح الامتحان الوطني للباكالوريا الدورة الاستدراكية 2016

العلوم الفيزيائية

الكيمياء

الجزء الأول : التحليل الكهربائي لكورور المغنيزيوم

1- اسم الإلكترود الذي يتوضع عليه المغنيزيوم : هو الكاتود.

لأن الاختزال الكاتودي لأيون المغنيزيوم يحدث بجوار الكاتود .

2- معادلة التفاعل الحاصل بجوار كل إلكترود :

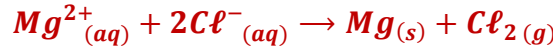
بجوار الكاتود يحدث اختزال لأيونات المغنيزيوم : Mg^{2+}



بجوار الأنود تحدث أكسدة لأيونات الكلورور Cl^{-}



المعادلة الحصيلة :



3- تحديد الكتلة m للمغنيزيوم المتوضع خلال المدة Δt :

الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$Mg^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow Mg_{(s)} + Cl_{2(g)}$				كمية مادة e^{-} المنتقلة
حالة المجموعة	التقدم					
الحالة البدئية	0	$n_0(Mg^{2+})$	$n_0(Cl^{-})$	0	0	$n(e^{-}) = 0$
حالة وسيطية	x	$n_0(Mg^{2+}) - x$	$n_0(Cl^{-}) - 2x$	x	x	$n(e^{-}) = 2x$
حالة نهائية	x_{max}	$n_0(Mg^{2+}) - x_{max}$	$n_0(Cl^{-}) - 2x_{max}$	x_{max}	x_{max}	$n(e^{-}) = 2x_{max}$

لدينا بعد تمام المدة Δt :

$$\begin{cases} n(Mg) = x \\ n(Mg) = \frac{m}{M(Mg)} \end{cases} \Rightarrow \frac{m}{M(Mg)} = x \Rightarrow m = x \cdot M(Mg)$$

تحديد التقدم x :

$$\begin{cases} n(e^-) = 2x \\ n(e^-) = \frac{I \cdot \Delta t}{F} \Rightarrow 2x = \frac{I \cdot \Delta t}{F} \Rightarrow x = \frac{I \cdot \Delta t}{2F} \end{cases}$$

استنتاج كتلة المغنيزيوم :

$$m = x \cdot M(Mg) \Rightarrow m = \frac{I \cdot \Delta t \cdot M(Mg)}{2F} \Rightarrow m = \frac{6 \times 10 \times 3600 \times 24,3}{2 \times 9,65 \cdot 10^4} \approx 27,20g$$

4- حساب الحجم V لغاز الكلور خلال المدة Δt :

$$\begin{cases} n(Cl_2) = 2x \\ n(Cl_2) = \frac{V}{V_m} \Rightarrow \frac{V}{V_m} = 2x \Rightarrow V = 2x \cdot V_m \xrightarrow{x = \frac{I \cdot \Delta t}{2F}} V = \frac{I \cdot \Delta t \cdot V_m}{F} \Rightarrow V = \frac{10 \times 3600 \times 68,6}{9,65 \cdot 10^4} \end{cases}$$

$$V = 25,59 L$$

الجزء الثاني : دراسة تفاعل إيثانوات الإيثيل

1- دراسة تفاعل إيثانوات الإيثيل مع الماء

1-1- دور حمض الكبريتيك :

دور الحفاز (فهو يمكن من تسريع التفاعل).

1-2- مميزات للتفاعل الحاصل :

التفاعل بطيء و محدود .

1-3- معادلة التفاعل الحاصل :



استر حمض كربوكسيل ماء كحول

2-3- حساب ثابتة التوازن K :

الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$CH_3COOC_2H_5 + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + C_2H_5OH$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة بالمول			
الحالة البدئية	0	1	1	0	0
خلال التحول	x	$1 - x$	$1 - x$	x	x
الحالة النهائية	x_f	$1 - x_f$	$1 - x_f$	x_f	x_f

حساب التقدم النهائي x_f :

نعلم أن كمية مادة الإستر E المتبقية هي : $n_f(E) = 0,67 mol$

$$n_f(E) = 1 - x_f \Rightarrow x_f = 1 - n_f(E) = 1 - 0,67 = 0,33 ml$$

حسب الجدول الوصفي :

$$[CH_3COOC_2H_5]_f = [H_2O]_f = \frac{1-x_f}{V} \quad \text{و} \quad [CH_3COOH]_f = [C_2H_5OH]_f = \frac{x_f}{V}$$

تعبير ثابتة التوازن :

$$K = \frac{[CH_3COOH]_f \cdot [C_2H_5OH]_f}{[CH_3COOC_2H_5]_f \cdot [H_2O]_f} = \frac{\left(\frac{x_f}{V}\right)^2}{\left(\frac{1-x_f}{V}\right)^2} = \left(\frac{x_f}{1-x_f}\right)^2 \Rightarrow K = \left(\frac{0,33}{1-0,33}\right)^2 \approx 0,24$$

2- دراسة تفاعل إيثانوات الإيثيل مع هيدروكسيد الصوديوم

2-1- الصيغة نصف المنشورة ل A^- و تحديد اسمه :

CH_3COO^- اسمه أيون الإيثانوات .

2-2- الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$C_4H_8O_2 + HO^- \rightleftharpoons CH_3COO^- + C_2H_5OH$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة بالمول			
الحالة البدئية	0	n_0	n_0	0	0
خلال التحول	x	$n_0 - x$	$n_0 - x$	x	x
الحالة النهائية	x_f	$n_0 - x_f$	$n_0 - x_f$	x_f	x_f

-2-3

2-3-1- حساب $\sigma_{1/2}$ موصلية الخليط عند $x = \frac{x_{max}}{2}$:

بما ان الخليط ستيكيومتري ، فإن التقدم الأقصى هو :

$$n_0 - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = n_0 = C_0 \cdot V_0 \Rightarrow 10 \text{ mol} \cdot m^{-3} \times 10^{-4} m^3 = 10^{-3} \text{ mol}$$

ومنه :

$$x_{1/2} = \frac{x_{max}}{2} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

تعبير الموصلية $\sigma(t)$:

$$x(t) = -6,3 \cdot 10^{-3} \cdot \sigma(t) + 1,57 \cdot 10^{-3} \Rightarrow 6,3 \cdot 10^{-3} \cdot \sigma(t) = 1,57 \cdot 10^{-3} - x(t) \Rightarrow \sigma(t) = \frac{1,57 \cdot 10^{-3} - x(t)}{6,3 \cdot 10^{-3}}$$

$$\sigma(t) = \frac{1,57 \cdot 10^{-3}}{6,3 \cdot 10^{-3}} - \frac{x(t)}{6,3 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \sigma(t) = 0,249 - 158,73 \cdot x(t)$$

حساب $\sigma_{1/2}$:

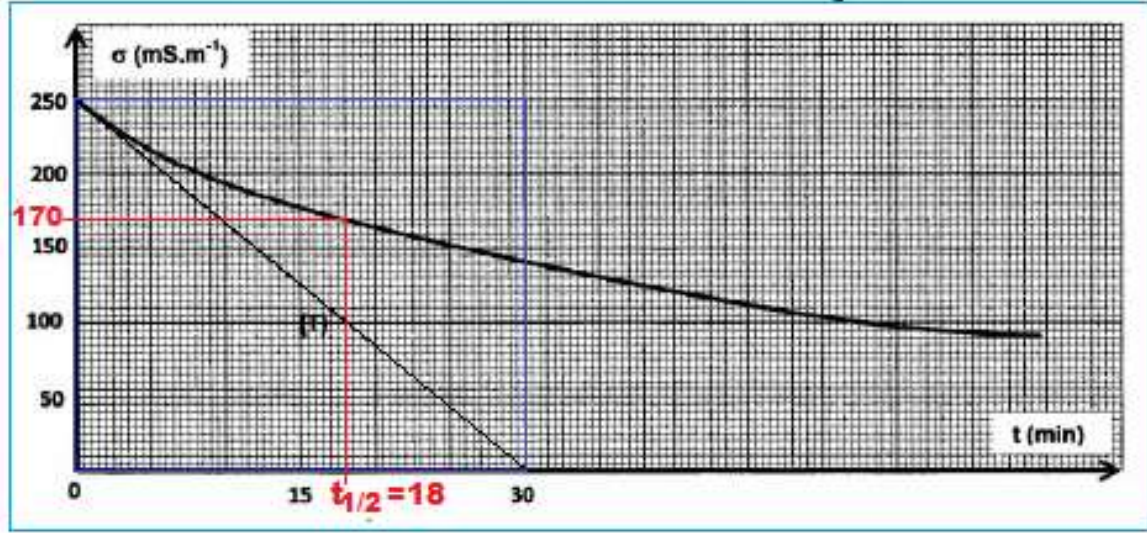
$$\sigma_{1/2} = 0,249 - 158,73 \cdot x_{1/2} \Rightarrow \sigma_{1/2} = 0,249 - 158,73 \times 5 \cdot 10^{-4} \approx 0,175 \cdot m^{-1}$$

2-3-2- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

هو المدة التي يصل فيها التقدم نصف قيمتها القصوى (بالنسبة للتفاعل الكلي) أي : $x_{1/2}$

عند هذه اللحظة الموصلية هي : $\sigma_{1/2} = 170.10^3 S.m^{-1} = 170 mS.m^{-1}$

باستعمال المبيان $\sigma = f(t)$ نجد : $t_{1/2} \approx 18 min$



2-3-3- السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$:

حسب تعريف السرعة الحجمية :

$$v(t) = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$$

$$x(t) = -6,3.10^{-3} \cdot \sigma(t) + 1,57.10^{-3} \Rightarrow \frac{dx}{dt} = -6,3.10^{-3} \cdot \frac{d\sigma}{dt}$$

$$v(t) = \frac{1}{V} \cdot \left(-6,3.10^{-3} \cdot \frac{d\sigma}{dt} \right) = -\frac{6,3.10^{-3}}{V} \cdot \frac{d\sigma}{dt}$$

$$v(t=0) = -\frac{6,3.10^{-3}}{V} \cdot \left(\frac{\Delta\sigma}{\Delta t} \right)_{t=0} = -\frac{6,3.10^{-3}}{10^{-4} \times 10^3} \cdot \left(\frac{250 - 0}{0 - 30} \right)_{t=0} \Rightarrow v(t=0) = 0,525 mol.L^{-1}.min^{-1}$$

الفيزياء

التمرين الثاني : تفتت الصوديوم 24

1- التعرف على الدقيقة X :

معادلة التفتت النووي :



قولنين الانحفاظ :

$$\begin{cases} 24 = 24 + A \\ 11 = 12 + Z \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 0 \\ Z = -1 \end{cases} \Rightarrow {}^A_Z X \rightarrow {}^0_{-1} e$$

الدقيقة هي الالكترن و طراز التفتت النووي هو β^-

2- حساب الطاقة المحررة :

$$E_{lib} = |\Delta E| = |[m(e^-) + m({}^{24}_{12}Mg) - m({}^{24}_{11}Na)].c^2|$$

$$E_{lib} = |\Delta E| = |[0,00055 + 23,97846 - 23,98493]u.c^2| = 5,92.10^{-3} \times 931,5Mev.c^{-2}.c^2$$

$$E_{lib} \approx 5,5145 MeV$$

3- تحديد طاقة الربط لنوية بالنسبة لنواة ${}^{24}_{12}Mg$:

$$\xi = \frac{E_\ell}{A}$$

$$E_\ell = [Zm_p + (A - Z)m_n - m({}^{24}_{12}Mg)].c^2$$

$$\xi = \frac{E_\ell}{A} = \frac{[Zm_p + (A - Z)m_n - m({}^{24}_{12}Mg)].c^2}{A}$$

$$\xi = \frac{[12 \times 1,00728 + (24 - 12) \times 1,00866 - 23,97846]u.c^2}{24} = \frac{0,21282 \times 931,5}{24} = 8,26 MeV/nucleon$$

$$\xi = 8,26 \times 1,6.10^{-6} \Rightarrow \xi \approx 1,32.110^{-12} J/nucleon$$

4- حساب تردد الإشعاع :

لدينا طاقة الاشعاع المنبعث :

$$E = E({}^{24}_{12}Mg^*) - E({}^{24}_{12}Mg) = 1,37 - 0 = 1,37MeV = 1,37 \times 1,6.10^{-13} = 2,19.10^{-12}J$$

$$E = hv \Rightarrow v = \frac{E}{h} \Rightarrow v = \frac{2,19.10^{-12}}{6,62.10^{-34}} \Rightarrow v = 3,31.10^{21} Hz$$

التمرين الثالث : الكهرباء

الجزء الأول : دراسة ثنائي القطب RL

1- المنحنى الموافق للتوتر $u_R(t)$ و الذي يمثل التوتر $u_{PN}(t)$:

عند اللحظة $t = 0$ تكون شدة التيار منعدمة في الدالة و

$$u_R(0) = R.i(0) = 0$$

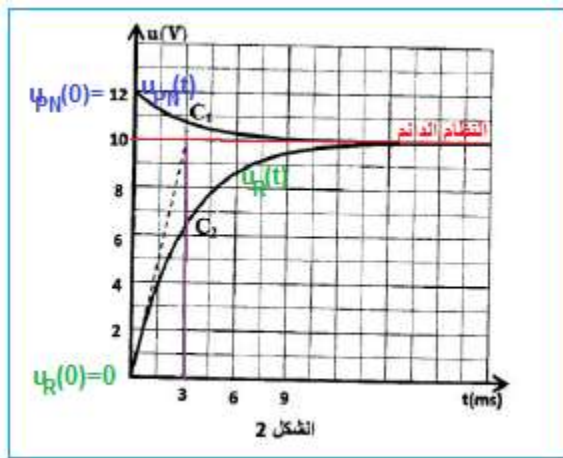
المنحنى C_2 يمر من اصل المعلم ويوافق التوتر $u_R(t)$

و المنحنى C_1 يوافق التوتر $u_{PN}(t)$

2- تحديد I_P شدة التيار في النظام الدائم :

حسب المنحنى C_2 قيمة التوتر $u_R(t)$ في النظام الدائم هي:

$$u_R = 10V$$



حسب قانون أوم : $u_R = R \cdot I_P$ ومنه : $I_P = \frac{u_R}{R}$

$$I_P = \frac{10}{40} = 0,25 \text{ A}$$

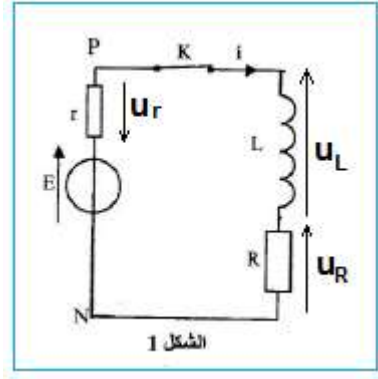
3- التحقق من قيمة المقاومة r :

باستعمال المنحنى C_1 :

عند اللحظة $t = 0$ التوتر $u_{PN}(0) = 12V$

في النظام الدائم لدينا $u_{PN} = 10V$

حسب قانون اوم نكتب : $u_{PN} = E - r \cdot I_P$ أي : $r = \frac{E - u_{PN}}{I_P} \Rightarrow r = \frac{12 - 10}{0,25} = 8\Omega$



4- إثبات المعادلة التفاضلية التي تحت=ققها شدة التيار :

حسب قانون إضافية التوترات :

$$u_r + u_L + u_R = E$$

$$L \cdot \frac{di}{dt} + Ri + ri = E \Rightarrow L \cdot \frac{di}{dt} + (R + r) \cdot i = E$$

$$\frac{L}{R + r} \cdot \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R + r}$$

5- تعبيري A و τ :

حل المعادلة التفاضلية هو : $i(t) = A \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = A - A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

بالاشتقاق نحصل على : $\frac{di}{dt} = \frac{1}{\tau} \cdot A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

نعوض في المعادلة التفاضلية :

$$\frac{L}{R + r} \cdot \frac{1}{\tau} \cdot A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} + A - A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{E}{R + r} \Rightarrow A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \left(\frac{L}{R + r} \cdot \frac{1}{\tau} - 1 \right) + A - \frac{E}{R + r} = 0$$

$$\begin{cases} \frac{L}{R + r} \cdot \frac{1}{\tau} - 1 = 0 \\ A - \frac{E}{R + r} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} L = \tau \cdot (R + r) \\ A = \frac{E}{R + r} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \tau = \frac{L}{R + r} \\ A = \frac{E}{R + r} \end{cases}$$

6- تحديد قيمة ثابتة الزمن τ ميبانيا :

حسب الشكل 2 تمثل τ أفصول نقطة تقاطع مماس المنحنى c_2 الممثل ل $u_R = f(t)$ عند اللحظة $t = 0$ والمقارب .

نجد : $\tau = 3ms$

7- استنتاج معامل التحريض L :

لدينا : $\tau = \frac{L}{R+r}$ أي : $L = \tau \cdot (R + r)$ ت.ع : $L = 3.10^{-3} \times (40 + 8) = 0,144 H$

8- الطاقة المخزونة في الوشيعة عند اللحظة $t = \frac{\tau}{2}$:

باستعمال الشكل 2 المنحنى C_2 :

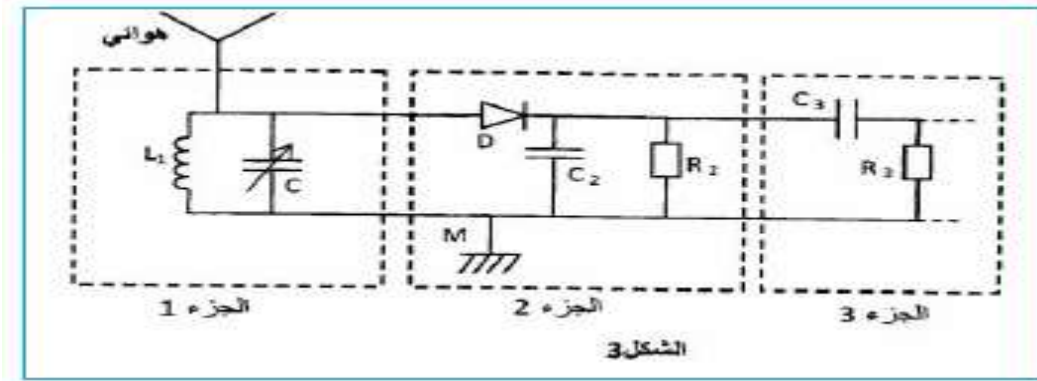
عند اللحظة $t = \frac{\tau}{2}$: نجد قيمة التوتر $u_R(\frac{\tau}{2}) = 4V$ بما ان : $u_R(\frac{\tau}{2}) = R \cdot i(\frac{\tau}{2})$ فإن : $i(\frac{\tau}{2}) = \frac{u_R(\frac{\tau}{2})}{R}$

الطاقة المخزونة في الوشيعة :

$$\xi = \frac{1}{2} L \cdot i^2 = \frac{1}{2} L \cdot \left(\frac{u_R}{R}\right)^2 \Rightarrow \xi = \frac{1}{2} \times 0,144 \times \left(\frac{4}{40}\right)^2 \Rightarrow \xi = 7.2 \cdot 10^{-4} J$$

الجزء الثاني : استقبال موجة مضمّنة الوسع

الجواب الصحيح باللون البنفسجي و التعليل ليس مطلوبا .



1- الجزء 1 :

1-1- الدور الذي يلعبه الجزء الأول هو :

■ استقبال و انتقاء الموجة ■ إزالة المركبة المستمرة ■ إزالة الموجة الحاملة ■ تضمين الموجة

1-2- لاتقاط الموجة يجب ضبط سعة المكثف على القيمة التقريبية :

■ 499 pF ■ 49,9 pF ■ 4,99 pF ■ 0,499 pF ■

تعبير التردد الخاص : $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 \cdot C}}$ أي : $f_0^2 = \frac{1}{4\pi^2 L_1 \cdot C}$

$$C = \frac{1}{4\pi^2 L_1 \cdot f_0^2} = \frac{1}{4 \times \pi^2 \times 1,44 \cdot 10^{-3} \times (594 \cdot 10^3)^2} \approx 0,499 \times \frac{10^{-12} F}{pF} \Rightarrow C = 0,499 pF$$

الجزء 2 :

2-1- للجداء $C_2 \cdot R_2$ بعد :

■ [I] ■ [T⁻¹] ■ [T] ■ [L] ■

2-2- قيمة المقاومة R_2 هي :

20 kΩ ■

5 kΩ ■

35 Ω ■

10 Ω ■

للحصول على إزالة تضمين جيد يجب أن يتحقق الشرط التالي :

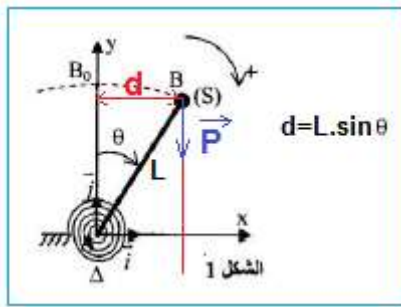
$$\frac{1}{f_0} \ll \tau < \frac{1}{f_s} \Rightarrow \frac{1}{f_0} \ll R_2 \cdot C_2 < \frac{1}{f_s} \Rightarrow \frac{1}{f_0 \cdot C_2} \ll R_2 < \frac{1}{f_s \cdot C_2}$$

$$\frac{1}{594 \times 10^3 \times 50 \times 10^{-9}} \ll R_2 < \frac{1}{10^3 \times 50 \times 10^{-9}} \Rightarrow 33,57 \Omega \ll R_2 < 20\,000 \Omega$$

التمرين الرابع : دراسة مجموعة ميكانيكية متذبذبة

1- الدراسة التحريكية

1-1- التوصل إلى المعادلة التفاضلية :



-المجموعة المدروسة : { النابض الحلزوني - الجسم الصلب (S) - الساق }

-جرد القوى :

وزن الجسم الصلب (S) : \vec{P}

تأثير مزدوجة الارتداد المطبقة من طرف النابض عزمها $M_C = -C \cdot \theta$

-نعتبر المرجع الارضي الذي نعتبره غاليليا ، ونطبق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران :

$$M_{\Delta}(\vec{P}) + M_C = J_{\Delta} \cdot \ddot{\theta}$$

$$M_{\Delta}(\vec{P}) = P \cdot d = m \cdot g \cdot L \cdot \sin\theta$$

$$m \cdot g \cdot L \cdot \sin\theta - C\theta = J_{\Delta} \cdot \ddot{\theta}$$

بالنسبة للتذبذبات الصغيرة نكتب : $\sin\theta \approx \theta$ كما ان : $J_{\Delta} = m \cdot L^2$

$$m \cdot g \cdot L \cdot \theta - C\theta = J_{\Delta} \cdot \ddot{\theta} \Rightarrow m \cdot L^2 \cdot \ddot{\theta} + (C - mgL) = 0$$

المعادلة التفاضلية :

$$\ddot{\theta} + \left(\frac{C}{m \cdot L^2} - \frac{m \cdot g \cdot L}{m \cdot L^2} \right) \theta = 0 \Rightarrow \ddot{\theta} + \left(\frac{C}{m \cdot L^2} - \frac{g}{L} \right) \theta = 0$$

1-2- بعد التعبير $\frac{C}{m \cdot L^2} - \frac{g}{L}$:

$$\ddot{\theta} + k \cdot \theta = 0 \Rightarrow k = \frac{\ddot{\theta}}{\theta} : \text{ نضع } k = \frac{C}{m \cdot L^2} - \frac{g}{L} \text{ المعادلة التفاضلية تكتب :}$$

بعد k هو

$$[k] = \frac{[\ddot{\theta}]}{[\theta]} = \frac{[rad][T]^{-2}}{[rad]} = [T]^{-2}$$

بعد التعبير $\frac{C}{m \cdot L^2} - \frac{g}{L}$ هو s^{-2} .

1-3- تعبير C_{min} بدلالة L و m و g :

حل المعادلة التفاضلية : $\theta(t) = \theta_{max} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \varphi\right)$

$$\dot{\theta}(t) = -\frac{2\pi}{T} \cdot \theta_{max} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \varphi\right) \Rightarrow \ddot{\theta}(t) = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \theta_{max} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \varphi\right) = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \theta(t)$$

نعوض في المعادلة التفاضلية :

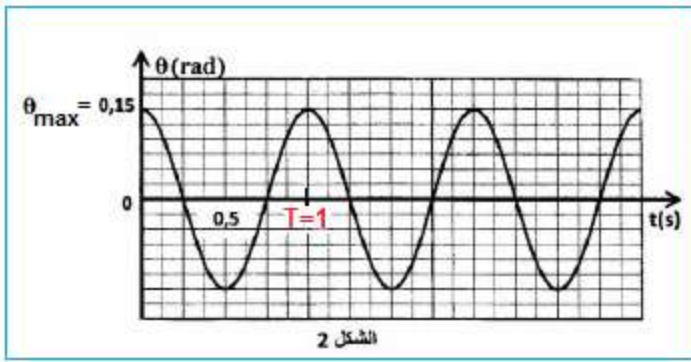
$$-\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \theta(t) + \left(\frac{C}{m \cdot L^2} - \frac{g}{L}\right) \theta(t) = 0 \Rightarrow \theta(t) \left[\left(\frac{C}{m \cdot L^2} - \frac{g}{L}\right) - \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \right] = 0 \quad (1)$$

$$\sqrt{\frac{C}{m \cdot L^2} - \frac{g}{L}} = \frac{2\pi}{T} \geq 0 \Rightarrow \frac{C}{m \cdot L^2} - \frac{g}{L} \geq 0 \Rightarrow \frac{C}{m \cdot L^2} \geq \frac{g}{L} \Rightarrow C \geq mgL$$

القيمة الدنيا لثابتة لي النابض هي : $C_{min} = mgL$

1-4-1- تحديد مل من T الدور و θ_{max} الوسع و الطور φ عند أصل التواريخ :

مبيانيا (أنظر الشكل 2) :



$$\begin{cases} T = 1s \\ \theta_{max} = 0,15 \text{ rad} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \theta(0) = \theta_{max} \\ \theta(0) = \theta_{max} \cdot \cos\varphi \end{cases} \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = \pi$$

حل المعادلة التفاضلية يكتب :

$$\theta(t) = 0,15 \cos(2\pi t + \pi)$$

1-4-2- تعبير شدة الثقالة g بدلالة L و m و C و T :

حسب العلاقة (1) :

$$\frac{C}{m \cdot L^2} - \frac{g}{L} - \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = 0 \Rightarrow \frac{g}{L} = \frac{C}{m \cdot L^2} - \frac{4\pi^2}{T^2} \Rightarrow g = L \left(\frac{C}{m \cdot L^2} - \frac{4\pi^2}{T^2} \right) \Rightarrow g = \frac{C}{m \cdot L} - \frac{4\pi^2 \cdot L}{T^2}$$

ت.ع :

$$g = \frac{1,31}{5 \cdot 10^{-2} \times 0,7} - \frac{4\pi^2 \times 0,7}{1^2} \Rightarrow g = 9,82 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

2- الدراسة الطاقية

2-1- تحديد الطاقة الميكانيكية للمجموعة :

$$E_m = E_C + E_P = E_{C \max}$$

$$E_{C \max} = 10,8 \text{ mJ} \quad \text{مبيانيا نجد :}$$

$$E_m = 10,8 \text{ mJ}$$

2-2- استنتاج طاقة الوضع E_P عند الموضع $\theta_1 = 0,10 \text{ rad}$:

مبيانيا عند الزاوية $\theta_1 = 0,10 \text{ rad}$ نجد الطاقة الحركية :

$$E_{C1} = 6 \text{ mJ}$$

$$E_m = E_{C1} + E_{P1} \Rightarrow E_{P1} = E_m - E_{C1} \Rightarrow E_{P1} = 10,8 - 6$$

$$E_{P1} = 4,8 \text{ mJ}$$

2-3- القيمة المطلقة للسرعة الزاوية $\dot{\theta}$ عند $\theta = 0$:

عند $\theta = 0$ تكون $E_{C \max}$ مبيانيا : $E_{C \max} = 10,8 \text{ mJ}$

$$E_{C \max} = \frac{1}{2} J_{\Delta} \dot{\theta}^2 \Rightarrow \dot{\theta}^2 = \frac{2E_{C \max}}{J_{\Delta}} \Rightarrow |\dot{\theta}| = \sqrt{\frac{2E_{C \max}}{J_{\Delta}}} \Rightarrow |\dot{\theta}| = \sqrt{\frac{2E_{C \max}}{m.L^2}} \quad \text{لدينا :}$$

ت.ع :

$$|\dot{\theta}| = \sqrt{\frac{2 \times 10,8 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-2} \times 0,7^2}} = 0,94 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \Rightarrow \dot{\theta} = \pm 0,94 \text{ rad/s}$$

