**الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا**
**الدورة العادية 2010**
**تصحيح الموضوع**
**الفيزياء والكيمياء**
**شعبة العلوم الرياضية أ و ب**

**التصحيح من طرف الأستاذ علال محداد**

## الكـــيـــــــميـــاء :

**جزء الأول : دراسة حلمأة إستر**

**I ـ المجموعة المميزة :**

1 ـ المجموعة المميزة المشتركة بين (A) و (B) : **مجموعة إستر**

2 ـ الصيغة نصف المنشورة للحمض : $CH_3COOH$

الصيغة نصف المنشورة للكحول : $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$

**II ـ دراسة حلمأة المركب A :**

1 ـ تفاعل المعايرة :

1 ـ 1 معادلة تفاعل المعايرة :

$$CH_3-COOH(\ell)+HO^-(aq)\rightarrow CH_3COO^-(aq)+H_2O(\ell)$$

1 ـ 2 تعبير ثابتة التوازن K :

لدينا

$$K=\frac{\left[CH_3COO^-\right]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}.\left[HO^-\right]_{eq}}=\frac{\left[CH_3COO^-\right]_{eq}.\left[H_3O^+\right]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}.\left[HO^-\right]_{eq}.\left[H_3O^+\right]_{eq}}$$

نعلم أن

$$K_A=\frac{\left[CH_3COO^-\right]_{eq}.\left[H_3O^+\right]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}$$

و كذلك

$$K_e=\left[H_3O^+\right]_e.\left[HO^-\right]_e$$

أي أن

$$\boxed{K=\frac{K_A}{K_e}}$$

حساب K :

$$K=\frac{1,80\times10^{-5}}{10^{-14}}=1,80\times10^{9}$$

1 ـ 3 تعبير كمية المادة n للحمض الموجود في الكأس i عند اللحظة t

| معادلة التفاعل | $CH_3-COOH(\ell)+HO^-(aq)\rightarrow CH_3COO^-(aq)+H_2O(\ell)$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| $t=0$ | $n$ | $C_BV_{BE}$ | $0$ | وفير |
| $t_f$ | $n-x_{Eq}$ | $C_BV_{BE}-x_{Eq}$ | $x_{Eq}$ | وفير |

عند التكافؤ لدينا :

$$\begin{cases}n_i-x_{Eq}=0\\C_BV_{BE}-x_{Eq}=0\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}x_{Eq}=n_i\\x_{Eq}=C_BV_{BE}\end{cases}$$

$$n_i=C_BV_{BE}$$

$n_i$ كمية مادة الحمض الموجودة في الكأس i

نستنتج كمية المادة الكلية للحمض المتكون الموجودة في الحوجلة عند اللحظة t : $n_T=\frac{50}{5}n_i=10n_i$ أي أن $\boxed{n_T=10C_BV_{BE}}$

**2 ـ تفاعل الحلمأة**

2 ـ 1 مميزات تفاعل الحلمأة : **تفاعل محدود و بطيء**

2 ــ 2 حساب كمية المادة $n(A)_i$ :

$$\boxed{n(A)_i = \frac{m(A)}{M(A)} = \frac{\rho(A)\times V}{2\times M(A)} = 0,1mol}$$

كمية المادة البدئية للماء الموجودة في الحوجلة :

$$\boxed{n\left(H_2O\right)_i = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{\rho(H_2O)\times V}{2\times M(H_2O)} = 1,94mol}$$

2 ــ 3 لنستنتج قيمة نسبة التقدم النهائي عند التوازن :
الجدول الوصفي لتفاعل الحلمأة :

| معادلة التفاعل | $ester + eau \rightarrow acide + alcool$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| $t=0$ | $0,1mol$ | $1,94mol$ | 0 | 0 |
| $t_f$ | $0,1-x$ | $1,94-x$ | $x$ | $x$ |
| $t_{eq}$ | $0,1-x_{eq}$ | $1,94-x_{eq}$ | $x_{eq}$ | $x_{eq}$ |
| $t_{max}$ | $0,1-x_{max}$ | $1,94-x_{max}$ | $x_{max}$ | $x_{max}$ |

حسب الجدول الوصفي فإن المتفاعل المحد هو الإستر أي أن $x_{max} = 0,1mol$
ومن خلال التجربة واعتمادا على المنحنى $x_{eq} = 0,084mol$
أي أن

$$\tau = \frac{x_{eq}}{x_{max}} = 0,84$$

2 ــ 4 قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t=0$ :
نعرف السرعة الحجمية للتفاعل بالعلقة التالية :

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

وحسب الجدول الوصفي فإنه في اللحظة $t$ :

$$x = n_T$$

أي أن

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

في اللحظة $t=0$ فإن $\left(\frac{dn_T}{dt}\right)_{t=0} \simeq \left(\frac{\Delta n_T}{\Delta t}\right)_{t=0}$ أي أن

$$v(t=0) = \frac{1}{V}\left(\frac{\Delta n_T}{\Delta t}\right)_{t=0}$$

$$v(t=0) = \frac{1}{0,05}\times\frac{(0,08-0)}{(120-0)} = 1,33\times10^{-3} mol/\ell\times s$$

2 ــ 5 كيفية تطور السرعة الحجمية :
عند اللحظة $t=0$ لدينا $v\left(t=0\right) = 1,33mml/\ell.s$
عندما تؤول $t$ إلة ما لا نهاية تصبح $x\left(t\rightarrow\infty\right) = x_{eq}$ أي أن $v\left(t\rightarrow\infty\right) = \frac{1}{V}\frac{dx_{eq}}{dt} = 0$
وبالتالي فإن السرعة الحجمية تتناقص والزمن $t$
العامل الحركي المسؤول عن هذا التطور هو تغير تركيز المتفاعلات والتي تستهلك خلال التحول .

**<u>الجزء الثاني : تصنيع إستر</u>**

1 ــ اسم الجهاز : التسخين بالارتداد ( يكون المبرد رأسيا حتى لا تضيع النواتج التي تتحول بفعل التسخين والذي يسرع التفاعل وتتكاثف نتيجة دورة الماء داخل المبرد ).
2 ــ معادلة التفاعل خلال التصنيع الثاني :

$$CH_3-(CH_2)_2-CH_2-OH + CH_3-(CH_2)_2-CO-O-CO-(CH_2)_2-CH_3 \rightarrow$$
$$CH_3-(CH_2)_2-COOH + CH_3-(CH_2)_2-COO(CH_2)_2-CH_3$$

3 ــ تحديد مردود التصنيع الأول :

التفاعل خلال التصنيع الأول هو تفاعل الأسترة وهو محدود فحسب المنحنى (1) فإن $x_f = 0,13mol$

ونهلم أن مردود التصنيع هو $r = \frac{x_f}{x_{max}}$ بحيث أن $x_{max}$ كمية المادة البدئية للكحول والذي استعمل في العمليتين .

خلال التصنيع الثاني والذي استعمل في أندريد الحمض فإن التفاعل في هذه الحالة يكون كليا أي أن أحد المتفاعلات استهلك كليا وبما أن الأندريد استعمل بوفرة حسب المعطيات فإن $n_i(alcool) = x_{max}$ وحسب المنحنى (2) فإن $x_{max} = 0,15mol$ ويساوي كذلك كمية مادة الكحول البدئية المسبعملة في التصنيع الأول .

وبالتالي فإن المردود هو :

$$r = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{0,13}{0,15} = 0,87 = 87\%$$

**<u>الفيزياء 1 : تاريخ الترسبات البحرية</u>**

1 ـ

1 ـ 1 معادلة التحول النووي :

نطبق قانون صودي :

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{230}_{90}Th + x\,{}^{4}_{2}He + y\,{}^{0}_{-1}e$$

$$x = 2; y = 2$$

$$\boxed{^{238}_{92}U \rightarrow {}^{230}_{90}Th + 2\,{}^{4}_{2}He + 2\,{}^{0}_{-1}e}$$

1 ـ 2 لنبين أن $\frac{N\left({}^{230}Th\right)}{N\left({}^{238}U\right)}$ تكون ثابتة :

حسب المعطيات للعينتين من الآورانيوم والثوريوم نفس النشاط ، أي أن

$$a\left({}^{230}Th\right) = a\left({}^{238}U\right)$$

$$\lambda.N\left({}^{230}Th\right) = \lambda'.N\left({}^{238}U\right)$$

$$\frac{N\left({}^{230}Th\right)}{N\left({}^{238}U\right)} = \frac{\lambda'}{\lambda} = Cte$$

2 ـ معادلة التفاعل النووي :

$$^{230}_{90}Th \rightarrow {}^{226}_{88}Ra + {}^{A}_{Z}X$$

$$A = 4; Z = 2$$

أي أن كبيعة الإشعاع المنبعث : نوى الهيليوم ، دقائق $\alpha$ وبالتالي فالمعادلة النووية هي كالتالي :

$$\boxed{^{230}_{90}Th \rightarrow {}^{226}_{88}Ra + {}^{4}_{2}He}$$

3 ـ لنتحقق مبيانيا من أن عمر نصف الثوريوم 230 هو $t_{1/2} = 7,5\times10^4 ans$

نعلم أن $t_{1/2}$ هي المدة الزمنية اللازمة لكي تتفتت نصف العينة عند $t = 0$ حسب المنحنى فإن $\frac{N(t)}{N_0} = f(t)$ وأن $f(0) = 1$ لكي تتفتت نصف العينة $f(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2N_0} = \frac{1}{2}$ يقابلها في المبيان $\boxed{t_{1/2} = 75\times10^3 ans = 7,5\times10^4 ans}$

4 ـ حساب عمر الجزء المأخوذ من القاعدة السفلى للأسطوانة :

بما ان تركيز الثوريوم 230 يتناقص حسب العمق داخل الترسب ودلك بتفتته حسب قانون التناقص الإشعاعي : $N = N_0e^{-\lambda t}$ وبما أن $N = \frac{m}{M}N_A$ كذلك $m = m_0e^{-\lambda t}$ بحيث أن $m_0 = m_s$ كتلة التوريوم الموجودة في الطبقة العليا للأسطوانة فإن هذه العينة تصبح كتلتها في القاعدة السفلى $m_p = m_S e^{-\lambda\Delta t}$ بحيث أن $\Delta t = t - t_0$ هي المدة الزمنية اللازمة لهذا التفتت وهي عمر هذا الجزء :

$$m_p = m_S e^{-\lambda\Delta t}$$

$$\frac{m_p}{m_S} = e^{-\lambda\Delta t}$$

$$Ln\left(\frac{m_p}{m_S}\right) = -\lambda\Delta t$$

$$\Delta t = -\frac{1}{\lambda} Ln\left(\frac{m_p}{m_S}\right)$$

$$\boxed{\Delta t = -\frac{t_{1/2}}{Ln(2)} Ln\left(\frac{m_p}{m_S}\right)}$$

تطبيق عددي :

$$\Delta t = 3,0\times10^5 \, ans$$

**<u>الفيزياء 2 : دراسة النظام الانتقالي في وشيعة وفي مكثف :</u>**

**1 ـ دراسة النظام الانتقالي في وشيعة :**

1 ـ 1

أ ـ عند بداية النظام الانتقالي $t=0$ لدينا حسب المعطيات $\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0} = 100 A/s$ وعند نهاية النظام الانتقالي لدينا $i = I_0 = Cte$ أي أن $\left(\frac{di}{dt}\right) = 0$ أي أن $\frac{di}{dt}$ دالة تناقصية وبالتالي فإن $L\frac{di}{dt}$ كذلك دالة تناقصية بالنسبة للزمن $t$ .

ب ـ عند اللحظة $t=0$ لدينا $i=0$ و $u=E$ وحسب المعادلة $E = 0 + L\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0}$ أي أن $\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0} = \frac{E}{L}$

حساب قيمة $L$ :

$$\frac{E}{L} = 100$$

$$L = \frac{E}{100} = 6\times10^{-2} H$$

ج ـ حساب قيمة $\frac{di}{dt}$ بالنسبة ل $t \geq 5min$ أي في النظام الدائم : $i = I_0 = 100mA$ أي أن $\boxed{\frac{di}{dt} = 0}$

استنتاج قيمة $r$ :

لدينا $\frac{di}{dt} = 0$ في المعادلة : $E = (r+R)\times I_0$ أي أن $r = \frac{E}{I_0} - R$ عدديا $r = 10\Omega$

2 ـ 1

أ ـ تعين المنحنى الموافق للحالة الأولى والحالة الثانية :

المنحنى الموافق للحالة الأولى حسب الجدول هي الحالة الموافقة للدراسة التجريبية السابقة حيث $I_0 = \frac{E}{R+r} = 100mA$ ونحصل على النظام الدائم بالنسبة ل $t \geq 5\tau_1$ و $\tau_1 = 1ms$ وبالتالي فهي **توافق المنحنى (ب)**

المنحنى الموافق للحالة الثانية حيث أن $I_0 = 100mA$ و $\tau_2 = 2\tau_1$ نحصل على النظام الدائم $t \geq 10ms$ **فهي توافق المنحنى (ج) .**

ب ـ التعبير عن $R'_2$ بدلالة $L_2$ و $L_1$ و $R_3$ و $r$ :

عندما نضبط $R_2 = R'_2$ فإن $\tau_2 = \tau_3$ ؛

$$\frac{L_2}{R'_2 + r} = \frac{L_3}{R_3 + r}$$

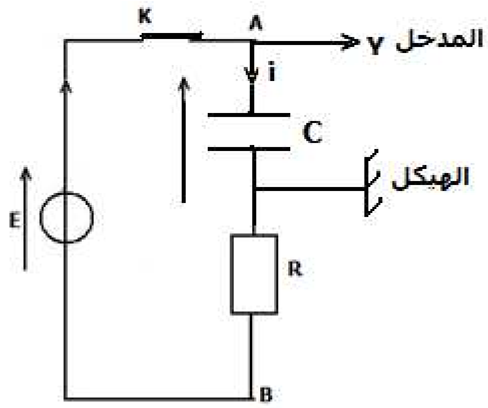
$$\boxed{R'_2 = \frac{L_2}{L_1}(R_3 + r) - r}$$

تطبيق عددي :

$$R'_2 = 110\Omega = 1,1\times10^2\Omega$$

**2 ـ دراسة النظام الانتقالي في مكثف**

2 ـ 1 رسم تبيانة التركيب التجريبي :




2 ـ 2 إثبات المعادلة التفاضلية :

حسب قانون إضافية التوترات :

$$E = u_R + u_C$$

بحيث أن

$$u_R = Ri = RC\frac{du_C}{dt}$$

أي أن

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

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

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

2 ـ 3 تحديد كل من $A$ و $B$ و $\tau$

لدينا حل المعادلة التفاضلية :

$$u_C = Ae^{-t/\tau} + B$$

أي أن

$$\frac{du_C}{dt} = -\frac{A}{\tau}e^{-t/\tau}$$

نعوض في المعادلة التفاضلية :

$$-RC\times\frac{A}{\tau}e^{-t/\tau} + Ae^{-t/\tau} + B = E$$

$$Ae^{-t/\tau}\left(-\frac{RC}{\tau} + 1\right) + B = E$$

تكون المعادلة $u_C = Ae^{-t/\tau} + B$ حلا للمعادلة التفاضلية يكفي أن يكون لدينا :

$$\begin{cases} 1 - \frac{RC}{\tau} = 0 \\ B = E \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \boxed{\tau = RC} \\ \boxed{B = E} \end{cases}$$

حسب الشروط البدئية لدينا المكثف غير مشحون : $u_C = 0$ أي أن $0 = A + E$ إذن $\boxed{A = -E}$

2 ـ 4 تعبير شدة التيار $i(t)$ :

لدينا

$$i(t)=\frac{dq}{dt}=C\frac{du_C}{dt}$$
$$i(t)=CE\left(0+\frac{1}{\tau}e^{-t/\tau}\right)$$
$$\boxed{i(t)=\frac{E}{R}e^{-t/\tau}}$$

2 ـ 5 شدة التيار الكهربائي عند اللحظة $t=0$ :

$$i(0)=\frac{E}{R}=I_0$$
$$I_0=1,2\times10^{-2}\,A$$

**3 ـ دراسة تبادل الطاقة بين المكثف و الوشيعة**

3 ـ 1 لنبين أن تعبير الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف عند اللحظة $t$ : $E_e=\frac{1}{2}LI_m^2\sin^2\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$

نعلم أن

$$E_e=\frac{1}{2}Cu_C^2=\frac{1}{2C}q^2$$

بحيث أن

$$i=\frac{dq}{dt}\Rightarrow dq=idt$$
$$q=\int_0^t idt=\int_0^t I_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)dt$$
$$q=\frac{T_0I_m}{2\pi}\left[\sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)\right]_0^t=\frac{T_0I_m}{2\pi}\sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$$
$$T_0=2\pi\sqrt{LC}$$
$$q=I_m\sqrt{LC}\sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$$

وبالتالي فإن

$$E_e=\frac{1}{2C}I_m^2LC\sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$$
$$\boxed{E_e=\frac{1}{2}LI_m^2\sin^2\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)}$$

3 ـ 2 لنبين أن الطاقة الكلية $E$ تنحفظ :

$$E=E_e+E_m$$
$$E=\frac{1}{2}LI_m^2\sin^2\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)+\frac{1}{2}LI_m^2\cos^2\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$$
$$E=\frac{1}{2}LI_m^2\left(\sin^2\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)+\cos^2\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)\right)$$
$$\boxed{E=\frac{1}{2}LI_m^2=\frac{1}{2}CU_0^2=cte}$$

حساب قيمتها :

$$\boxed{E=3,6\times10^{-4}\,J}$$

**فيزياء 3 :الجزء الأول**

**1 ـ دراسة حركية الكرية (a)**

1 ـ 1 إثبات المعادلة التفاضلية :

جرد القوى المطبقة على الكرية (a) : $\vec{P}$ ، $\vec{f}$ ، $\vec{F}$

نطبق القانون الثاني للنيوتن : $\vec{P}+\vec{f}+\vec{F}=m\vec{a}$

الإسقاط على $Ox$ :

$$P_x + f_x + F_x = ma_x$$
$$mg - f - F = m\frac{dv}{dt}$$
$$mg - 6\pi\eta r.v - \rho_0 Vg = m\frac{dv}{dt}$$
$$g - \frac{6\pi\eta r}{m}v - \frac{\rho_0 Vg}{m} = \frac{dv}{dt}$$
$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 ; m = \rho V$$
$$g - \frac{9\pi\eta r}{2\rho\pi r^3}v - \frac{\rho_0}{\rho}g = \frac{dv}{dt}$$
$$g\left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) - \frac{9\eta}{2\rho r^2}v = \frac{dv}{dt}$$

نضع :

$$\frac{1}{\tau} = \frac{9\eta}{2r^2} \Rightarrow \tau = \frac{2r^2}{9\eta}$$

و

$$C = g\left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right)$$

وبالتالي فإن :

$$\boxed{\frac{dv}{dt} + \frac{v}{\tau} = C}$$

1 ـ 2 حساب الزمن المميز لحركة الكرية (a) :

$$\tau = \frac{2\times 2600\times\left(0,25\times 10^{-2}\right)^2}{9\times 8\times 10^{-2}} = 4,5\times 10^{-2}s$$

قيمة السرعة الحدية للكرية :

$$v = v_\ell \Rightarrow \frac{dv}{dt} = 0$$

وبالتالي فإن

$$\frac{v_\ell}{\tau} = C \Rightarrow \boxed{v_\ell = C\tau}$$

عدديا :

$$v_\ell = 2,76\times 10^{-1} m/s$$

**2 ـ دراسة مقارنة لحركتي الكريتين (a) و (b)**

2 ـ 1 الكرية التي ستستغرق أطول مدة زمنية لتبلغ سرعتها السرعة الحدية :

نقارن الزمن المميز للكريتين :

الكرية (a) زمنها المميز هو $\tau$

الكرية (b) زمنها المميز $\tau'$ وشعاعها $r' = 2r$ أي أن $\tau' = \frac{2\rho r'^2}{9\eta} = 4\times\frac{2\rho r^2}{9\eta} = 4\tau = 0,180s$

أي كلما كان الشعاع أكبر ، كلما ازداد الزمن المميز لحركة الكرية أي ستكون المدة الزمنية أطول لبلوغ السرعة الحدية وبالتالي فإن الكرية (b) تستغرق مدة أطول ( $v'_\ell = C\tau' = 4C\tau = 1,104 m/s$ )

2 ـ 2 حساب المدة الزمنية الفاصلة بين وصول الكريتين (a) و (b) إلى قعر الأنبوب :

خلال النظام الانتقالي تقطع الكرية (a) المسافة $d_1$ خلال مدة زمنية $5\tau$ بينما المسافة المتبقية وهي في النظام الدائم حيث تقطعها بسرعة ثابتة $v_\ell$ هي : $\frac{H - d_1}{v_\ell}$

الكرية (b) تقطع المسافة $d_2$ خلال المدة الزمنية $5\tau'$ بينما المسافة المتبقية وهي في النظام الدائم حيث تقطعها بسرعة ثابتة $v'_\ell$ هي : $\frac{H - d_2}{v'_\ell}$

المدة الزمنية الكلية التي تستغرقها الكرية (a) لقطع المسافة H هي : $5\tau+\dfrac{H-d_1}{v_\ell}$

المدة الزمنية الكلية التي تستغرقها الكرية (b) لقطع المسافة H هي : $5\tau'+\dfrac{H-d_2}{v'_\ell}$

وبالتالي فإن المدة الزمنية الفاصلة بين وصول الكريتين (a) و (b) إلى قعر الأنبوب هي :

$$\boxed{\Delta t = t_a - t_b = \left(5\tau+\frac{H-d_1}{v_\ell}\right)-\left(5\tau'+\frac{H-d_2}{v'_\ell}\right)}$$

عدديا :

$$\boxed{\Delta t = 2,58s}$$

## الجزء الثاني : تغير الشروط البدئية لحركة متذبذب غير مخمد

1 ـ إثبات المعادلة التفاضلية :

جرد القوى المطبقة على المجموعة : $\vec{P}$ ، $\vec{R}$ و $\vec{F}$ القوة المطبقة من طرف النابض على الجسم

نطبق القانون الثاني لنيوتن :

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

الإسقاط على Ox :

$$P_x+R_x+F_x=ma_{Gx}$$

$$0+0-F=m\frac{d^2x}{dt^2}$$

$$F=K\Delta\ell$$

وحسب الشكل فإن

$$\Delta\ell = x$$

أي أن

$$-Kx=m\frac{d^2x}{dt^2}$$

$$\boxed{\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{K}{m}x=0}$$

2 ـ التعبير الحرفي للدور الخاص :

$x(t)=x_m\cos\left(\dfrac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)$ حلا للمعادلة التفاضلية أي أن

$$\frac{dx}{dt}=-\frac{2\pi}{T_0}x_m\sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)$$

$$\frac{d^2x}{dt^2}=-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2x_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)$$

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

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2x(t)=0$$

لكي تكون $x(t)$ حلا للمعادلة التفاضلية يكفي أن

$$\left(\frac{2\pi}{T_0^2}\right)=\frac{K}{m}$$

$$\boxed{T_0=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}}$$

3 ـ المنحنى الموافق للحالة الأولى هو (ب) لكون وسعه بقي ثابتا بعد إطلاقه بدون سرعة بدئية $OA=d$

4 ـ 1 قيمة المسافة d من خلال المبيان : $d=3cm=3\times10^{-2}m$

قيمة الوسع $x_{m2}$ من خلال المبيان $x_{2m}=4cm=4\times10^{-2}m$

4 ـ 2 لنبين أن تعبير الوسع هو : $x_{m2}=\sqrt{\frac{mv_A^2}{K}+d^2}$

نطبق انحفاظ الطاقة الميكانيكية بين اللحظتين $t=0$ حيث الطاقة الميكانيكية : $E_m(t=0)=E_C(A)+E_{pe}(A)$ واللحظة التي يمر فيها الجسم من موضع قصوي (B) حيث الطاقة الميكانيكية هي : $E_m(B)=0+E_{pe}(B)$

وحسب انحفاظ الطاقة الميكانيكية :

$$E_C(A)+E_{pe}(A)=0+E_{pe}(B)$$

$$\frac{1}{2}mv_A^2+\frac{1}{2}Kd^2=\frac{1}{2}Kx_{m2}^2$$

$$x_{2m}^2=\frac{mv_A^2}{K}+d^2$$

$$x_{2m}=\sqrt{\frac{mv_A^2}{K}+d^2}$$

4 ـ 3 تعبير $\tan\varphi_2$

عند اللحظة $t=0$ لدينا $x_2(t=0)=d=x_{2m}\cos\varphi_1$ و $v_A=-x_{2m}\frac{2\pi}{T_0}\sin\varphi_2=-x_{2m}\sqrt{\frac{K}{m}}\sin\varphi_2$ أي أن

$$\tan\varphi_2=\frac{\sin\varphi_2}{\cos\varphi_2}=\frac{v_A\sqrt{\frac{K}{m}}}{d}$$

$$x_{2m}^2-d^2=\frac{mv_A^2}{K}$$

$$v_A\sqrt{\frac{m}{K}}=\sqrt{x_{2m}^2-d^2}$$

$$\boxed{\tan\varphi_2=\frac{\sqrt{x_{2m}^2-d^2}}{d}}$$