

الجزء الأول والثاني مستقلان

كيمياء (7 ن)

الجزء الأول : (5 ن) : دراسة حلمأة إستر

يحتوي العديد من الفواكه على أنواع كيميائية عضوية ذات نكهة متميزة تنتهي لمجموعة الإسترات .

يمكن تحضير إستر ذي الصيغة الإجمالية $C_nH_{2n}O_2$ انطلاقا من حمض كربوكسيلي $C_xH_{2x}O_2$ وكحول $C_yH_{(2y+2)}O$ ، كما يمكن في ظروف معينة إعادة إنتاج هذين المركبين عن طريق حلمأة هذا الإستر . يهدف هذا الجزء إلى تحديد الصيغة نصف المنشورة لإستر E انطلاقا من نتائج تفاعل حلمأته .

معطيات :

- الجداء الأيوني للماء عند $25^\circ C$: $K_e = 1,0 \cdot 10^{-14}$ - كثافة الإستر E بالنسبة للماء : $d=0,9$ - الكتلة الحجمية للماء : $\rho_e = 1g.mL^{-1}$ - الكتلة المولية للماء : $M(H_2O) = 18g.mol^{-1}$ - الكتل المولية الذرية : $M(H) = 1g.mol^{-1}$; $M(O) = 16g.mol^{-1}$; $M(C) = 12g.mol^{-1}$ لدراسة حلمأة الإستر E السائل ذي الصيغة الإجمالية $C_4H_8O_2$ تنجز التجربة التالية :

* نوزع $n_1=0,05mol$ من الإستر E في عشرة أنابيب اختبار ونضيف إلى كل أنبوب اختبار كمية من الماء البارد وقطرة من حمض الكبريتيك المركز للحصول على خليط حجمه $V_1=5mL$.

* نضع في كأس $n_2=n_1=0,05mol$ من الإستر E وكمية من الماء البارد وقطرات من حمض الكبريتيك المركز للحصول على خليط حجمه $V_2=50mL$.

* نضع أنابيب الاختبار والكأس، عند اللحظة $t=0$ ، في حمام مريم درجة حرارته ثابتة $\theta = 80^\circ C$

ننمذج تحول حلمأة الإستر E بتفاعل كيميائي معادلته : $C_4H_8O_2 + H_2O \rightleftharpoons C_xH_{2x}O_2 + C_yH_{(2y+2)}O$

1 - عند لحظة t نخرج أحد أنابيب الاختبار ونضعه في ماء مثلج، ثم نعاير الحمض المتكون في الأنبوب بواسطة محلول S لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_B=5,0 \cdot 10^{-1}mol.L^{-1}$ بوجود كاشف ملون ملائم .

ثابتة التوازن، عند درجة الحرارة $25^\circ C$ ، المقرونة بمعادلة تفاعل معايرة الحمض الكربوكسيلي الناتج عن تفاعل حلمأة الإستر هي : $K=1,6 \cdot 10^9$

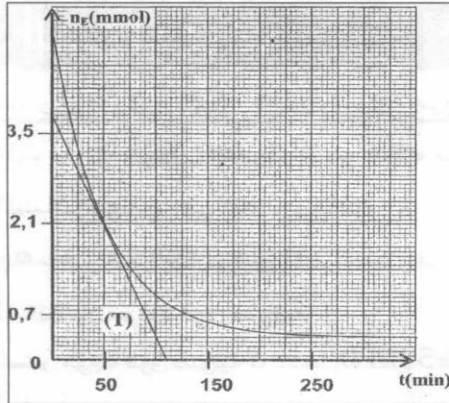
1.1 - أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

1.2 - أحسب ثابتة الحمضية K_A للمزدوجة $C_xH_{2x}O_2 / C_xH_{2x-1}O_2^-$ عند $25^\circ C$.

1.3 - حدد، من بين الكواشف الملونة التالية ،

الكاشف الملون الملائم لهذه المعايرة . علل الجواب .

منطقة الانعطاف	الكاشف الملون
4.4 - 3.1	هيليانتين
6.2 - 4.4	أحمر المثل
10 - 8.2	فينول فتالين



2- مكنت النتائج المحصلة بواسطة معايرة الحمض المتكون من خط المنحنى جانبه الذي يمثل تغيرات n_E كمية مادة الإستر في أنبوب الاختبار بدلالة الزمن .

يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى عند اللحظة $t=50\text{min}$.

2.1- أحسب ثابتة التوازن K' المقرونة بمعادلة تفاعل الحلمأة .

2.2- أحسب مردود تفاعل الحلمأة عند التوازن .

3- 3.1- عبر عن السرعة الحجمية v لتفاعل الحلمأة في أنبوب اختبار بدلالة V_1

$$\frac{dn_E}{dt}$$

و - أحسب قيمتها عند اللحظة $t=50\text{min}$.

3.2- اختر الجواب الصحيح مع التعليل .

تكون السرعة الحجمية لتفاعل حلمأة الإستر E في الكأس عند $t=50\text{min}$.

أ- أكبر من السرعة الحجمية v لتفاعل حلمأة الإستر E في أنبوب الاختبار عند $t=50\text{min}$ ؛

ب- أصغر من السرعة الحجمية v لتفاعل حلمأة الإستر E في أنبوب الاختبار عند $t=50\text{min}$ ؛

ج- تساوي السرعة الحجمية v لتفاعل حلمأة الإستر E في أنبوب الاختبار عند $t=50\text{min}$ ؛

4- عند نهاية تفاعل الحلمأة و بعد تبريد الخليط المحصل في الكأس ، ثم استخلاص الكحول المتكون كتلته $m=2.139\text{g}$.

- حدد الصيغة نصف المنشورة للإستر E .

الجزء الثاني : (نقطتان) : طلاء صفيحة من الحديد بالنيكل

يتم طلاء بعض القطع الفلزية كالحديد و النحاس و الفولاذ إلخ ... بطبقة من فلز آخر لحمايتها من التآكل أو لجعلها أكثر صلابة أو لتحسين مظهرها .

يهدف هذا الجزء إلى دراسة عملية طلاء صفيحة من الحديد بطبقة من النيكل بواسطة التحليل الكهربائي .

معطيات :

- الكتلة الحجمية للنيكل : $\mu = 8,9.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

- الكتل المولية : $M(S) = 32\text{g.mol}^{-1}$; $M(O) = 16\text{g.mol}^{-1}$; $M(Ni) = 58,7\text{g.mol}^{-1}$

- الفارادي : $F=96500\text{C.mol}^{-1}$

ننجز التحليل الكهربائي لطلاء صفيحة رقيقة من الحديد مستطيلة الشكل سمكها مهمل ، طولها $L=10\text{cm}$ و عرضها $\ell=5\text{cm}$ ، بطبقة من النيكل سمكها e على كل وجه من وجهي الصفيحة .

لتحقيق هذا الغرض ، نغمر كليا الصفيحة و قضيب من البلاتين في إناء يحتوي على محلول لكبريتات النيكل $(Ni^{2+} + SO_4^{2-})$ تركيزه الكتلي $C_m=11\text{g.L}^{-1}$ و حجمه $V=1\text{L}$. نصل القطب السالب لمولد كهربائي بصفيحة الحديد و قطبه الموجب بقضيب البلاتين ، فيمر في الدارة تيار كهربائي شدته ثابتة $I=8,0\text{A}$.

يستغرق هذا التحليل الكهربائي المدة $\Delta t = 25\text{min}$

1- أكتب معادلة التفاعل الحاصل على مستوى الكاثود .

2- أحسب كمية مادة النيكل اللازمة لهذا الطلاء . استنتج قيمة السمك e .

3- ما التركيز المولي الفعلي لأيونات النيكل II في محلول عند نهاية هذا الطلاء ؟

الفيزياء (13 نقطة)

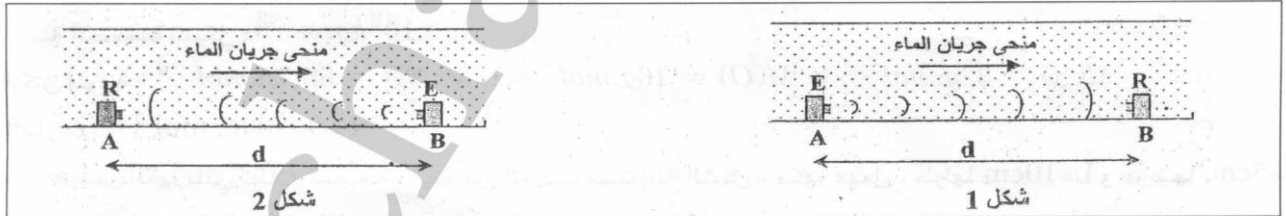
التمرين الأول : (2ن) : تحديد سرعة جريان سائل

الموجات فوق الصوتية موجات ميكانيكية يمكن أن تنتشر في السوائل بسرعة تتغير مع طبيعة السائل ومع سرعة جريانه .
يهدف هذا التمرين إلى تحديد سرعة جريان الماء في قناة .

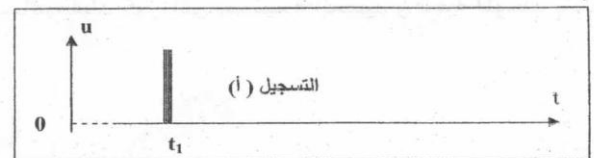
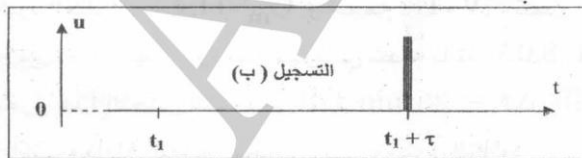
1 - انتشار موجة فوق صوتية .

تنتشر موجة فوق صوتية ترددها $N=50\text{kHz}$ في الماء الساكن بسرعة $v_0=1500\text{m.s}^{-1}$.1.1 - أحسب طول الموجة λ لهذه الموجة فوق صوتية في الماء الساكن .1.2 - هل تتغير قيمة λ عند انتشار هذه الموجة فوق الصوتية في الهواء ؟ علل الجواب .

2 - قياس سرعة جريان الماء في قناة .

تنتشر موجة فوق صوتية بسرعة v في ماء يجري بسرعة v_e داخل قناة، بحيث $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{v}_e$ مع $\vec{v}_0$ متجهة سرعة انتشار هذه الموجة في الماء الساكن .لتحديد v_e سرعة جريان الماء في قناة أفقية، تضع بداخلها باعثا E ومستقبلا R للموجات فوق الصوتية .يوجد الباعث E والمستقبل R على نفس المستقيم الأفقي الموازي لاتجاه حركة الماء ، و تفصل بينهما المسافة $d=1.0\text{m}$.يرسل الباعث E موجة فوق صوتية مدتها جد قصيرة لتلتقط من طرف المستقبل R .يمكن جهاز معلوماتي من تسجيل الإشارة $u(t)$ التي يلتقطها المستقبل R .نسجل الإشارة $u(t)$ في كل من الحالتين التاليتين :الحالة الأولى : الباعث E مثبت بالموضع A والمستقبل R بالموضع B (الشكل 1) .الحالة الثانية : الباعث E مثبت بالموضع B والمستقبل R بالموضع A (الشكل 2) .نعتبر لحظة إرسال الباعث E للموجة فوق الصوتية أصلا للتواريخ، بالنسبة لكل حالة .

يمثل الشكل 3 التسجيلين (أ) و (ب) المحصل عليهما :



الشكل 3

2.1 - حدد التسجيل الموافق للحالة الثانية . علل الجواب .

2.2 - يمثل τ الفرق الزمني بين مدتي انتشار الموجة من الباعث E إلى المستقبل R في الحالتين .

أ- أوجد تعبير الفرق الزمني τ بدلالة v_e و v_0 و d .

ب- باعتبار السرعة v_e مهمة أمام v_0 ، حدد السرعة v_e لجريان الماء في القناة علما أن $\tau = 2,0 \mu s$.

التمرين 2 (5.25 نقطة) تأثير وشيعة في دارة كهربائية

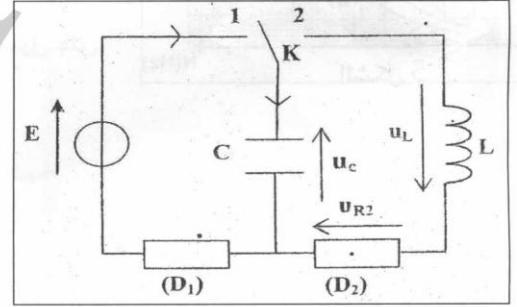
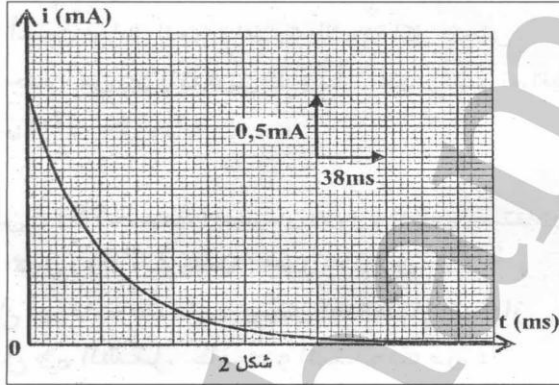
الوشيعات ثنائيات القطب تتميز أساسا بمعامل التحريض الذي يجعلها تتصرف بكيفية مخالفة لتصرف موصل أومي في دارة كهربائية .

يهدف هذا التمرين إلى دراسة استجابة وشيعة في دارة كهربائية حرة ثم قسرية .

نجز التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 1 و المتكون من مولد مؤتمل للتوتر المستمر قوته الكهرومحركة $E=12V$ و مكثف غير مشحون سعته C و وشيعة معامل تحريضها L و مقاومتها مهمة و موصلين أوميين (D_1) و (D_2) مقاومتهما على التوالي R_1 و $R_2 = 30\Omega$ ، قاطع التيار K .

1 - استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر صاعدة .

عند اللحظة $t=0$ ، نضع قاطع التيار K في الموضع 1 فيمر في الدارة تيار كهربائي شدته i تتغير مع الزمن كما يوضح الشكل 2 .



1.1 - بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار i تكتب على الشكل التالي : $\frac{di}{dt} + \frac{1}{R_1 \cdot C} \cdot i = 0$

1.2 - يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على الشكل : $i(t) = A \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

- حدد تعبير كل من الثابتين A و λ بدلالة برامترات الدارة .

1.3 - حدد قيمة المقاومة R_1 . تحقق أن $C \approx 6,3 \mu F$

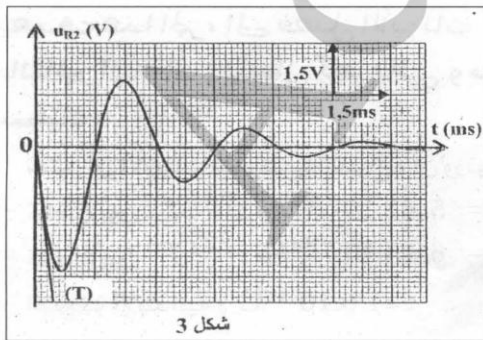
2 - دراسة التذبذبات الكهربائية الحرة المخمدة

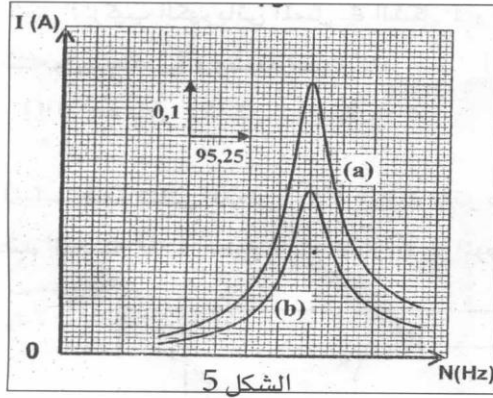
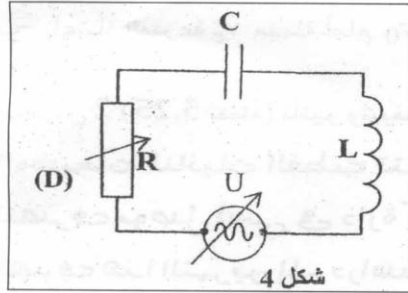
بعد شحن المكثف كليا نؤرجح قاطع التيار K ، عند $t=0$ ، إلى الموضع 2 (الشكل 1) .

نعاين على شاشة راسم تذبذب ذاكراتي تغيرات التوتر u_{R2} بين مربطي الموصل

الأومي (D_2) بدلالة الزمن فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل 3 .

يمثل المستقيم T ، في الشكل 3 ، المماس للمنحنى $u_{R2}(t)$ عند $t=0$.





2.1 - أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_{R2} .

2.2 - ما قيمة التوتر u_L بين مربطي الوشعة $t=0$ ؟

2.3 - حدد ميانيا قيمة $\frac{di}{dt}$ عند $t=0$ ؟

- استنتج قيمة معامل التحريض L .

3 - التذبذبات القسرية .

نركب على التوالي مع المكثف و الوشعة السابقين موصلا أوميا (D) مقاومته R قابلة للضبط ومولدا للتردد المنخفض GBF يزود الدارة بتوتر متناوب جيبي قيمته U وتردده N قابلين للضبط (الشكل 4) .

يمثل المنحنى (a) في الشكل 5 تغيرات الشدة الفعالة I للتيار المار في الدارة بدلالة التردد N عندما نضبط التوتر الفعال للمولّد على القيمة $U_1 = 10V$ ،

والمقاومة R على قيمة معينة ، ويمثل المنحنى (b) في الشكل 5 تغيرات I بدلالة N وذلك عند تغيير أحد المقدارين R أو U .

3.1 - أحسب قيمة المقاومة R الموافقة للمنحنى (a) .

3.2 - أوجد تعبير الممانعة Z لثنائي القطب RLC بدلالة R عندما تأخذ الشدة الفعالة للتيار القيمة $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ حيث I_0 شدة التيار الفعالة عند الرنين .

3.3 - أحسب معامل الجودة للدارة بالنسبة لكل منحنى .

3.4 - حدد ، من بين المقدارين R و U ، المقدار الذي تم تغييره للحصول على المنحنى (b) . علل جوابك .

التمرين 3 (5.75 نقطة) الجزء الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول : (2.75 نقطة) فصل الأيونين $^{35}\text{Cl}^-$ و $^{37}\text{Cl}^-$

لفصل أيونات مختلفة يمكن استعمال الجهاز

الممثل في الشكل جانبه و المتكون من :

- حجرة التأين تنتج فيها الأيونات ،

- حجرة التسريع تسرع فيها الأيونات ،

- حجرة الانحراف تنحرف فيها الأيونات .

يهدف هذا الجزء إلى فصل الأيونات $^{35}\text{Cl}^-$ و $^{37}\text{Cl}^-$

بالتأثير المتزامن لمجال كهربائي و مجال مغناطيسي .

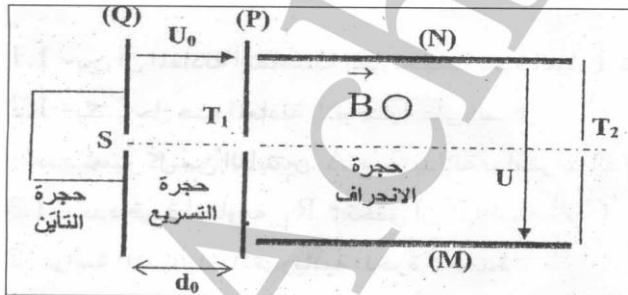
معطيات :

- نعتبر أن الأيونات تتحرك في الفراغ و أن وزنها مهمل أمام باقي القوى ؛

- كتلة الأيون $^{35}\text{Cl}^-$: $m_1 = 5,81 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ ؛

- كتلة الأيون $^{37}\text{Cl}^-$: $m_2 = 6,15 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ ؛

- الشحنة الابتدائية : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.



1 -تغادر الأيونات $^{35}\text{Cl}^-$ و $^{37}\text{Cl}^-$ حجرة التأين عند النقطة S بسرعة بدئية مهملة، و تسرع بواسطة توتر كهربائي $U_0 = V_P - V_Q = 100\text{V}$ مطبق بين صفيحتين فلزيتين رأسييتين (P) و (Q) تفصل بينهما المسافة d_0 .

1.1 -بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :
أ- حدد طبيعة حركة الأيونات $^{35}\text{Cl}^-$ في حجرة التسريع .
ب- استنتج تعبير v_1 سرعة الأيون $^{35}\text{Cl}^-$ عند وصوله إلى الصفيحة (P) بدلالة m_0 و e و U_0 .

1.2 -يصل الأيون $^{37}\text{Cl}^-$ إلى الصفيحة (P) بسرعة v_2 . أوجد تعبير v_2 بدلالة v_1 و m_1 و m_2 .

2 -بعد خروج الأيونين $^{35}\text{Cl}^-$ و $^{37}\text{Cl}^-$ من الثقب T_1 على التوالي بالسرعتين $\vec{v}_1$ و $\vec{v}_2$ يدخلان حجرة الإنحراف ، حيث يوجد بها مجال مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ عمودي على السرعتين البدئيتين $\vec{v}_1$ و $\vec{v}_2$ ، و مجال كهربائي $\vec{E}$ تم إحداثه بتطبيق توتر كهربائي $U = V_M - V_N = 200\text{V}$ بين الصفيحتين الفلزييتين الأفقيتين (M) و (N) التي تفصل بينهما المسافة $d = 5\text{cm}$ فتكون حركة الأيون $^{35}\text{Cl}^-$ مستقيمة منتظمة و يخرج من الثقب T_1 .

2.1 -بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الأيون $^{35}\text{Cl}^-$ ، حدد منحى المتجه $\vec{B}$ و تعبير شدتها B بدلالة U و U_0 و m_1 و e و d . أحسب B.

2.2 -حدد منحى انحراف الأيونات $^{37}\text{Cl}^-$ داخل حجرة الإنحراف .

الجزء الثاني : (3 نقط) نواس اللي

المجموعة الميكانيكية المتذبذبة هي مجموعة تنجز حركة دورية حول موضع توازنها المستقر . من بين هذه المتذبذبات نذكر نواس اللي . يهدف هذا الجزء إلى دراسة حركة نواس اللي .

يتكون نواس اللي الممثل في الشكل 1 من سلك لي ثابتة ليه C_0 و طوله l و ساق متجانسة AB مثبتة من منتصفها في سلك اللي عند نقطة O تقسم السلك إلى جزئين :

- جزء OM طوله z و ثابتة ليه C_1 .
- جزء ON طوله $l - z$ و ثابتة ليه C_2 .

عند التواء السلك بزاوية θ ، يطبق الجزء OM على الساق AB مزدوجة عزمها $M_1 = -C_1 \theta$ و يطبق الجزء ON على الساق AB مزدوجة عزمها $M_2 = -C_2 \theta$

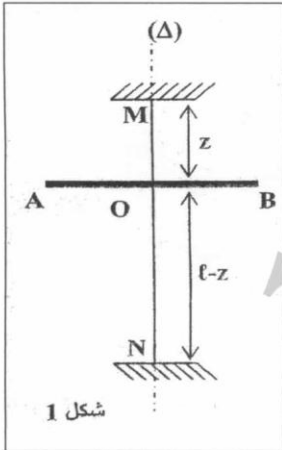
يعبر عن ثابتة اللي C لسلك لي طوله L بالعلاقة $C = \frac{k}{L}$ حيث k ثابتة تتعلق بالمادة المكونة لسلك اللي و بقطره .

نرمز بـ J_Δ لعزم قصور الساق AB بالنسبة لمحور الدوران (Δ) المنطبق مع سلك اللي .

في البداية يكون سلك اللي غير ملتو و الساق AB أفقية .

نزيح الساق AB حول المحور (Δ) بزاوية θ_m عن موضع توازنها المستقر، ثم نحررها بدون سرعة بدئية ، فتتجزز تذبذبات في مستوى أفقي .

نمعلم موضع الساق AB عند لحظة t بالأفصول الزاوي θ الذي تكونه الساق AB عند هذه اللحظة مع المستقيم الأفقي المنطبق مع موضع الساق AB عند التوازن . نهمل جميع الاحتكاكات .



1- بتطبيق العلاقة الأساسية لديناميك في حالة الدوران، بين أن المعادلة التفاضلية لحركة هذا النواس تكتب كما يلي :

$$\ddot{\theta} + \frac{C_0 \cdot l^2}{J_{\Delta} \cdot z \cdot (l - z)} \cdot \theta = 0$$

2- أوجد التعبير الحر في الدور الخاص T_0 للمتذبذب ليكون حل المعادلة

$$\theta = \theta_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi \cdot t}{T_0}\right) \quad \text{التفاضلية هو:}$$

3- يمثل منحنى الشكل 2 التسارع الزاوي $\ddot{\theta}$ للساق بدلالة الأفضول الزاوي θ

$$z = \frac{l}{2} \quad \text{في حالة}$$

3.1- حدد قيمة T_0 في هذه الحالة .

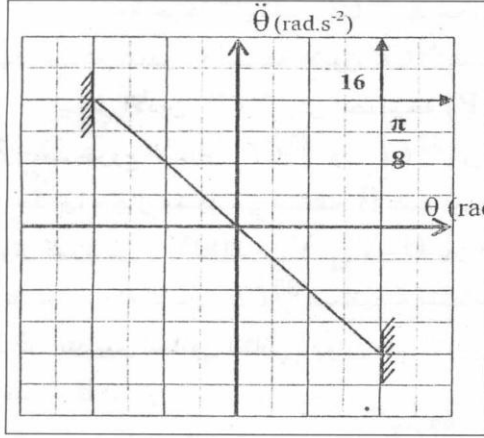
3.2- نختار كحالة مرجعية لطاقة الوضع الثقالية المستوى الأفقي الذي ينتمي

إليه الساق AB ، و كحالة مرجعية لطاقة الوضع للي عند التوازن حيث $\theta = 0$

أ- أوجد ، في حالة $z = \frac{l}{2}$ ، تعبير الطاقة الميكانيكية E_m للمتذبذب ،

عند لحظة t ، بدلالة J_{Δ} و C_0 و θ و $\dot{\theta}$ السرعة الزاوية للساق AB .

ب- علما أن $E_m = 4.10^{-3} J$ أحسب C_0 . نأخذ $\pi^2 = 10$.



الشكل 2