★

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني

ⵜⴰⴳⵍⴷⵉⵜ ⵏ ⵍⵎⵖⵔⵉⴱ
ⵜⴰⵎⴰⵡⴰⵙⵜ ⵏ ⵓⵙⴳⵎⵉ ⴰⵏⴰⵎⵓⵔ
ⴷ ⵓⵙⵎⵓⵜⵜⴳ ⴰⵣⵣⴰⵡⴰⵏ

المركز الوطني للتقويم
والامتحانات والتوجيه

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة الاستدراكية 2016

- الموضوع -

RS30

المادة	الفيزياء والكيمياء	مدة الإنجاز	4
الشعبة أو المسلك	شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)	المعامل	7

يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية غير القابلة للبرمجة .

يتضمن الموضوع أربعة تمارين : تمرين في الكيمياء و ثلاثة تمارين في الفيزياء.

الكيمياء:(7 نقط)

- العمود ألومنيوم - زنك.
- تصنيع إستر و تفاعل بنزوات الصوديوم مع حمض.

الفيزياء: (13 نقطة)

- **الموجات: (2,25 نقط)**
  - انتشار موجة فوق صوتية.
- **الكهرباء : (5,25 نقط)**
  - ثنائي القطب RC و الدارة LC .
  - جودة تضمين الوسع.
- **الميكانيك :(5,5 نقط)**
  - تأثير مجال كهرساكن منتظم و مجال مغنطيسي منتظم على حزمة إلكترونات.
  - حركة نواس مرن.

الكيمياء:(7 نقط) **الجزءان الأول و الثاني مستقلان**

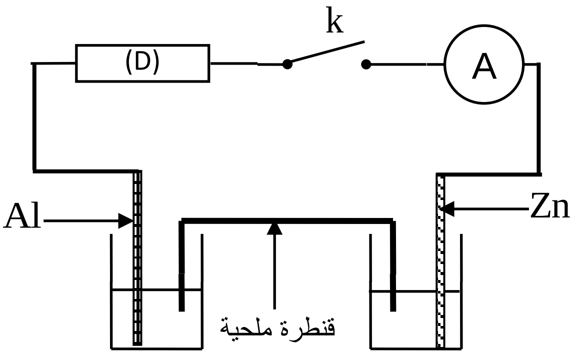
الجزء الأول : دراسة العمود ألومنيوم - زنك

تعتبر الأعمدة الكيميائية أحد تطبيقات تفاعلات الأكسدة -اختزال. أثناء اشتغالها، يتحول جزء من الطاقة الكيميائية الناتجة عن هذه التفاعلات إلى طاقة كهربائية.

ننجز العمود ألومنيوم - زنك بغمرصفيحة من الألومنيوم في كأس تحتوي على الحجم $V=100\,mL$ من محلول مائي لكلورور الألومنيوم $Al^{3+}_{(aq)}+3Cl^-_{(aq)}$ تركيزه المولي البدئي $C_1=\left[Al^{3+}_{(aq)}\right]_0=4,5.10^{-2}\,mol.L^{-1}$ وصفيحة من الزنك في كأس آخر تحتوي على الحجم $V=100\,mL$ من محلول مائي لكبريتات الزنك $Zn^{2+}_{(aq)}+SO^{2-}_{4(aq)}$ تركيزه المولي البدئي $C_2=\left[Zn^{2+}_{(aq)}\right]_0=4,5.10^{-2}\,mol.L^{-1}$ ؛ نوصل المحلولين بقنطرة ملحية. نركب بين قطبي العمود موصلا أوميا (D) وأمبيرمترا وقاطعا للتيار k (الشكل1).

معطيات :

- كتلة الجزء المغمور من صفيحة الألومنيوم في محلول كلورور الألومنيوم لحظة إغلاق الدارة هي : $m_0=1,35\,g$ ،
- الكتلة المولية للألومنيوم : $M(Al)=27\,g.mol^{-1}$ ،
- ثابتة فرادي : $1F=9,65.10^4\,C.mol^{-1}$.



الشكل 1

ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل : $2Al^{3+}_{(aq)}+3Zn_{(s)} \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftarrows}} 2Al_{(s)}+3Zn^{2+}_{(aq)}$ هي $K=10^{-90}$ عند $25^\circ C$.

نغلق القاطع k عند اللحظة $t=0$ ، فيمر في الدارة تيار كهربائي شدته I نعتبرها ثابتة : $I=10\,mA$.

0,5 **1-** أحسب خارج التفاعل Q_{ri} في الحالة البدئية واستنتج منحى التطورالتلقائي للمجموعة الكيميائية.

0,5 **2-** مثل التبيانة الاصطلاحية للعمود المدروس معللا قطبيته.

3- أوجد عندما يُستهلك العمود كليا:

0,75 **3-1-** تركيز أيونات الألومنيوم في محلول كلورورالألومنيوم.

0,75 **3-2-** المدة الزمنية Δt لاشتغال العمود.

الجزء الثاني: تصنيع إستر و تفاعل بنزوات الصوديوم مع حمض

يستعمل بنزوات الصوديوم (C_6H_5COONa) في الصناعات الغذائية كمادة حافظة وذلك لخصائصه المضادة للبكتيريا.

نتطرق في هذا الجزء إلى دراسة تصنيع إستر انطلاقا من تفاعل حمض البنزويك مع الميثانول و إلى دراسة تفاعل بنزوات الصوديوم $C_6H_5COO^-_{(aq)}+Na^+_{(aq)}$ مع حمض الإيثانويك CH_3COOH .

معطيات :

- عند $25^\circ C$: $pK_{A1}(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)=4,2$ ؛ $pK_{A2}(CH_3COOH/CH_3COO^-)=4,8$ ،
- الكتلة الحجمية للميثانول : $\rho=0,8\,g.mL^{-1}$ ،
- الكتلة المولية للميثانول : $M(CH_3OH)=32\,g.mol^{-1}$ ،
- الكتلة المولية لحمض البنزويك : $M(C_6H_5COOH)=122\,g.mol^{-1}$.

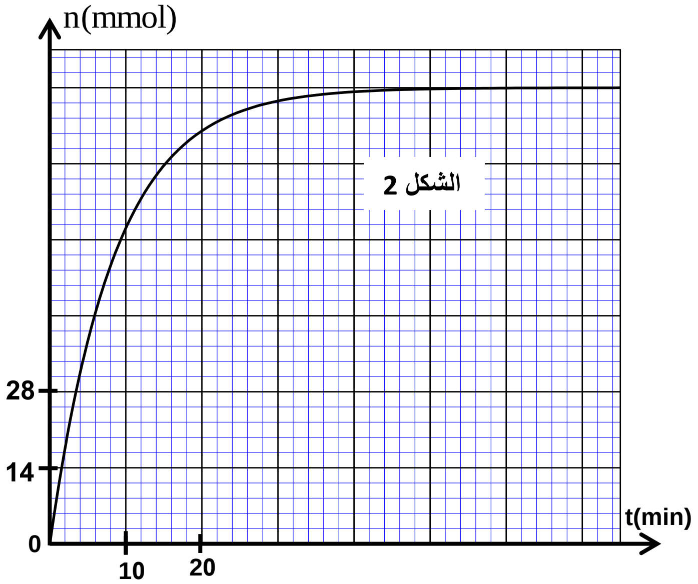
1 - دراسة تصنيع إستر

لتصنيع إستر، نمزج في حوجلة كمية من حمض البنزويك C_6H_5COOH كتلتها $m=12,2\,g$ وحجما $V=8\,mL$ من الميثانول CH_3OH و نضيف قطرات من حمض الكبريتيك وبعض حصى الخفان، ثم نسخن الخليط بالارتداد عند درجة حرارة θ.

1-1- علل اختيار التسخين بالارتداد. 0,25

1-2- أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتفاعل الذي يحدث. 0,5

1-3- يمثل منحنى الشكل 2 تطور كمية مادة الإستر المتكون خلال الزمن.



الشكل 2

1-3-1- اختر الاقتراح الصحيح من بين الاقتراحات التالية: 0,5

السرعة الحجمية لتفاعل الأسترة :

أ- منعدمة عند بداية التفاعل.

ب- قصوية عند التوازن.

ج- قصوية عند بداية التفاعل.

د- تتناقص كلما ازداد تركيز أحد المتفاعلات.

ه- تتناقص عند إضافة حفاز إلى الخليط التفاعلي.

1-3-2- عرف زمن نصف التفاعل وحدد قيمته. 0,5

1-3-3- حدد مردود التفاعل. 0,5

2 - دراسة تفاعل بنزوات الصوديوم مع حمض الإيثانويك

نمزج عند $25°C$ ، حجما V_1 من محلول مائي لبنزوات الصوديوم $C_6H_5COO^-_{(aq)}+Na^+_{(aq)}$ تركيزه المولي C_1 مع حجم $V_2=V_1$ من محلول مائي لحمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه المولي $C_2=C_1$.

2-1- أكتب المعادلة المنمذجة للتفاعل الذي يحدث. 0,5

2-2- بين أن ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل هي $K\simeq0,25$. 0,5

2-3- عبر عن نسبة التقدم النهائي τ لهذا التفاعل بدلالة K . 0,5

2-4- أوجد تعبير pH الخليط التفاعلي بدلالة pK_{A1} و τ . أحسب قيمته. 0,75

<u>الفيزياء(13 نقطة)</u>

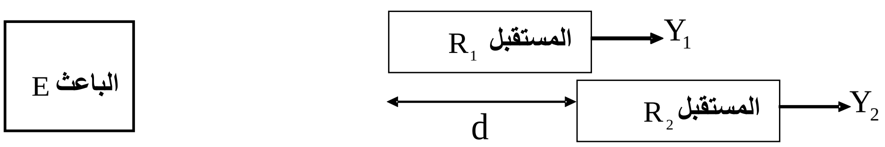
الموجات : انتشار موجة فوق صوتية(2,25 نقط)

من بين تطبيقات الموجات فوق الصوتية، استعمالها في استكشاف تضاريس أعماق البحار و في تحديد أماكن تواجد التجمعات السمكية، الشيء الذي يتطلب معرفة سرعة انتشار هذه الموجات في ماء البحر.

يهدف هذا التمرين إلى تحديد سرعة انتشار موجة فوق صوتية في الهواء و في ماء البحر.

1- تحديد سرعة انتشار موجة فوق صوتية في الهواء

نضع باعثا E للموجات فوق الصوتية و مستقبلين R_1 و R_2 كما هو مبين في الشكل 1.

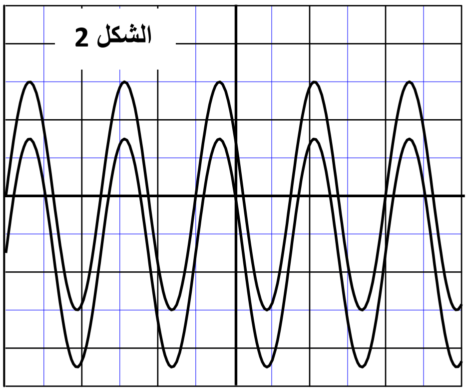


الشكل 1

يرسل الباعث E موجة فوق صوتية متوالية جيبية تنتشر في الهواء لتصل إلى المستقبلين R_1 و R_2. نعاين بواسطة راسم التذبذب في المدخل Y_1 الإشارة الملتقطة من طرف R_1 و في المدخل Y_2 الإشارة الملتقطة من طرف R_2.

عندما يوجد المستقبلان R_1 و R_2 معا على نفس المسافة من الباعث، يكون المنحنيان الموافقان للإشارتين الملتقطتين على توافق في الطور(الشكل 2).

نبعد R_2 عن R_1 فنلاحظ أن المنحنيين يصبحان غير متوافقين في الطور. باستمرار إبعاد R_2 عن R_1 يصبح المنحنيان من جديد و لرابع مرة على توافق في الطور عندما تأخذ المسافة بين R_1 و R_2 القيمة $d=3{,}4cm$ (الشكل 1).



الحساسية الأفقية $S_H = 10\,\mu s.div^{-1}$

1-1-اختر الاقتراح الصحيح من بين الاقتراحات التالية: 0,25

أ- الموجات فوق الصوتية موجات كهرمغنطيسية .
ب-لا تنتشرالموجات فوق الصوتية في الفراغ .
ج- لا يمكن الحصول على ظاهرة الحيود بواسطة الموجات فوق الصوتية .
د- تنتشر الموجات فوق الصوتية في الهواء بسرعة انتشار الضوء.

1-2- حدد التردد N للموجة فوق الصوتية المدروسة. 0,5

1-3- تحقق أن سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية في الهواء هي $V_a = 340\,m.s^{-1}$. 0,5

2- تحديد سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية في ماء البحر

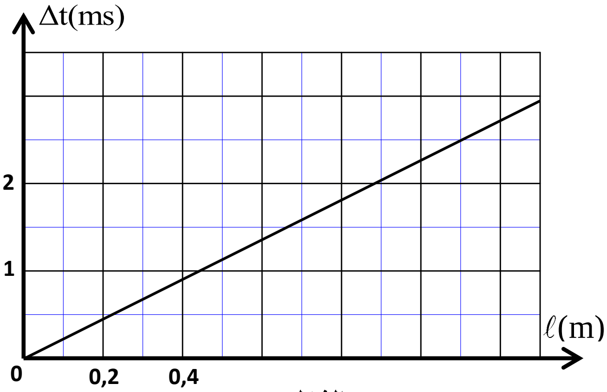
يرسل الباعث الموجة فوق الصوتية السابقة في أنبوبين، أحدهما به هواء والآخر مملوء بماء البحر (الشكل 3).

الشكل 3

يلتقط المستقبل R_1 الموجات المنتشرة في الهواء و يلتقط المستقبل R_2 الموجات المنتشرة في ماء البحر .

ليكن Δt التأخر الزمني لاستقبال الموجات المنتشرة في الهواء بالنسبة لاستقبال الموجات المنتشرة في ماء البحر
و ليكن ℓ المسافة الفاصلة بين الباعث و المستقبلين(الشكل 3).

نقيس التأخر الزمني Δt بالنسبة لمسافات مختلفة ℓ بين الباعث والمستقبلين فنحصل على منحنى الشكل 4 .



الشكل 4

2-1- عبر عن Δt بدلالة ℓ و V_a و V_e سرعة انتشار الموجة في ماء البحر. 0,5

2-2- حدد قيمة V_e. 0,5

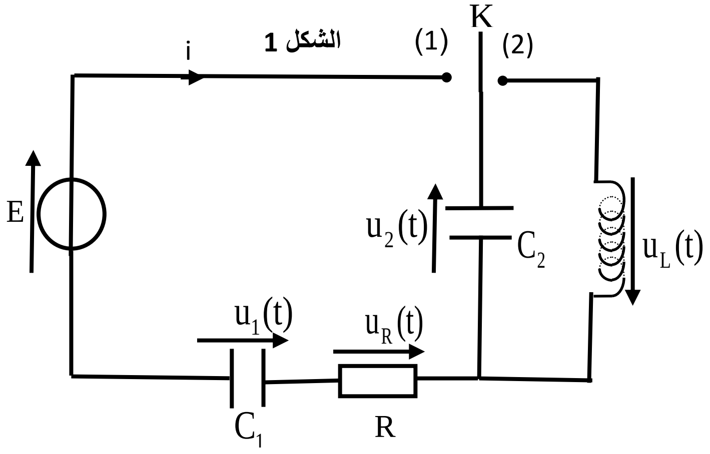
الكهرباء (5,25 نقط) : الجزءان الأول و الثاني مستقلان

الجزء 1: دراسة ثنائي القطب RC و الدارة LC

تعتبر الدارات RC و RL و RLC من بين الدارات الكهربائية المستعملة في التراكيب الإلكترونية لمجموعة من الأجهزة الكهربائية. ندرس في هذا الجزء ثنائي القطب RC و الدارة LC.

يتكون التركيب التجريبي الممثل في الشكل1 من :

- مولد مؤمثل للتوتر قوته الكهرمحركة E ،
- مكثفين سعتاهما C_1 و $C_2 = 2\ \mu F$ ،
- موصل أومي مقاومته $R = 3k\Omega$ ،
- وشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها مهملة،
- قاطع التيار K ذي موضعين .



1- دراسة ثنائي القطب RC

نضع القاطع K في الموضع (1) عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ (t = 0).

1-1 بين أن تعبير السعة C_e للمكثف المكافئ لتجميع المكثفين على التوالي هو : $C_e = \dfrac{C_1.C_2}{C_1 + C_2}$. 0,25

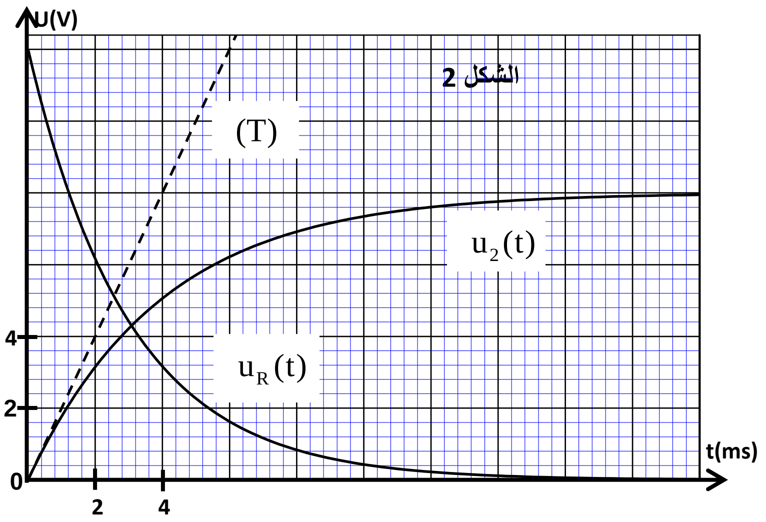
1-2 بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_2(t)$ بين مربطي المكثف ذي السعة C_2 تكتب : 0,5

$$\frac{du_2(t)}{dt} + \frac{1}{R.C_e}.u_2(t) = \frac{E}{R.C_2}.$$

1-3 يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على الشكل : $u_2(t) = A.(1 - e^{-\alpha t})$ ، حدد تعبير كل من A و α بدلالة برامترات الدارة. 0,5

1-4 يمثل منحنيا الشكل 2 تطور التوترين $u_2(t)$ و $u_R(t)$.

يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى الموافق ل $u_2(t)$ عند اللحظة t = 0 .



1-4-1 حدد قيمة : **أ** - E ، 0,25

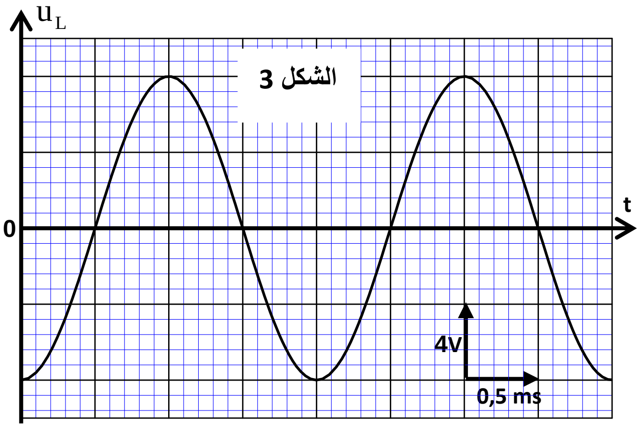
ب - كل من $u_2(t)$ و $u_1(t)$ في النظام الدائم. 0,5

1-4-2 بين أن $C_1 = 4\,\mu F$. 0,5

2- دراسة التذبذبات الكهربائية في الدارة LC

عندما يتحقق النظام الدائم، نؤرجح القاطع K إلى الموضع (2) عند لحظة نتخذها أصلا جديدا للتواريخ (t = 0) .

2-1 بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_L(t)$ بين مربطي الوشيعة تكتب : $\dfrac{d^2u_L(t)}{dt^2} + \dfrac{1}{LC_2}u_L(t) = 0$ 0,5



2-2 يمثل منحنى الشكل3 تغيرات التوتر $u_L(t)$ بدلالة الزمن.

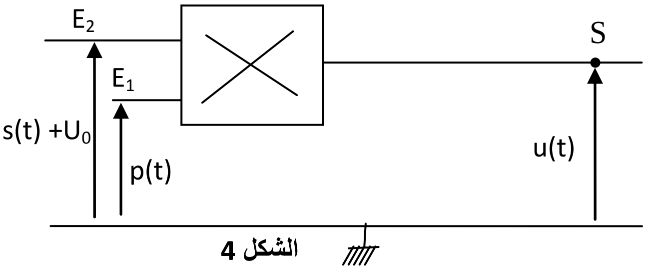
2-2-1 حدد الطاقة الكلية E_t للدارة. 0,5

2-2-2 أحسب الطاقة المغنطيسية E_m المخزونة في الوشيعة عند اللحظة $t = 2{,}7\,ms$. 0,5

الجزء 2 : دراسة جودة تضمين الوسع

ننجز عملية تضمين الوسع بواسطة دارة متكاملة منجزة للجداء.

نطبق عند المدخل E_1 للدارة المتكاملة المنجزة للجداء التوترالحامل $p(t)$ ، وعند المدخل E_2 التوتر $s(t)+U_0$ حيث $s(t)$ التوترالموافق للإشارة المراد إرسالها و U_0 المركبة المستمرة(الشكل 4).



الشكل 4

نحصل عند المخرج S للدارة المتكاملة المنجزة للجداء على التوتر $u(t)$، الموافق للإشارة المضمَنة الوسع ، ذي التعبير:

$u(t)=k.p(t).(s(t)+U_0)$ حيث $s(t)=S_m.\cos(2\pi f_S t)$

و $p(t)=P_m.\cos(2\pi f_p t)$ و k ثابتة تميز الدارة المتكاملة المنجزة للجداء.

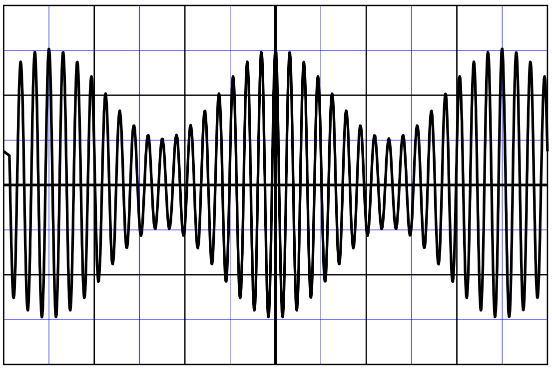
1- يمكن كتابة التوتر المضمَن الوسع على الشكل: | 0,25

$u(t)=A\left[\frac{m}{S_m}s(t)+1\right].\cos(2\pi f_p t)$ ،

حيث $A=k.P_m.U_0$ و $m=\frac{S_m}{U_0}$ نسبة التضمين.

أوجد تعبير نسبة التضمين m بدلالة U_{max} و U_{min} مع U_{max} القيمة القصوية لوسع $u(t)$ و U_{min} قيمة وسعه الدنوية.

2- نضبط الخط الضوئي الأفقي ليكون وسط شاشة راسم التذبذب قبل تطبيق أي توتر. نعاين التوتر $u(t)$ فنحصل على الرسم التذبذبي الممثل في الشكل 5. | 1



الشكل 5

- الحساسية الأفقية: $20\mu s.div^{-1}$ ، الحساسية الرأسية: $1V.div^{-1}$.

حدد f_p و f_s و m . ماذا تستنتج بخصوص جودة التضمين؟

الميكانيك (5,5 نقط) **الجزءان الأول و الثاني مستقلان**

الجزء الأول :دراسة تأثير مجال كهرساكن منتظم ومجال مغنطيسي منتظم على حزمة إلكترونات

درس العالم الانجليزي ج .ج.طومسون (J. J. Thomson) تأثير مجال كهرساكن منتظم ومجال مغنطيسي منتظم على حزمة إلكترونات تتحرك بنفس السرعة $\vec{V_0}$ وذلك لتحديد الشحنة الكتلية $\frac{e}{m}$ للإلكترون مع m كتلة الإلكترون و e الشحنة الابتدائية.

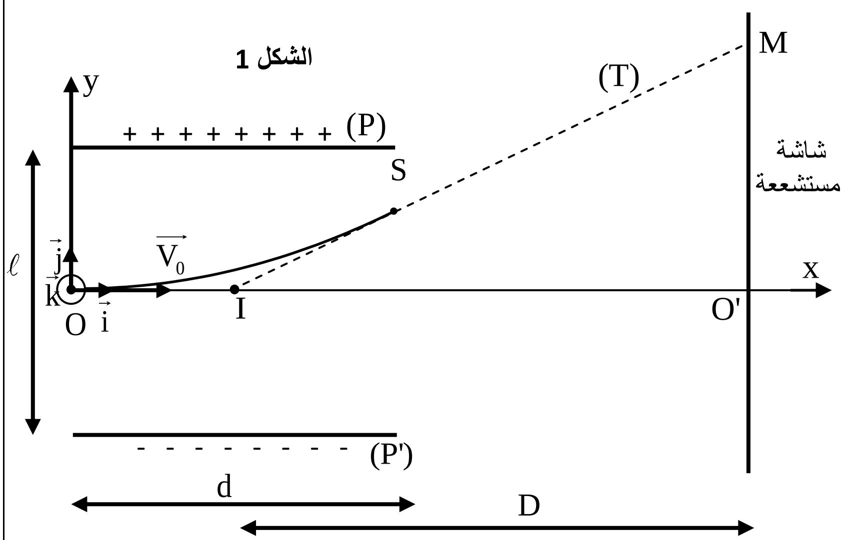
يهدف هذا الجزء إلى تحديد هذه النسبة اعتمادا على تجربتين .

نعتبر أن حركة الإلكترون تتم في الفراغ و أن تأثير وزنه على هذه الحركة مهمل.

1- التجربة الأولى

ينتج مدفع إلكترونات حزمة إلكترونات.

تصل هذه الحزمة إلى النقطة O بالسرعة $\vec{V_0}=V_0\vec{i}$ فتخضع، أثناء حركتها طول المسافة d ، إلى تأثير مجال كهرساكن منتظم $\vec{E}$ محدث بواسطة صفيحتين فلزيتين (P) و (P') متعامدتين مع المستوى (xOy) و تفصل بينهما المسافة ℓ (الشكل1).



الشكل 1

نرمز ب U لفرق الجهد بين (P) و (P') بحيث $U=V_p-V_{p'}$ و ب D للمسافة الفاصلة بين النقطة I والشاشة المستشععة .

ندرس حركة إلكترون من هذه الحزمة في المعلم المتعامد و الممنظم $R(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ المرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.

نعتبر اللحظة التي يمر فيها الإلكترون من النقطة O أصلا للتواريخ $(t=0)$.

0,5 **1-1-** بين أن معادلة مسار الإلكترون في المعلم $R(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ تكتب : $y=\frac{eU}{2\ell mV_0^2}x^2$.

0,5 **1-2-** تخرج حزمة الإلكترونات من المجال الكهرساكن عند نقطة S فتواصل حركتها لتصطدم بالشاشة عند النقطة M .
يمثل المستقيم T المماس للمسار عند النقطة S (الشكل 1).
بين أن الانحراف الكهربائي O'M لإلكترون يكتب : $O'M=\frac{eDdU}{\ell mV_0^2}$.

2- التجربة الثانية

عند وصولها إلى النقطة O بالسرعة $\vec{V_0}=V_0\vec{i}$ تخضع حزمة الإلكترونات بالإضافة إلى المجال الكهرساكن السابق إلى مجال مغنطيسي $\vec{B}$ منتظم و متعامد مع $\vec{E}$.
نضبط شدة المجال المنغنطيسي على القيمة $B=1,01mT$ فتصطدم الإلكترونات بالشاشة عند النقطة O' (الشكل 1).

0,25 **2-1-** حدد منحى متجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}$.

0,5 **2-2-** عبر عن سرعة الإلكترونات بدلالة E و B .

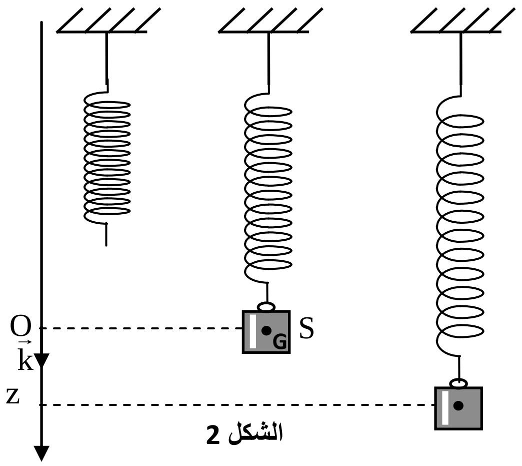
0,75 **3-** استنتج تعبير $\frac{e}{m}$ بدلالة B و U و D و ℓ و d و O'M . احسب قيمة $\frac{e}{m}$ علما أن :
$O'M=5,4cm$ ؛ $D=30cm$ ؛ $U=1200V$ ؛ $\ell=2cm$ ؛ $d=6\ cm$.

الجزء الثاني: دراسة حركة نواس مرن

يتكون متذبذب ميكانيكي رأسي من جسم صلب S كتلته $m=200g$ ونابض لفاته غيرمتصلة و كتلته مهملة و صلابته K .

ثبت أحد طرفي النابض بحامل ثابت بينما ثبت الطرف الآخر بالجسم S (الشكل 2) .

ندرس حركة مركز القصور G للجسم S في معلم $R(O,\vec{k})$ مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.
نمعلم موضع G عند لحظة t بالأنسوب z على المحور $(O,\vec{k})$.
عند التوازن ، ينطبق G مع الأصل O للمعلم $R(O,\vec{k})$ (الشكل 2).
نأخذ $\pi^2=10$.



الشكل 2

1- الاحتكاكات مهملة

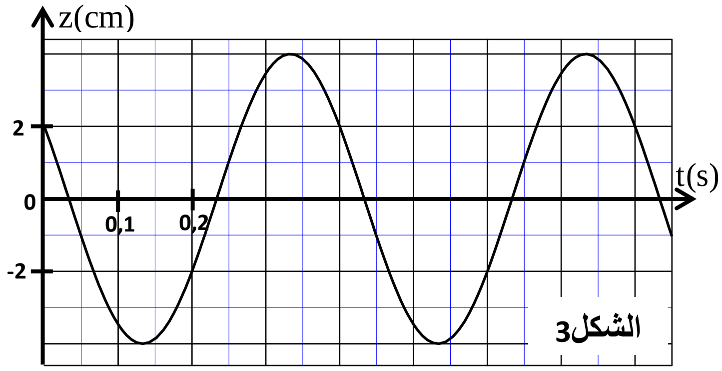
نزيح الجسم S عن موضع توازنه رأسيا ثم نرسله عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ $(t=0)$ بسرعة بدئية $\vec{V_0}=V_{0z}\vec{k}$.
يمثل منحنى الشكل 3 تطور الأنسوب z(t) لمركز القصور G خلال الزمن .

0,25 **1-1-** حدد، عند التوازن، تعبير الإطالة $\Delta\ell_0$ للنابض بدلالة m و K و g شدة الثقالة.

0,25 **1-2-** أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها الأنسوب z لمركز القصور G.

1 **3-1-** يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل $z = z_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$ حيث T_0 الدور الخاص للمتذبذب .

حدد قيمة كل من K و V_{0z} .

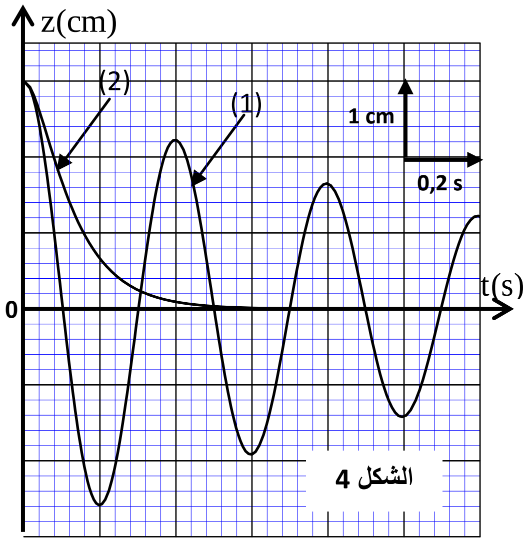


الشكل3

2- الاحتكاكات غير مهملة

ننجز تجربتين حيث في كل تجربة نغمرالمتذبذب الميكانيكي في سائل معين. نزيح الجسم S رأسيا، عن موضع توازنه بمسافة z_0 ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t = 0$ ، فتتم حركة S داخل السائل.

يمثل المنحنيان (1) و (2) تطورالأنسوب z لمركز القصور G خلال الزمن في كل سائل على حدة (الشكل 4) .



الشكل 4

0,5 **1-2-** أقرن كل منحنى بنظام الخمود المناسب له.

2-2- نختار المستوى الأفقي الذي تنتمي إليه النقطة O ، أصل المعلم $R(O,\vec{k})$ ، مرجعا لطاقة الوضع الثقالية E_{pp} $(E_{pp} = 0)$ والحالة التي يكون فيها النابض غير مشوه مرجعا لطاقة الوضع المرنة E_{pe} $(E_{pe} = 0)$.

بالنسبة للتذبذبات الموافقة للمنحنى (1) :

0,5 **1-2-2-** أوجد عند لحظة t تعبير طاقة الوضع $E_p = E_{pp} + E_{pe}$ بدلالة K و z و $\Delta\ell'_0$ إطالة النابض عند التوازن داخل السائل.

0,5 **2-2-2-** أحسب تغير الطاقة الميكانيكية للمتذبذب بين اللحظتين $t_1 = 0$ و $t_2 = 0,4\,s$.

- - - - - - - - - - - - - - - - -

بسم الله الرحمن الرحيم

تصحيح الامتحان الوطني للباكالوريا الدورة الاستدراكية 2016
علوم رياضية (أ) و (ب)

الكيمياء

الجزء الأول : دراسة العمود ألومنيوم- زنك

1- حساب خارج التفاعل $Q_{r,i}$ في الحالة البدئية :

$$2Al^{3+}_{(aq)} + 3Zn_{(s)} \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} 2Al_{(s)} + 3Zn^{2+}_{(aq)}$$

$$Q_{r,i} = \frac{[Zn^{2+}]_0{}^3}{[Al^{3+}]_0{}^2} = \frac{C_2{}^3}{C_1{}^2} = \frac{(4,5.10^{-2})^3}{(4,5.110^{-2})^2} = 4,5.10^{-2}$$

ثابتة التوازن المقرونة بهذا لتفاعل هي $K = 10^{-90}$

نلاحظ أن : $Q_{r,i} > K$ ، إذن تنتقل الموجوعة الكيميائية تلقائيا في المنحى (2) (المنحى غير المباشر أي منحى تكون Zn و أيونات Al^{3+}) .

2- التبيانة الإصطلاحية للعمود :

بما ان فلز الالومنيوم يتأكسد خلال اشتغال العمود حسب نصف المعادلة : $Al_{(s)} \rightleftarrows Al^{3+}_{(aq)} + 3e^-$ فهو يمثل الأنود أي القطب السالب للعمود ومنه فالتبيانة الاصطلاحية هي :

$$(-)\ Al_{(s)}/Al^{3+}_{(aq)}\ //Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(s)}\ \ (+)$$

3-عندما يستهلك العمود كليا :

3-1- تركيز أيونات الألومنيوم :

الجدول الوصفي :

كمية مادة e^- المنتقلة	$2Al_{(s)} + 3Zn^{3+}_{(aq)} \longrightarrow 2Al^{3+}_{(aq)} + 3Zn_{(s)}$				معادلة التفاعل	
	كميات المادة بالمول				التقدم	حالة المجموعة
$n(e^-) = 0$	$n_0(Zn)$	$C_1.V$	$C_2.V$	$n_0(Al)$	0	الحالة البدئية
$n(e^-) = 6x$	$n_0(Zn) + 3x$	$C_1.V + 2x$	$C_2.V - 3x$	$n_0(Al) - 2x$	x	خلال التحول
$n(e^-) = 6x_{max}$	$n_0(Zn) + 3x_{max}$	$C_1.V + 2x_{max}$	$C_2.V - 3x_{max}$	$n_0(Al) - 2x_{max}$	x_{max}	الحالة النهائية

تحديد التقدم الأقصى :

Al متفاعل محد نكتب : $n_0(Al) - 2x_{max} = 0$ أي : $x_{max1} = \frac{n_0(Al)}{2} = \frac{m_0}{2M(Al)} = \frac{1,35}{2\times27} = 2,5.10^{-2}\ mol$

متفاعل محد نكتب Zn^{2+} : $C_2.V - 3x_{max} = 0$ أي : $x_{max2} = \frac{C_2.V}{3} = \frac{4,5.10^{-2} \times 0,1}{3} = 1,5.10^{-3}\ mol$

وبالتالي التقدم الأقصى هو : $x_{max} = 1,5.10^{-3}\ mol$

حسب الجدول الوصفي تركيز أيونات الألومنيوم :

$$[Al^{3+}]_f = \frac{C_1.V + 2x_{max}}{V} \Rightarrow [Al^{3+}]_f = \frac{4,5.10^{-2} \times 0,1 + 2 \times 1,5.10^{-3}}{100.10^{-3}} = 7,5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

3-2- المدة الزمنية Δt لاشتغال العمود :

$$\begin{cases} n(e^-) = 6x_{max} \\ n(e^-) = \frac{I.\Delta t}{F} \end{cases} \Rightarrow \frac{I.\Delta t}{F} = 6x_{max} \Rightarrow \Delta t = \frac{6x_{max}.F}{I} \Rightarrow \Delta t = \frac{6 \times 1,5.10^{-3} \times 9,65.10^4}{10.10^{-3}} = 86850\ s$$

$$\Delta t = 24h\ 7h\ 30\ min$$

الجزء الثاني : تصنيع و تفاعل بنزوات الصوديوم مع حمض

1- دراسة تصنيع إستر

1-1- تعليل اختيار التسخين بالارتداد :

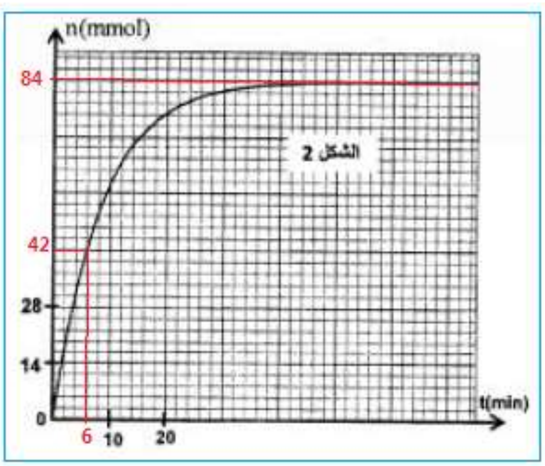
التسخين يسرع التفاعل والإرتداد يحافظ على كمية مادة المتفاعلات والنواتج .

1-2- معادلة التفاعل :

$$C_6H_5COOH + CH_3OH \rightleftarrows C_6H_5COOCH_3 + H_2O$$

1-3

1-3-1- اختيار الإقتراح الصحيح :



السرعة الحجمية لتفاعل الأسترة :

أ- منعدمة عند بداية التفاعل . خطأ

ب- قصوية عند التوازن . خطأ

ج- قصوية عند بداية التفاعل . صحيح

د- تتناقص كلما ازداد تركيز أحد المتفاعلات. خطأ

هـ- تتناقص عند إضافة حفاز إلى الخليط التفاعل . خطأ

1-3-2- تعريف زمن نصف التفاعل :

زمن نصف التفاعل $t_{t/2}$ هو المدة الزمنية التي يصل فيها تقدم التفاعل إلى نصف قيمته النهائية . $x(t_{t/2}) = \frac{x_f}{2}$

تحديد قيمة $t_{t/2}$ مبيانيا :

حسب مبيان الشكل 2 لدينا : $x_f = n_f = 84\ mmol$

$x(t_{t/2}) = \frac{84}{2} = 42mmol$ أفصول $x(t_{t/2})$ هو : $t_{t/2} = 6\ min$

3-3-1- مردود التفاعل :

الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$C_6H_5COOH + CH_3OH \rightleftarrows C_6H_5COOCH_3 + H_2O$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة بالمول			
الحالة البدئية	0	n_1	n_2	0	0
خلال التحول	x	$n_1 - x$	$n_2 - x$	x	x
الحالة النهائية	x_{max}	$n_1 - x_f$	$n_2 - x_f$	x_f	x_f

تحديد التقدم الأقصى x_{max} :

الحمض متفاعل محد : $n_1 - x_{max1} = 0$

أي : $$n_1 = n_i(C_6H_5COOH) = x_{max1} = \frac{m}{M(C_6H_5COOH)} = \frac{12,2}{122} \Longrightarrow x_{max1} = 0,1\,mol$$

الكحول متفاعل محد : $n_2 - x_{max2} = 0$

أي : $$n_2 = n_i(CH_3OH) = x_{max2} = \frac{m\prime}{M(CH_3OH)} = \frac{\rho.V}{M(CH_3OH)} = \frac{0,8\times 8}{32} \Longrightarrow x_{max2} = 0,2\,mol$$

التقدم الأقصى هو : $x_{max} = 0,1\,mol$ والتقدم النهائي هو : $x_f = 84\,mmol$

تعبير مردود التفاعل :

$$r = \frac{n_{exp}}{n_{th}} = \frac{x_f}{x_{max}}$$

$$r = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{84.10^{-3}}{0,1} = 8,4.10^{-1} \Longrightarrow r = 84\%$$

2- دراسة تفاعل بنزوات الصوديوم مع الحمض :

2-1- معادلة التفاعل :

$$C_6H_5COO^-{}_{(aq)} + CH_3COOH_{(aq)} \rightleftarrows C_6H_5COOH_{(aq)} + CH_3COO^-{}_{(aq)}$$

2-2- التوصل إلى قيمة K :

$$K = \frac{[C_6H_5COOH]_{éq}.[CH_3COO^-]_{éq}}{[C_6H_5COO^-]_{éq}.[CH_3COOH]_{éq}}.\frac{[H_3O^+]_{éq}}{[H_3O^+]_{éq}} = \frac{K_{A2}}{K_{A1}} = \frac{10^{-pK_{A2}}}{10^{-pK_{A1}}} \Longrightarrow K = 10^{pK_{A1}-pK_{A2}}$$

$$K = 10^{4,2-4,8} = 0,25$$

2-3- التعبير عن τ بدلالة K :

الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$C_6H_5COO^-_{(aq)} + CH_3COOH_{(aq)} \rightleftarrows C_6H_5COOH_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة بالمول			
الحالة البدئية	0	$C_1.V_1$	$C_1.V_1$	0	0
خلال التحول	x	$C_1.V_1 - x$	$C_1.V_1 - x$	x	x
الحالة النهائية	x_{max}	$C_1.V_1 - x_f$	$C_1.V_1 - x_f$	x_f	x_f

التقدم الأقصى : $x_{max} = C_1.V_1$

نسبة التقدم النهائي : $\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_f}{C_1 V_1}$ ومنه التقدم النهائي : $x_f = C_1.V_1.\tau$

$$[C_6H_5COOH]_{éq} = [CH_3COO^-]_{éq} = \frac{x_f}{2V_1} = \frac{C_1.V_1.\tau}{2V_1} = \frac{C_1.\tau}{2}$$

$$[C_6H_5COO^-]_{éq} = [CH_3COOH]_{éq} = \frac{C_1.V_1 - x_f}{2V_1} = \frac{C_1.V_1 - C_1.V_1.\tau}{2V_1} = \frac{C_1.(1-\tau)}{2}$$

$$K = \frac{[C_6H_5COOH]_{éq}.[CH_3COO^-]_{éq}}{[C_6H_5COO^-]_{éq}.[CH_3COOH]_{éq}} = \left(\frac{[C_6H_5COOH]_{éq}}{[C_6H_5COO^-]_{éq}}\right)^2 = \left(\frac{\frac{C_1.\tau}{2}}{\frac{C_1.(1-\tau)}{2}}\right)^2 = \left(\frac{\tau}{1-\tau}\right)^2$$

$$\frac{\tau}{1-\tau} = \sqrt{K} \Rightarrow \tau = \sqrt{K} - \tau\sqrt{K} \Rightarrow \tau(1+\sqrt{K}) = \sqrt{K} \Rightarrow \tau = \frac{\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}$$

2-4- تعبير pH بدلالة pK_{A1} و τ :

لدينا :
$$pH = pK_{A1} + log\frac{[C_6H_5COO^-]_{éq}}{[C_6H_5COOH]_{éq}}$$

$$\begin{cases} [C_6H_5COO^-]_{éq} = \dfrac{C_1.(1-\tau)}{2} \\ [C_6H_5COOH]_{éq} = \dfrac{C_1.\tau}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{[C_6H_5COO^-]_{éq}}{[C_6H_5COOH]_{éq}} = \frac{\frac{C_1.(1-\tau)}{2}}{\frac{C_1.\tau}{2}} = \frac{1-\tau}{\tau}$$

لدينا : $pH = pK_{A1} + log\frac{[C_6H_5COO^-]_{éq}}{[C_6H_5COOH]_{éq}} \Rightarrow pH = pK_{A1} + \log(\frac{1-\tau}{\tau}) \Rightarrow pH = pK_{A1} - \frac{1}{2}logK$

نعلم أن : $\frac{\tau}{1-\tau} = \sqrt{K}$ ومنه : $\frac{1-\tau}{\tau} = \frac{1}{\sqrt{K}}$ أي : $pH = pK_{A1} + log\sqrt{K}$

تطبيق عددي :

$$pH = 4,2 - \frac{1}{2}\log(0,25) = 4,5$$

الفيزياء

الموجات : انتشار موجة فوق صوتية

1- تحديد سرعة انتشار موجة فوق صوتية في الهواء

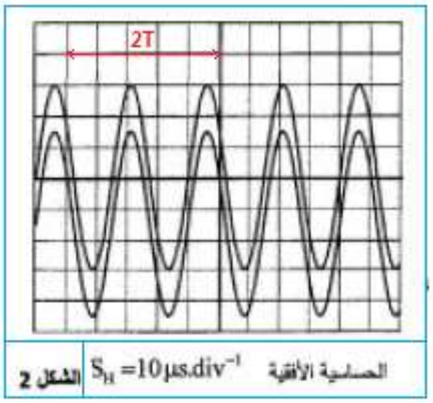
1-1- اختيار الإقتراح الصحيح :

أ- الموجات فوق الصوتية موجات كهرمغنطيسية. خطأ

ب- لا تنتشر الموجات فوق الصوتية في الفراغ. صحيح

ج- لا يمكن الحصول على ظاهرة الحيود بواسطة الموجات فوق الصوتية. خطأ

د- تنتشر الموجات فوق الصوتية في الهواء بسرعة انتشار الضوء. خطأ



1-2- تحديد تردد الموجة فوق الصوتية :

حسب مبيان الشكل 2 : دور الموجة T :

$$2T = 5div.10\mu s.div^{-1} = 50\mu s \Rightarrow T = 25\mu s$$

تردد الموجة N : $N = \frac{1}{T} \Rightarrow N = \frac{1}{25.10^{-5}} = 4.10^4\ Hz \Rightarrow N = 40kHz$

1-3- التحقق من سرعة انتشار الموجة في الهواء :

$$V_a = \lambda.N$$

لدينا : $d = 4\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{d}{4}$ و منه : $V_a = \frac{d}{4}.N$

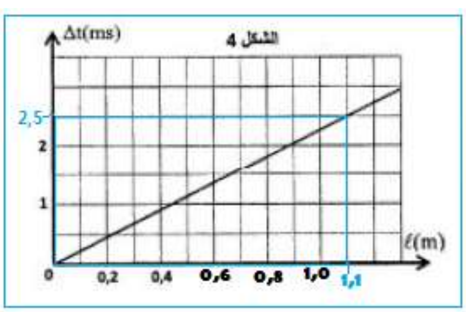
ت.ع : $V_a = \frac{3,4.10^{-2}}{4} 4.10^4 = 340\ m.s^{-1}$

2- تحديد سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية في ماء البحر

2-1- التعبير عن Δt بدلالة ℓ و V_a و V_e :

$$\begin{cases} V_a = \frac{\ell}{t_2} \\ V_e = \frac{\ell}{t_1} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t_2 = \frac{\ell}{V_a} \\ t_1 = \frac{\ell}{V_e} \end{cases} \Rightarrow \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{\ell}{V_a} - \frac{\ell}{V_e} \Rightarrow \Delta t = \ell\left(\frac{1}{V_a} - \frac{1}{V_e}\right)$$

2-2- تحديد قيمة V_e :



الدالة $\Delta t = f(\ell)$ خطية معادلتها تكتب : $\Delta t = k.\ell$

k يمثل المعامل الموجه :

$$k = \frac{\Delta(\Delta t)}{\Delta \ell} = \frac{2,5.10^{-3} - 0}{1,1} = 2,27.10^{-3}\ s.m^{-1}$$

لدينا :

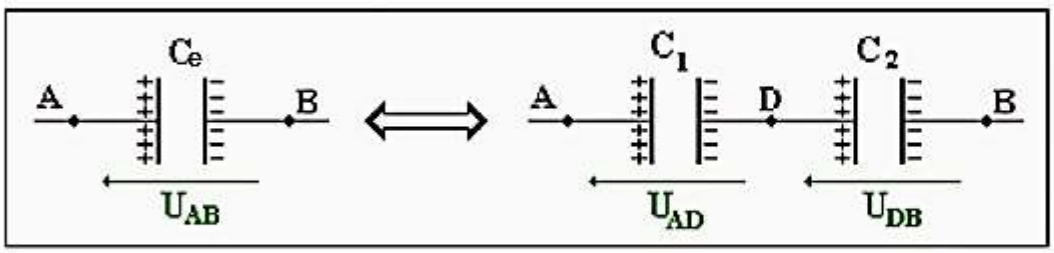
$$\begin{cases}\Delta t = k.\ell \\ \Delta t = \ell\left(\frac{1}{V_a} - \frac{1}{V_e}\right)\end{cases} \Rightarrow \frac{1}{V_a} - \frac{1}{V_e} = k \Rightarrow \frac{1}{V_e} = \frac{1}{V_a} - k$$

$$V_e = \frac{1}{\frac{1}{V_a} - k} \Rightarrow V_e = \frac{1}{\frac{1}{340} - 2,27.10^{-3}} \approx 1490\ m.s^{-1}$$

الجزء الأول : دراسة ثنائي القطب $\mathbb{RC}$ والدارة $\mathbb{LC}$

1- دراسة ثنائي القطب RL

1-1- التوصل إلى تعبير C_e :



المكثفين مركبين على التوالي و بالتالي لهما نفس الشحنة : $q_1 = q_2 = q$

حسب قانون إضافية التوترات : $u_{AB} = u_{AD} + u_{DB}$

مع : $u_{AB} = \frac{q}{C_e}$ و $u_{AD} = \frac{q_1}{C_1} = \frac{q}{C_1}$ و $u_{DB} = \frac{q_2}{C_2} = \frac{q}{C_2}$

ومنه : $\frac{q}{C_e} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2}$ أي: $\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ أو: $\frac{1}{C_e} = \frac{C_1+C_2}{C_1.C_2}$

نستنتج التعبير : $C_e = \frac{C_1.C_2}{C_1+C_2}$

1-2- إثبات المعادلة التفاضلية :

حسب قانون إضافية التوترات : $u_1(t) + u_2(t) + u_R(t) = E$

$$u_R = R.\frac{dq}{dt} = R.\frac{d(C_2.u_2)}{dt} = R.C_2.\frac{du_2}{dt} \quad ; \quad q_1 = q_2 \Rightarrow C_1.u_1 = C_2.u_2 \Rightarrow u_1 = \frac{C_2}{C_1}.u_2$$

$$u_1 + u_2 + u_R = E \Rightarrow \frac{C_2}{C_1}.u_2 + u_2 + R.C_2.\frac{du_2}{dt} = E \Rightarrow u_2.\left(1 + \frac{C_2}{C_1}\right) + R.C_2.\frac{du_2}{dt} = E$$

$$u_2.C_2.\left(\frac{C_1 + C_2}{C_2.C_1}\right) + R.C_2.\frac{du_2}{dt} = E \Rightarrow u_2.C_2.\frac{1}{C_e} + R.C_2.\frac{du_2}{dt} = E$$

المعادلة التفاضلية تكتب:

$$\frac{du_2(t)}{dt} + \frac{1}{R.C_e}u_2(t) = \frac{E}{R.C_2}$$

1-3- تعبير الثابتتين $\boldsymbol{A}$ و $\boldsymbol{\alpha}$:

حل المعادلة التفاضلية : $\boldsymbol{u_2(t) = A(1 - e^{-\alpha.t})}$ ومنه فإن : $\boldsymbol{\frac{du_2}{dt} = A.\alpha.e^{-\alpha.t}}$

نعوض في المعادلة التفاضلية :

$$\boldsymbol{A.\alpha.e^{-\alpha.t} + \frac{1}{R.C_e}.A(1 - e^{-\alpha.t}) = \frac{E}{R.C_2} \Rightarrow A.\alpha.e^{-\alpha.t} + \frac{1}{R.C_e}.A - \frac{1}{R.C_e}.A.e^{-\alpha.t} = \frac{E}{R.C_2}}$$

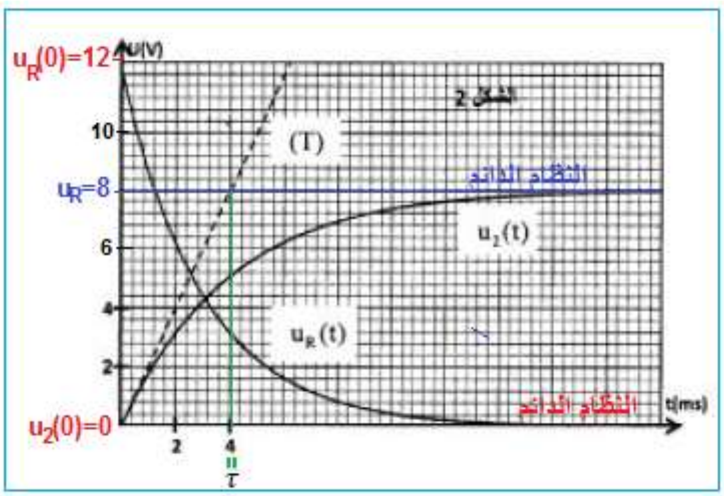
$$\boldsymbol{A.e^{-\alpha.t}\left(\alpha - \frac{1}{R.C_e}\right) + \frac{1}{R.C_e}.A - \frac{E}{R.C_2} = 0}$$

$$\boldsymbol{\begin{cases} \alpha - \dfrac{1}{R.C_e} \\ \dfrac{1}{R.C_e}.A - \dfrac{E}{R.C_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = \dfrac{1}{R.C_e} \\ A = \dfrac{C_e}{C_2}.E \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = \dfrac{C_1 + C_2}{R.C_1.C_2} \\ A = \dfrac{C_1}{C_2 + C_1}.E \end{cases}}$$

1-4-

1-4-1- تحديد قيمة :

أ- $\boldsymbol{E}$



عند اللحظة $t = 0$ مبيانيا $\boldsymbol{u_R(0) = 12V}$ و $\boldsymbol{u_2(0) = 0}$ و

بما ان : $\boldsymbol{u_{1(0)} = \frac{C_2}{C_1}.u_2(0) = 0}$

حسب قانون إضافية التوترات :

$$\boldsymbol{u_1(0) + u_2(0) + u_R(0) = E}$$

أي: $\boldsymbol{E = u_R(0) = 12V}$

ب- قيمة $\boldsymbol{u_1(t)}$ و $\boldsymbol{u_2(t)}$ في النظام الدائم :

مبيانيا حسب الشكل 2 نجد : $\boldsymbol{u_2 = 8\ V}$

لحساب u_1 نستعمل قانون إضافية التوترات :

$$\boldsymbol{u_1 + u_2 + u_R = E \Rightarrow u_1 = E - u_2 - u_R \Rightarrow u_1 = 12 - 8 - 0 = 4V}$$

1-4-2- التوصل إلى قيمة $\boldsymbol{C_1}$:

في النظام الدائم العلاقة تكتب :

$$\boldsymbol{C_1.u_1 = C_2.u_2 \Rightarrow C_1 = \frac{u_2}{u_1}.C_2 \Rightarrow C_1 = \frac{8}{4} \times 2 = 4\mu F}$$

ملحوظة : يمكن استعمال العلاقة :

ثابتة الزمن لثنائي القطب RC نحددها مبيانيا : $\boldsymbol{\tau = 4\ ms}$

لدينا : $\tau = R.C_e$ أي: $C_e = \frac{\tau}{R}$ وكذلك : $\boldsymbol{\frac{1}{C_e} = \frac{R}{\tau}}$

$$\frac{1}{C_e}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2} \Longrightarrow \frac{1}{C_1}=\frac{1}{C_e}-\frac{1}{C_2} \Longrightarrow C_1=\frac{1}{\frac{1}{C_e}-\frac{1}{C_2}}=\frac{1}{\frac{R}{\tau}-\frac{1}{C_2}}$$

$$C_1=\frac{1}{\frac{3.10^3}{4.10^{-3}}-\frac{1}{2.10^{-6}}}=4.10^{-6}\ \mathrm{F} \Longrightarrow C_1=4\mu\mathrm{F}$$

2- دراسة التذبذبات الكهربائية في الدارة LC

2-1- التوصل إلى المعادلة التفاضلية :

$$u_L=L.\frac{di}{dt}=L.\frac{d}{dt}\frac{dq}{dt}=L.\frac{d}{dt}\frac{d(c_2.u_2)}{dt}=L.C_2.\frac{d^2u_2}{dt^2}$$

حسب قانون إضافية التوترات : $u_L+u_2=0$

$$L.C_2.\frac{d^2u_2}{dt^2}+u_2=0 \Longrightarrow \frac{d^2u_2(t)}{dt^2}+\frac{1}{L.C_2}.u_2(\mathrm{t})=0$$

$u_L+u_2=0$ أي : $u_2=-u_L$ نعوض في المعادلة التفاضلية أعلاه ونحصل على :

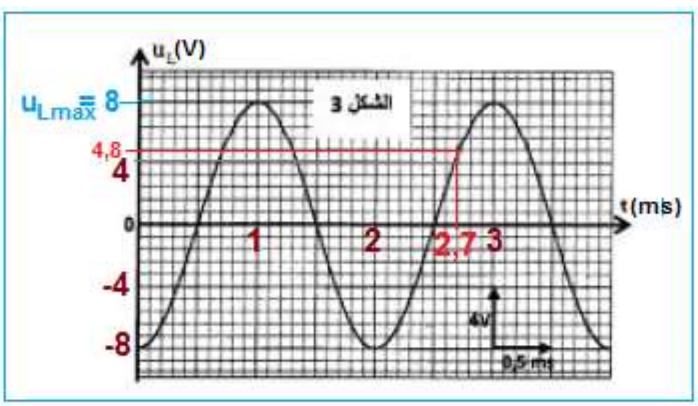
$$\frac{d^2u_L(t)}{dt^2}+\frac{1}{L.C_2}.u_L(\mathrm{t})=0$$

2-2-

2-2-1- تحديد الطاقة الكلية للدارة :

$$E_T=E_e+E_m=E_{e\,max}=E_{m\,max}$$

$$E_T=\frac{1}{2}C_2.u_{2\,max}^{\,2} \Longrightarrow E_T=\frac{1}{2}C_2.u_{L\,max}^{\,2}$$



مبيانيا نجد : $u_{L\,max}=-u_{2\,max}=-8V$

ت.ع :

$$E_T=\frac{1}{2}\times 2.10^{-6}\times(-8)^2=6,4.10^{-5}\,J$$

2-2-2- حساب الطاقة المغناطيسية عند اللحظة

: $t=2,7\ ms$

عند اللحظة $t=2,7\ ms$ نجد مبيانيا : $u_L=4V$

$$E_T=E_e+E_m \Longrightarrow E_m=E_T-E_e$$

$$E_m=E_T-\frac{1}{2}C_2.u_{2\,max}^{\,2}=E_T-\frac{1}{2}C_2.u_{L\,max}^{\,2}$$

ت.ع :

$$E_m=6,4.10^{-5}-\frac{1}{2}\times 2.10^{-6}\times(-4,1)^2\approx 4,1.10^{-5}\,J$$

الجزء الثاني : دراسة جودة تضمين الوسع

1- إيجاد تعبير نسبة التضمين m :

تعبير التوتر المضمّن :

$$u(t) = A.\left[\frac{m}{S_m}.s(t) + 1\right].\cos(2\pi f_p.t) = A.\left[\frac{m}{S_m}.S_m.\cos(2\pi f_s.t) + 1\right].\cos(2\pi f_p.t)$$

$$u(t) = A.[m.\cos(2\pi f_s.t) + 1].\cos(2\pi f_p.t) = U_m(t).\cos(2\pi f_p.t)$$

وسع التوتر المضمّن $U_m(t) = A.[m.\cos(2\pi f_s.t) + 1]$ يتراوح بين قيميتن حديتين :قيمة قصوية U_{max} و قيمة دنوية U_{min} حيث :

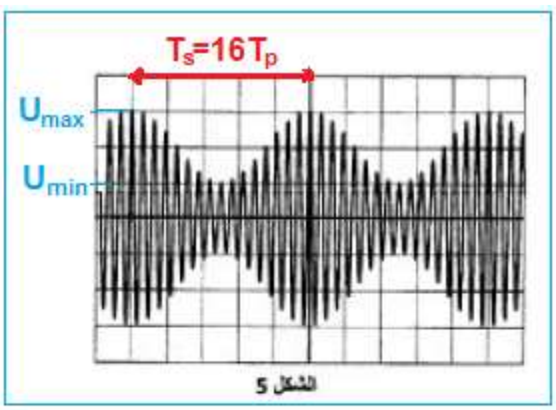
$$\begin{cases} U_{max} = A.(m+1) \\ U_{min} = A.(-m+1) \end{cases} \Rightarrow \frac{U_{max}}{U_{min}} = \frac{A.(m+1)}{A.(-m+1)} \Rightarrow$$

$$-m.U_{max} + U_{max} = m.U_{min} + U_{min}$$

$$m.(U_{max} + U_{min}) = U_{max} - U_{min} \Rightarrow\ m = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}}$$

2- تحديد f_P و f_s :

ليكن T_s دور التوتر المضمّن حسب الشكل 3 :



$$f_s = \frac{1}{T_s} \Rightarrow f_s = \frac{1}{5div \times 20\mu s.div^{-1}} = \frac{1}{100.10^{-6}s}$$

$$f_s = 10^4 Hz\ \Rightarrow f_s = 10kHz$$

ليكن T_p دور التوتر المضمّن حسب الشكل 3 :

$$T_s = 16T_P\ \Rightarrow \frac{1}{f_s} = \frac{16}{f_p}\ \Rightarrow f_p = 16f_s \Rightarrow$$

$$f_p = 1,6.10^5 Hz \Rightarrow f_p = 160kHz$$

تحديد نسبة التضمين :

حسب الشكل 3 :

$$\begin{cases} U_{max} = 3div \times 1V.div^{-1} = 3V \\ U_{min} = 1div \times 1V.div^{-1} = 1V \end{cases} \Rightarrow m = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}} = \frac{3-1}{3+1}\ \Rightarrow m = 0,5$$

استنتاج :

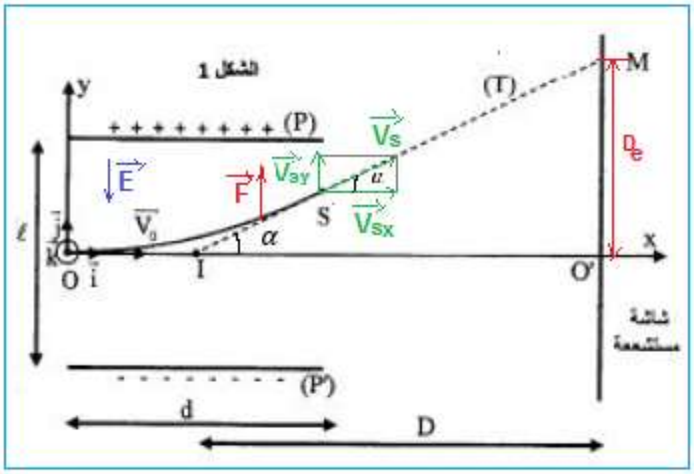
التضمين جيد لأن :

$$\begin{cases} m = 0,5 \Rightarrow m < 1 \\ f_p = 16f_s \Rightarrow f_p \geq 10f_s \end{cases}$$

الميكانيك

الجزء الأول : دراسة تأثير مجال كهرساكن ومجال مغنطيسي على حزمة إلكترونات

1- التجربة الأولى



1-1- التوصل إلى معادلة المسار :

المجموعة المدروسة : $\{$الالكترون$\}$

جرد القوى : (بعد إهمال وزن الالكترون امام شدة القوة الكهرساكنة)

$\vec{F}$: القوة الكهر ساكنة

نعتبر المرجع الأرضي مرجعا غاليليا ، نطبق القانون الثاني لنيوتن : $\vec{F} = m.\vec{a}$

متجهة التسارع : $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{q}{m}.\vec{E}$

نسقط العلاقة في المعلم $(O ,\vec{i} ,\vec{j} ,\vec{k})$:

حسب الشروط البدئية :

$$\vec{V}_0 \begin{cases} V_0 \\ 0 \\ 0 \end{cases} \quad \text{و} \quad \overrightarrow{OM}_0 \begin{cases} 0 \\ 0 \\ 0 \end{cases}$$

متجهة التسارع $\vec{a}$ و متجهة السرعة $\vec{V}$ و متجهة الموضع $\overrightarrow{OM}$:

$$\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -\frac{q}{m}E \\ a_z = 0 \end{cases} \xrightarrow{\text{تكامل}} \vec{V}\begin{cases} V_x = V_0 \\ V_y = -\frac{q}{m}Et \\ V_z = 0 \end{cases} \xrightarrow{\text{تكامل}} \overrightarrow{OM}\begin{cases} x = V_0\, t \\ y = -\frac{1}{2}.\frac{q}{m}Et^2 \\ z = 0 \end{cases}$$

لدينا : $q = -e$ و $E = \frac{U}{\ell}$

بإقصاء الزمن من المعادلتين الزمنيتين نحصل على معادلة المسار :

$$\begin{cases} x = V_0\, t \\ y = \frac{1}{2}.\frac{e.U}{m\ell}t^2 \end{cases} \Rightarrow y = -\frac{1}{2}.\frac{e.U}{m\ell}\left(\frac{x}{V_0}\right)^2 \Rightarrow y = \frac{e.U}{2\ell m\, V_0^2}.x^2$$

1-2- التوصل إلى تعبير $O'M$:

عند النقطة S نقطة مغادرة الحزمة المجال الكهرساكن : حيث $x_s = d$ و $d = V_0\, t_s$ أي: $t_s = \frac{d}{V_0}$

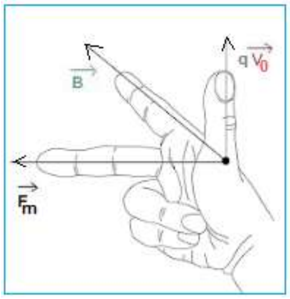
متجهة السرعة عند النقطة S (أنظر الشكل 1) تكتب :

$$\vec{V}_S\begin{cases}V_{sx}=V_0\\ V_{sy}=\dfrac{e.U}{m\ell}.t_s\end{cases}\Longrightarrow \vec{V}_S\begin{cases}V_{sx}=V_0\\ V_{sy}=\dfrac{e.Ud}{m\ell\, V_0}\end{cases}\Longrightarrow tan\alpha=\dfrac{V_{sy}}{V_{sx}}=\dfrac{e.Ud}{m\ell\, {V_0}^2}$$

الانحراف D_e الكهربائي يمثل المسافة بين النقطة O' نقطة الإصطدام في غياب المجال الكهرساكن و النقطة M بوجوده.

$$tan\alpha=\frac{O'M}{D}=\frac{D_e}{D}\Rightarrow D_e=D.tan\alpha=\frac{eDdU}{m\ell\, V_0^2}$$

$$O'M=\frac{eDdU}{m\ell\, V_0^2}$$

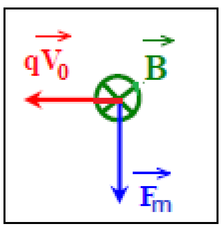


2- التجربة الثانية :

2-1- تحديد منحى متجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}$:

لكي تكون للحزمة الإلكترونية حركة مستقيمية منتظمة يجب أن تكون القوتين $\vec{F}_e$ و $\vec{F}_m$ متقابلتين.

أي : $\vec{F}_m=-\vec{F}_e=-F_m\vec{j}$



$\vec{B}$: عمودية على المتجهتين $\vec{V}_0=V_0\,\vec{\imath}$ و $\vec{F}_m=-F_m\vec{j}$ إذن : $\vec{B}=\pm B\vec{k}$

باستعمال قاعدة الأصابع الثلاث لليد اليمنى يتم تحديد منحى $\vec{B}$ نحصل على :

$$\vec{B}=-B.\vec{k}$$

2-2- التعبير عن سرعة الإلكترونات V_0 بدلالة E و B :

يخضع الإلكترون لقوتين $\vec{F}_e$ و $\vec{F}_m$ متقابلتين حسب مبدأ القصور نكتب :

$$\vec{F}_e+\vec{F}_m=\vec{0}$$

$$\begin{cases}\vec{F}_m=q\,\vec{V}_0\wedge\vec{B}\\ \vec{F}_e=q.\vec{E}\end{cases}\Longrightarrow\begin{cases}F_m=e.V_0\,B\\ F_e=e.E\end{cases}\Longrightarrow F_m=F_e\Longrightarrow e.V_0\,B=eE\Longrightarrow V_0=\frac{E}{B}$$

3- تعبير $\frac{e}{m}$:

$$\begin{cases}O'M=\dfrac{e.D.d.U}{m.\ell.V_0^2}\\ V_0=\dfrac{E}{B}\end{cases}\Longrightarrow O'M=\frac{e.D.d.U.B^2}{m.\ell.E^2}\Longrightarrow\frac{e}{m}=\frac{O'M.\ell.E^2}{U.d.D.B^2}\xrightarrow{E=\frac{U}{\ell}}$$

ت.ع : $$\frac{e}{m}=\frac{5{,}4.10^{-2}\times1200}{6.10^{-2}\times30.10^{-2}\times2.10^{-2\times(1{,}01.10^{-3})^2}}=1{,}76.10^{11}\ C/kg$$

الجزء الثاني : دراسة حركة نواس مرن

1- الاحتكاكات مهملة

1-1- تعبير الإطالة $\Delta\ell_0$ عند التوازن :

المجموعة المدروسة : الجسم (S)

يخضع الجسم عند التوازن إلى قوتين : (أنظر الشكل2)

$\vec{P}$: وزنه

$\vec{T}_0$: توتر النابض

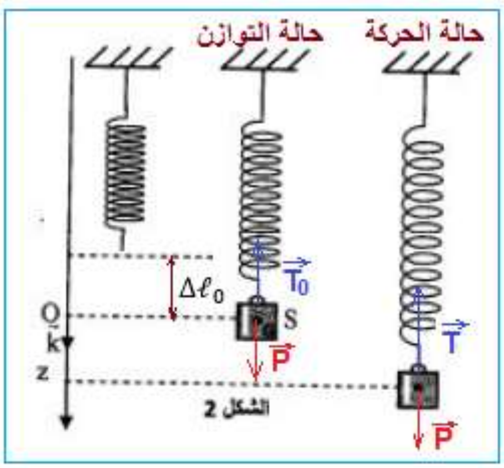
حسب مبدأ القصور : $\vec{P}+\vec{T}_0=\vec{0}$ أي : $P=T_0$ ومنه : $m.g=K.\Delta\ell_0$ إذن : $\Delta\ell_0=\frac{m.g}{K}$

1-2- إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها الأنسوب z لمركز القصور G :

يخضع الجسم أثناء حركته إلى قوتين : (أنظر الشكل2)

$\vec{P}$: وزنه

$\vec{T}$: توتر النابض



نعتبر المعلم المرتبط بالأرض معلما غاليليا ونطبق القانون الثاني لنيوتن :

$$\vec{P}+\vec{T}=m.\vec{a}_G$$

الإسقاط على المحور Oz :

$$P_z+T_z=m.a_z$$

$$mg-K(\Delta\ell_0+z)=m.a_z \Rightarrow mg-K\Delta\ell_0-Kz=m.\ddot{z}$$

حسب العلاقة : $m.g=K.\Delta\ell_0$ نحصل على : $\underbrace{mg-K\Delta\ell_0}_{=0}-Kz=m.\ddot{z}$

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

1-3- تحديد قيمة K :

حسب تعبير الدور الخاص T_0 :

$$T_0=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \Rightarrow {T_0}^2=4\pi^2\frac{m}{K} \Rightarrow K=4\pi^2\frac{m}{{T_0}^2}$$

مبيانيا الدور الخاص هو : $T_0=0,4\ s$

$$K=4\times10\times\frac{0,2}{0,4^2}=50\ N.m^{-1}$$

تحديد V_{0z} :

حسب حل المعادلة التفاضلية : $z=z_0\cos(\frac{2\pi}{T_0}.t+\varphi)$

الاشتقاق يعطي : $V_z = -\frac{2\pi}{T_0}.z_0\sin(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$ عند $t = 0$ السرعة هي : $V_{0z} = -\frac{2\pi}{T_0}.z_0\sin\varphi$

حسب الشكل 3 : $z_0 = 4cm$

عند $t = 0$ لدينا : $z(0) = z_0\cos\varphi$

$$\begin{cases} z(0) = z_0\cos\varphi \\ z(0) = \frac{z_0}{2} \end{cases} \Longrightarrow z_0\cos\varphi = \frac{z_0}{2} \Longrightarrow \cos\varphi = \frac{1}{2} \Longrightarrow \begin{cases} \varphi = \frac{\pi}{3} \\ \varphi = -\frac{\pi}{3} \end{cases}$$

$$V_{0z} = -\frac{2\pi}{T_0}.z_0\sin\varphi < 0 \xrightarrow{\varphi=\frac{\pi}{3}} V_{0z} = -\frac{2\pi}{T_0}.z_0\sin\frac{\pi}{3} \Longrightarrow V_{0z} = -\frac{2\pi}{0,4}\times 4.10^{-2}\times\sin\frac{\pi}{3}$$

$$V_{0z} = -0,54\ m.s^{-1}$$

2- الاحتكاكات غير مهملة

2-1- إقران المنحنى بنظام الخمود :

المنحنى (1) ← يوافق النظام شبه دوري

المنحنى (2) ← يوافق النظام لا دوري

2-2-

2-2-1- تعبير طاقة الوضع E_P :

طاقة الوضع تساوي مجموع طاقة الوضع الثقالية $(E_{pp} = -mgz + C)$ و طاقة الوضع المرنة

$(E_{pe} = \frac{1}{2}K.(\Delta\ell_0 + z)^2 + C')$: $\qquad E_p = E_{pp} + E_{pe}$

نختار المستواة الافقي المار من أصل المعلم مرجعا لطاقة الوضع الثقالية :

$E_{pp} = 0 \Longrightarrow z = 0$ $\quad C = 0 \Longleftarrow$ إذن : $E_{pp} = -mgz$

نختار الحالة التي يكون فيها النابض غير مشوه مرجعا لطاقة الوضع المرنة : $E_{pe} = 0 \Longrightarrow z = -\Delta\ell_0$

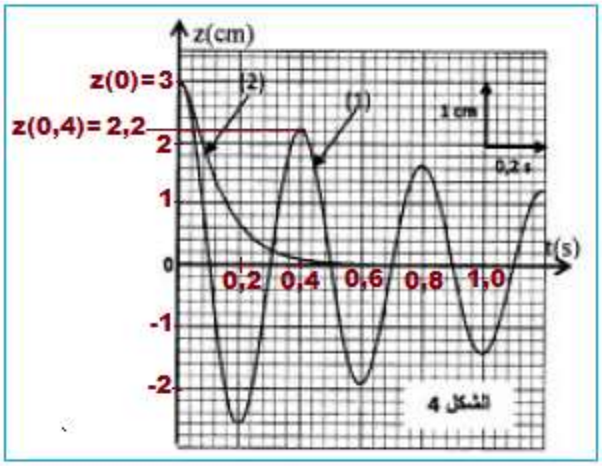
$(E_{pe} = \frac{1}{2}K.(\Delta\ell_0 - \Delta\ell_0)^2 + C' = 0$ أي: $C' = 0 \Longleftarrow E_{pe} = \frac{1}{2}K.(\Delta\ell_0 + z)^2$

$$E_p = E_{pp} + E_{pe} = -mgz + \frac{1}{2}K.(\Delta\ell_0 + z)^2 = -mgz + \frac{1}{2}K.\Delta\ell_0{}^2 + K.z.\Delta\ell_0 + \frac{1}{2}K.z^2$$

بما أن : $mg = K.\Delta\ell_0$

$$E_p = -K.\Delta\ell_0 z + \frac{1}{2}K.\Delta\ell_0{}^2 + K.z.\Delta\ell_0 + \frac{1}{2}K.z^2 \Longrightarrow E_p = \frac{1}{2}K(z^2 + \Delta\ell_0{}^2)$$

ملحوظة : منحى Oz نحو الاسفل لذلك تعبير طاقة الوضع الثقالية هو $E_{pp} = -\ mgz$.



2-2-2- حساب تغير الطاقة الميكانيكة للمتذبذب بين اللحظيتين :

: $t_2 = 0$ و $t_1 = 0$

$$\Delta E_m = \Delta E_{pp} + \Delta E_c$$

عندما تكون طاقة الوضع قصوية تكون الطاقة الحركية منعدمة

والعكس صحيح .

عند اللحظة $t_1 = 0$ لدينا :

$$\mathrm{v}_z(0) = 0 \text{ و } z(0) = 3cm$$

عند اللحظة $t_2 = 0{,}4\,s$ لدينا :

$$\mathrm{v}_z(t_2) = 0 \text{ و } z(t_2) = 2,2cm$$

$$\Delta E_m = \Delta E_p + \Delta E_c = E_{pp2} - E_{pp1} + \underbrace{E_{C2}}_{=0} - \underbrace{E_{C1}}_{=0}$$

$$\Delta E_m = \frac{1}{2}K\left[z^2(t_2) + \Delta\ell_0{}^2\right] - \frac{1}{2}K\left[z^2(t_1) + \Delta\ell_0{}^2\right]$$

$$\Delta E_m = \frac{1}{2}K\left[z^2(t_2) + \Delta\ell_0{}^2 - z^2(t_1) - \Delta\ell_0{}^2\right] \Rightarrow \Delta E_m = \frac{1}{2}K[z^2(t_2) - z^2(t_1)]$$

$$\Delta E_m = \frac{1}{2} \times 50 \times [(2.2.10^{-2})^2 - (3.10^{-2})^2] \Rightarrow \Delta E_m = 1,04.10^{-2}\,J$$