

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة الاستدراكية 2016
- الموضوع -

RS30

ⵜⴰⵎⴰⵔⴰⵏⵜ ⵏ ⵓⵎⵎⵓⵔ
ⵜⴰⵎⴰⵔⴰⵏⵜ ⵏ ⵓⵎⵎⵓⵔ
ⵏ ⵓⵎⵎⵓⵔ



المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني

المركز الوطني للتقويم
والامتحانات والتوجيه

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

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.

الجزء الأول والثاني مستقلان

الكيمياء: (7 نقط)

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 بغمر صفيحة من الألومنيوم في كأس تحتوي على الحجم $V = 100 \text{ mL}$ من محلول مائي لكlorور الألومنيوم $\text{Al}_{(\text{aq})}^{3+} + 3\text{Cl}_{(\text{aq})}^{-}$ تركيزه المولي البدئي $C_1 = [\text{Al}_{(\text{aq})}^{3+}]_0 = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ وصفيحة من الزنك في

كأس آخر تحتوي على الحجم $V = 100 \text{ mL}$ من محلول مائي لكبريتات الزنك $\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+} + \text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-}$ تركيزه المولي البدئي

$C_2 = [\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+}]_0 = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ؛ نوصل المحلولين بقطرة ملحقة. نركب بين قطبي العمود موصلا أوميا (D)

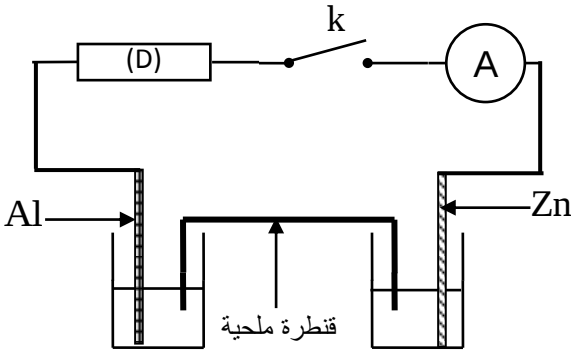
وأمبيرمترا وقاطعا للتيار k (الشكل 1).

معطيات :

• كتلة الجزء المغمور من صفيحة الألومنيوم في محلول كلورور الألومنيوم لحظة إغلاق الدارة هي : $m_0 = 1,35 \text{ g}$ ،

• الكتلة المولية للألومنيوم : $M(\text{Al}) = 27 \text{ g.mol}^{-1}$ ،

• ثابتة فرادي : $1F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$.



الشكل 1

ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل : $2\text{Al}_{(\text{aq})}^{3+} + 3\text{Zn}_{(\text{s})} \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} 2\text{Al}_{(\text{s})} + 3\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+}$ هي $K = 10^{-90}$ عند 25° C .

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

1- أحسب خارج التفاعل Q_r في الحالة البدئية واستنتج منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية. 0,5

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

3- أوجد عندما يُستهلك العمود كليا: 0,75

1- تركيز أيونات الألومنيوم في محلول كلورور الألومنيوم. 0,75

2- 3- المدة الزمنية Δt لاشتغال العمود.

الجزء الثاني: تصنيع إستر و تفاعل بنزوات الصوديوم مع حمض

يستعمل بنزوات الصوديوم $(\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa})$ 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 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^{-} + \text{Na}^{+}_{(\text{aq})}$ مع حمض الإيثانويك CH_3COOH .

معطيات :

• عند 25° C : $\text{pK}_{\text{A}1}(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} / \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^{-}) = 4,2$ ؛ $\text{pK}_{\text{A}2}(\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^{-}) = 4,8$ ،

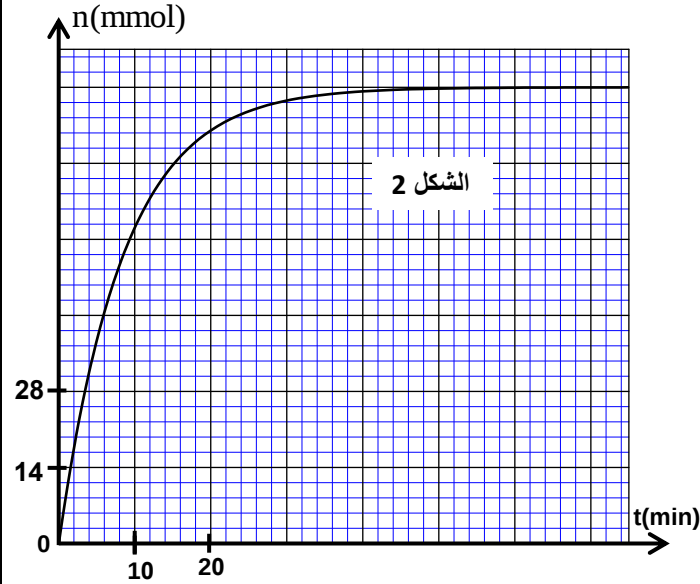
• الكتلة الحجمية للميثانول : $\rho = 0,8 \text{ g.mL}^{-1}$ ،

• الكتلة المولية للميثانول : $M(\text{CH}_3\text{OH}) = 32 \text{ g.mol}^{-1}$ ،

• الكتلة المولية لحمض البنزويك : $M(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 122 \text{ g.mol}^{-1}$.

1 - دراسة تصنيع إستر

لتصنيع إستر، نمزج في حوجة كمية من حمض البنزويك C_6H_5COOH كتلتها $m=12,2g$ وحجما $V=8mL$ 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 المنمجة للتفاعل الذي يحدث. 0,5

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

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

السرعة الحجمية لتفاعل الأسترة :

أ- منعدمة عند بداية التفاعل.

ب- قصوى عند التوازن.

ج- قصوى عند بداية التفاعل.

د- تتناقص كلما ازداد تركيز أحد المتفاعلات.

هـ- 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 $25^\circ C$ ، 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 المنمجة للتفاعل الذي يحدث. 0,5

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

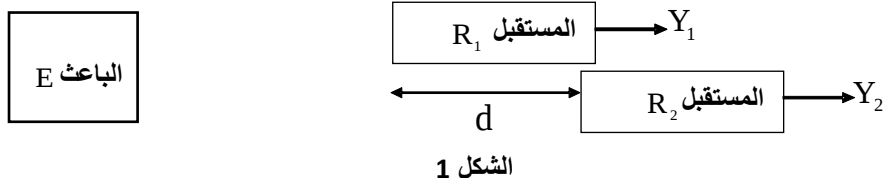
الفيزياء (13 نقطة)

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.

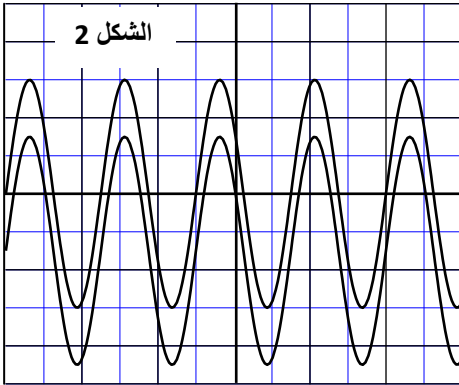
1- تحديد سرعة انتشار موجة فوق صوتية في الهواء

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



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 .



الحساسية الأفقية $S_H = 10 \mu s \cdot \text{div}^{-1}$

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_2 و R_1 القيمة $d = 3,4 \text{ cm}$ (الشكل 1).

1-1- اختر الاقتراح الصحيح من بين الاقتراحات التالية:

0,25

- أ- الموجات فوق الصوتية موجات كهرومغناطيسية .
- ب- لا تنتشر الموجات 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.

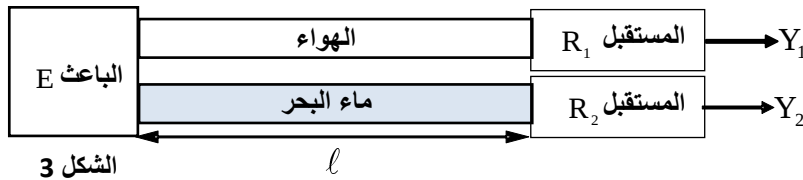
0,5

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

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 والمستقبلين (الشكل 3).

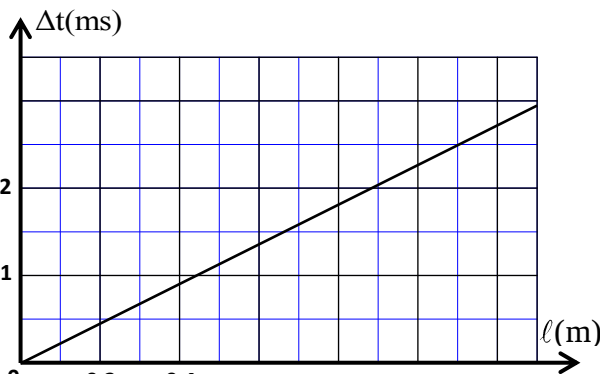
نقيس التأخر الزمني Δt بالنسبة لمسافات l مختلفة بين الباعث والمستقبلين فنحصل على منحنى الشكل 4 .

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



الشكل 4

الكهرباء (5,25 نقط) : الجزء الأول والثاني 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 الشكل 1 من :

- مولد مؤتمل للتوتر قوته الكهربائية E ،

- مكثفين سعتهما C_1 و $C_2 = 2 \mu F$ ،

- موصل أومي مقاومته $R = 3 k\Omega$ ،

- 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

0,25

لتجميع المكثفين على التوالي هو : $C_e = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$.

1-2 بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها

0,5

التوتر $u_2(t)$ بين مربطي المكثف ذي

السعة C_2 تكتب :

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

1-3 يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على

0,5

الشكل : $u_2(t) = A \cdot (1 - e^{-\alpha t})$ ، حدد تعبير كل

من A و α بدلالة برامترات الدارة.

1-4 يمثل منحنيا الشكل 2 تطور التوترين

$u_R(t)$ و $u_2(t)$.

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 $u_1(t)$ و $u_2(t)$ 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

0,5

بين مربطي الوشيعة تكتب : $\frac{d^2 u_L(t)}{dt^2} + \frac{1}{LC_2} u_L(t) = 0$

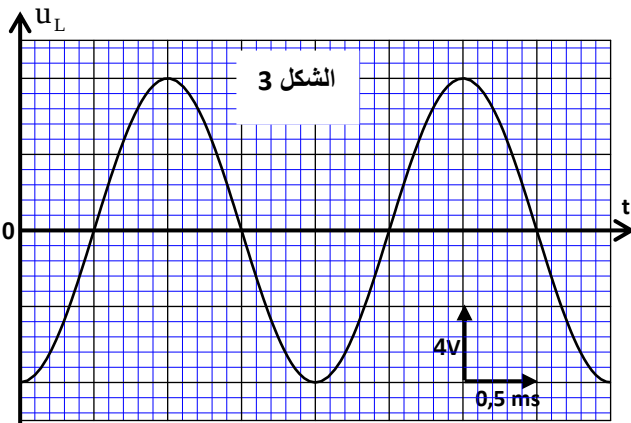
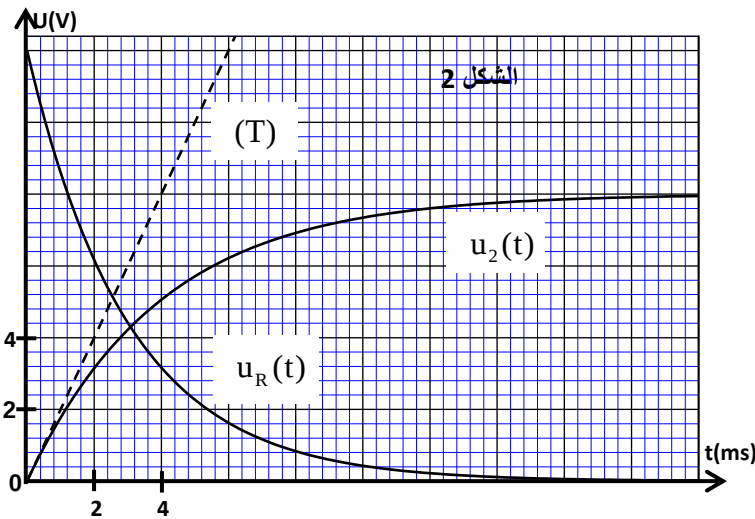
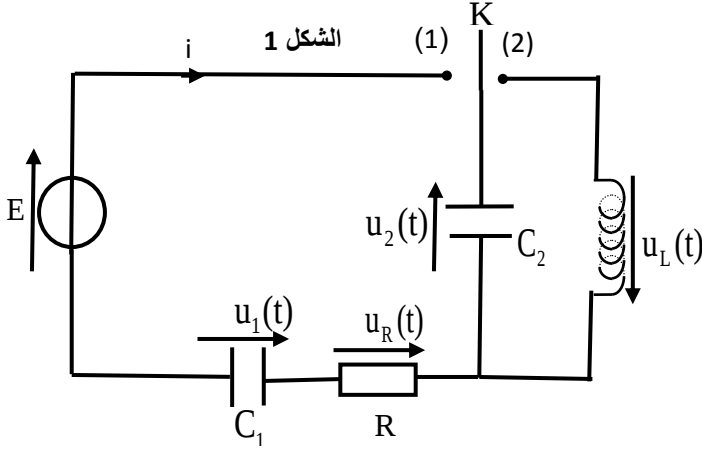
2-2 يمثل منحنى الشكل 3 تغيرات التوتر $u_L(t)$ بدلالة الزمن.

2-2-1 حدد الطاقة الكلية E_t للدارة.

0,5

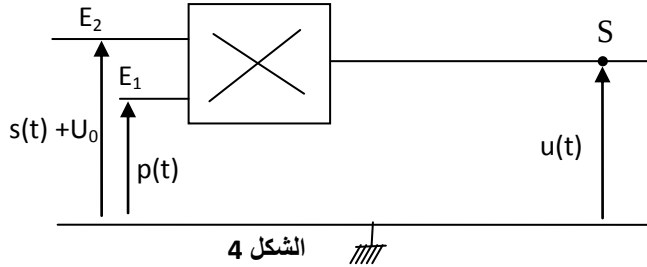
2-2-2 أحسب الطاقة المغنطيسية E_m المخزونة في الوشيعة عند اللحظة $t = 2,7 \text{ ms}$.

0,5



الجزء 2 : دراسة جودة تضمين الوسع

ننجز عملية تضمين الوسع بواسطة دائرة متكاملة منجزة للجداء.
نطبق عند المدخل E_1 للدائرة المتكاملة المنجزة للجداء التوتر الحامل $p(t)$ ، وعند المدخل E_2 التوتر $s(t)+U_0$ حيث $s(t)$ التوتر الموافق للإشارة المراد إرسالها و U_0 المركبة المستمرة (الشكل 4).



الشكل 4

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

$$s(t) = S_m \cdot \cos(2\pi f_s t) \quad \text{حيث} \quad u(t) = k \cdot p(t) \cdot (s(t) + U_0)$$

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

1- يمكن كتابة التوتر المضمن الوسع على الشكل:

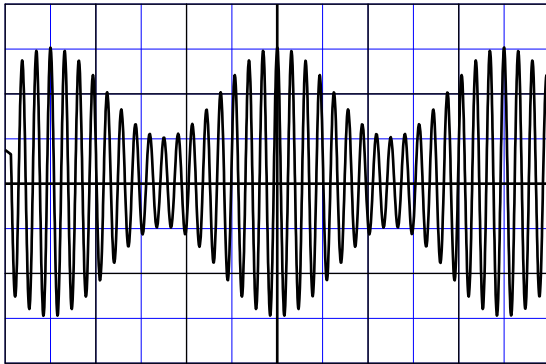
$$u(t) = A \left[\frac{m}{S_m} s(t) + 1 \right] \cdot \cos(2\pi f_p t)$$

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

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

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

- الحساسية الأفقية: $20 \mu s \cdot \text{div}^{-1}$ ، الحساسية الرأسية: $1 V \cdot \text{div}^{-1}$.
حدد f_p و f_s و m . ماذا تستنتج بخصوص جودة التضمين؟



الشكل 5

الجزءان الأول والثاني مستقلان

الميكانيك (5,5 نقط)

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

درس العالم الانجليزي ج. ج. تومسون (J. J. Thomson) تأثير مجال كهرساكن منتظم ومجال مغناطيسي 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 مهم.

1- التجربة الأولى

ينتج مدفع إلكترونات حزمة إلكترونات.

تصل هذه الحزمة إلى النقطة O بالسرعة

$$\vec{V}_0 = V_0 \vec{i}$$

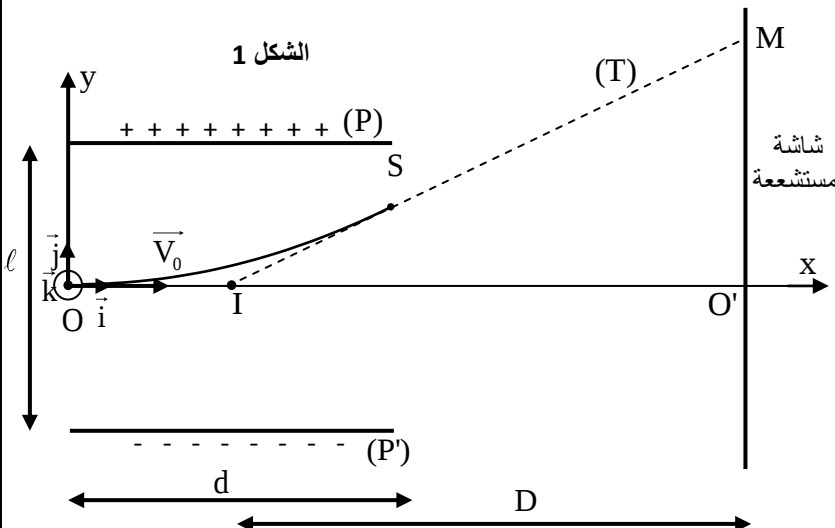
المسافة d ، إلى تأثير مجال كهرساكن

منتظم $\vec{E}$ محدث بواسطة صفيحتين

فلزيتين (P) و (P') متعامدتين مع

المستوى (xOy) و تفصل بينهما

المسافة ℓ (الشكل 1).



الشكل 1

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

ندرس حركة إلكترون من هذه الحزمة في المعلم المتعامد و المنظم $R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ المرتبط بمراجع أرضي نعتبره غاليليا .
نعتبر اللحظة التي يمر فيها الإلكترون من النقطة O أصلا للتواريخ $(t = 0)$.

1-1- بين أن معادلة مسار الإلكترون في المعلم $R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ تكتب : $y = \frac{eU}{2\ell m V_0^2} x^2$ 0,5

1-2- تخرج حزمة الإلكترونات من المجال الكهرساكن عند نقطة S فتواصل حركتها لتصلطم بالشاشة عند النقطة M .
يمثل المستقيم T المماس للمسار عند النقطة S (الشكل 1) . 0,5

بين أن الانحراف الكهربائي $O'M$ لإلكترون يكتب : $O'M = \frac{eDdU}{\ell m V_0^2}$

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 المغنطيسي على القيمة $B = 1,01 \text{ mT}$ فتصلطم الإلكترونات بالشاشة عند النقطة O (الشكل 1) .

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

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

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 : 0,75

$d = 6 \text{ cm}$ ؛ $\ell = 2 \text{ cm}$ ؛ $U = 1200 \text{ V}$ ؛ $D = 30 \text{ cm}$ ؛ $O'M = 5,4 \text{ cm}$

الجزء الثاني: دراسة حركة نواس مرن

يتكون متذبذب ميكانيكي رأسي من جسم صلب S كتلته $m = 200 \text{ g}$ 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 بمراجع 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 $\pi^2 = 10$.

1- الاحتكاكات مهملة

نزيح الجسم S عن موضع توازنه رأسيًا ثم نرسله عند لحظة

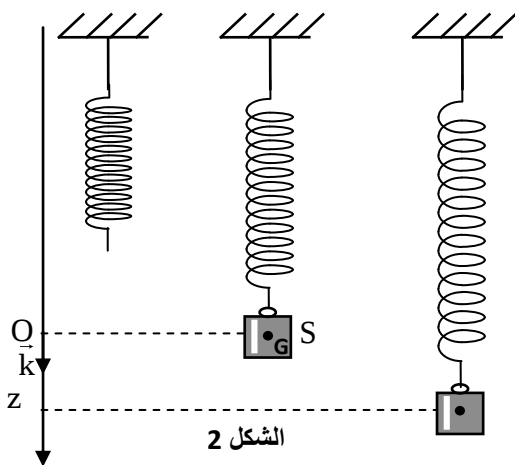
نختارها أصلا للتواريخ $(t = 0)$ بسرعة بدئية $\vec{V}_0 = V_0 \vec{k}$.

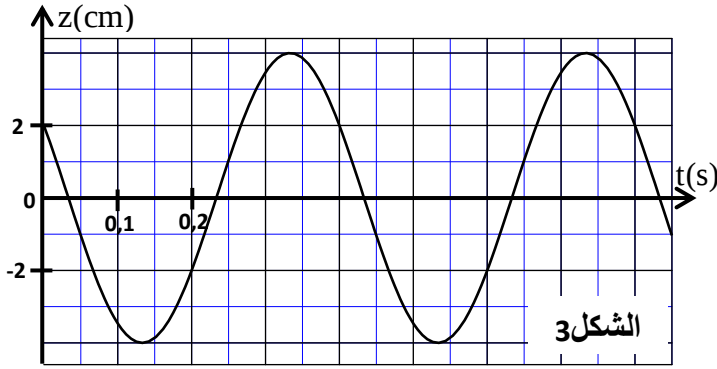
يمثل منحنى الشكل 3 تطور الأنسوب $z(t)$ لمركز القصور G

خلال الزمن .

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 . 0,25





الشكل 3

1-3- يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على

$$z = z_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right) \text{ حيث } T_0$$

الدور الخاص للمتذبذب .

حدد قيمة كل من V_{0z} و K .

2- الاحتكاكات غير مهمة

ننجز تجربتين حيث في كل تجربة نغمر المتذبذب الميكانيكي في سائل معين. نزيح الجسم S ، رأسياً، 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) تطور الأنسوب z لمركز القصور G خلال

الزمن في كل سائل على حدة (الشكل 4) .

2-1- أقرن كل منحني بنظام الخمود المناسب له.

2-2- نختار المستوى الأفقي الذي تنتمي إليه النقطة O ، أصل المعلم

$R(O, \vec{k})$ ، مرجعاً لطاقة الوضع الثقالية E_{pp} ($E_{pp} = 0$) والحالة التي

يكون فيها النابض غير مشوه مرجعاً لطاقة الوضع المرنة E_{pe}

($E_{pe} = 0$) .

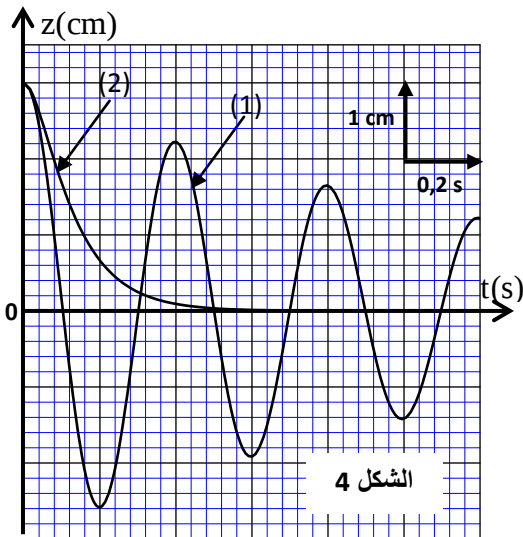
بالنسبة للتذبذبات الموافقة للمنحني (1) :

2-2-1- 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.

2-2-2- أحسب تغير الطاقة الميكانيكية للمتذبذب بين

اللحظتين $t_1 = 0$ و $t_2 = 0,4 \text{ s}$.



الشكل 4

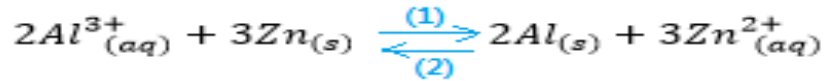
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

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 :



$$Q_{r,i} = \frac{[Zn^{2+}]_0^3}{[Al^{3+}]_0^2} = \frac{C_2^3}{C_1^2} = \frac{(4,5 \cdot 10^{-2})^3}{(4,5 \cdot 10^{-2})^2} = 4,5 \cdot 10^{-2}$$

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

نلاحظ أن : $Q_{r,i} > K$ ، إذن تنتقل المجموعة 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 : $Al_{(s)} \rightleftharpoons Al^{3+}_{(aq)} + 3e^-$ فهو يمثل الأنود أي القطب السالب للعمود ومنه فالتبيانة الاصطلاحية هي :



3- عندما يستهلك العمود كليا :

3-1- تركيز أيونات الألومنيوم :

الجدول الوصفي :

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

تحديد التقدم الأقصى :

$$Al \text{ متفاعل محد نكتب : } n_0(Al) - 2x_{max} = 0 \text{ أي : } x_{max1} = \frac{n_0(Al)}{2} = \frac{m_0}{2M(Al)} = \frac{1,35}{2 \times 27} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$x_{max2} = \frac{C_2 \cdot V}{3} = \frac{4,5 \cdot 10^{-2} \times 0,1}{3} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad \text{أي} \quad C_2 \cdot V - 3x_{max} = 0$$

وبالتالي التقدم الأقصى هو : $x_{max} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

حسب الجدول الوصفي تركيز أيونات الألومنيوم :

$$[Al^{3+}]_f = \frac{C_1 \cdot V + 2x_{max}}{V} \Rightarrow [Al^{3+}]_f = \frac{4,5 \cdot 10^{-2} \times 0,1 + 2 \times 1,5 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-3}} = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

3-2- المدة الزمنية Δt لاشتغال العمود :

$$\begin{cases} n(e^-) = 6x_{max} \\ n(e^-) = \frac{I \cdot \Delta t}{F} \end{cases} \Rightarrow \frac{I \cdot \Delta t}{F} = 6x_{max} \Rightarrow \Delta t = \frac{6x_{max} \cdot F}{I} \Rightarrow \Delta t = \frac{6 \times 1,5 \cdot 10^{-3} \times 9,65 \cdot 10^4}{10 \cdot 10^{-3}} = 86850 \text{ s}$$

$$\Delta t = 24 \text{ h } 7 \text{ h } 30 \text{ min}$$

الجزء الثاني : تصنيع و تفاعل بنزوات الصوديوم مع حمض

1- دراسة تصنيع إستر

1-1- تحليل اختيار التسخين بالارتداد :

التسخين يسرع التفاعل والإرتداد يحافظ على كمية مادة المتفاعلات والنواتج .

1-2- معادلة التفاعل :



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 :

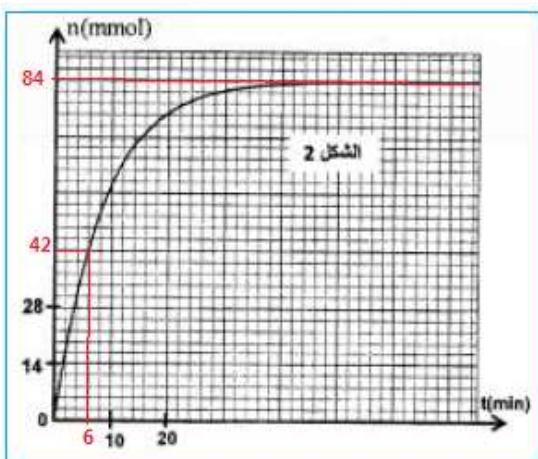
زمن نصف التفاعل $t_{t/2}$ هو المدة الزمنية التي يصل فيها تقدم التفاعل إلى نصف قيمته النهائية . $x(t_{t/2}) = \frac{x_f}{2}$

تحديد قيمة $t_{t/2}$ مبيانيا :

$$x_f = n_f = 84 \text{ mmol}$$

حسب مبيان الشكل 2 لدينا :

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



3-3-1- مردود التفاعل :

الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$C_6H_5COOH + CH_3OH \rightleftharpoons C_6H_5COOCH_3 + H_2O$			
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 : $n_1 - x_{max1} = 0$

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

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

$$n_2 = n_i(CH_3OH) = x_{max2} = \frac{m'}{M(CH_3OH)} = \frac{\rho \cdot V}{M(CH_3OH)} = \frac{0,8 \times 8}{32} \Rightarrow x_{max2} = 0,2 \text{ mol} \quad \text{أي :}$$

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

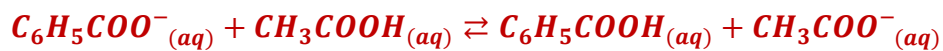
تعبير مردود التفاعل :

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

$$r = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{84 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 8,4 \cdot 10^{-1} \Rightarrow r = 84\%$$

2- دراسة تفاعل بنزوات الصوديوم مع الحمض :

2-1- معادلة التفاعل :



2-2- التوصل إلى قيمة K :

$$K = \frac{[C_6H_5COOH]_{\acute{e}q} \cdot [CH_3COO^-]_{\acute{e}q}}{[C_6H_5COO^-]_{\acute{e}q} \cdot [CH_3COOH]_{\acute{e}q}} \cdot \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[H_3O^+]_{\acute{e}q}} = \frac{K_{A2}}{K_{A1}} = \frac{10^{-pK_{A2}}}{10^{-pK_{A1}}} \Rightarrow K = 10^{pK_{A1} - pK_{A2}}$$

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

2-3- التعبير عن τ بدلالة K :

الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$C_6H_5COO^-(aq) + CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons C_6H_5COOH(aq) + CH_3COO^-(aq)$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة بالمول			
الحالة البدئية	0	$C_1 \cdot V_1$	$C_1 \cdot V_1$	0	0
خلال التحول	x	$C_1 \cdot V_1 - x$	$C_1 \cdot V_1 - x$	x	x
الحالة النهائية	x_{max}	$C_1 \cdot V_1 - x_f$	$C_1 \cdot V_1 - x_f$	x_f	x_f

التقدم الأقصى : $x_{max} = C_1 \cdot V_1$

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

$$[C_6H_5COOH]_{\acute{e}q} = [CH_3COO^-]_{\acute{e}q} = \frac{x_f}{2V_1} = \frac{C_1 \cdot V_1 \cdot \tau}{2V_1} = \frac{C_1 \cdot \tau}{2}$$

$$[C_6H_5COO^-]_{\acute{e}q} = [CH_3COOH]_{\acute{e}q} = \frac{C_1 \cdot V_1 - x_f}{2V_1} = \frac{C_1 \cdot V_1 - C_1 \cdot V_1 \cdot \tau}{2V_1} = \frac{C_1 \cdot (1 - \tau)}{2}$$

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

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

2-4- تعبير pH بدلالة pK_{A1} و τ :

$$pH = pK_{A1} + \log \frac{[C_6H_5COO^-]_{\acute{e}q}}{[C_6H_5COOH]_{\acute{e}q}} \quad \text{لدينا :}$$

$$\begin{cases} [C_6H_5COO^-]_{\acute{e}q} = \frac{C_1 \cdot (1 - \tau)}{2} \\ [C_6H_5COOH]_{\acute{e}q} = \frac{C_1 \cdot \tau}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{[C_6H_5COO^-]_{\acute{e}q}}{[C_6H_5COOH]_{\acute{e}q}} = \frac{\frac{C_1 \cdot (1 - \tau)}{2}}{\frac{C_1 \cdot \tau}{2}} = \frac{1 - \tau}{\tau}$$

$$pH = pK_{A1} + \log \frac{[C_6H_5COO^-]_{\acute{e}q}}{[C_6H_5COOH]_{\acute{e}q}} \Rightarrow pH = pK_{A1} + \log\left(\frac{1 - \tau}{\tau}\right) \Rightarrow pH = pK_{A1} - \frac{1}{2} \log K \quad \text{لدينا :}$$

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

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 كهرومغناطيسية. 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 :

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

$$N = \frac{1}{T} \Rightarrow N = \frac{1}{25 \cdot 10^{-5}} = 4 \cdot 10^4 \text{ Hz} \Rightarrow N = 40 \text{ kHz}$$

1-3 التحقق من سرعة انتشار الموجة في الهواء :

$$v_a = \lambda \cdot N$$

$$\text{لدينا : } \lambda = \frac{d}{4} \Rightarrow d = 4\lambda \text{ و منه : } v_a = \frac{d}{4} \cdot N$$

$$v_a = \frac{3,4 \cdot 10^{-2}}{4} \cdot 4 \cdot 10^4 = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

ت.ع :

2- تحديد سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية في ماء البحر

2-1 التعبير عن Δt بدلالة ℓ و v_a و v_e :

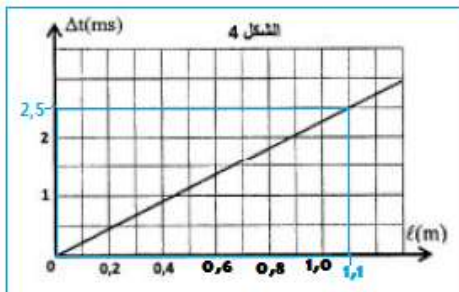
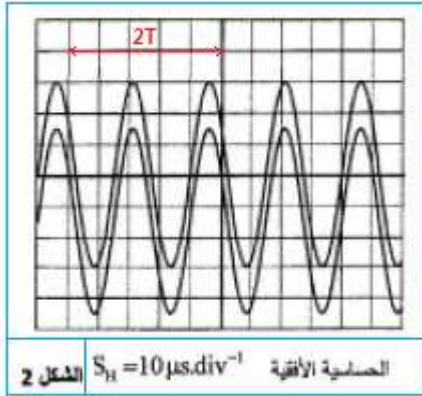
$$\begin{cases} v_a = \frac{\ell}{t_2} \\ v_e = \frac{\ell}{t_1} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t_2 = \frac{\ell}{v_a} \\ t_1 = \frac{\ell}{v_e} \end{cases} \Rightarrow \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{\ell}{v_a} - \frac{\ell}{v_e} \Rightarrow \Delta t = \ell \left(\frac{1}{v_a} - \frac{1}{v_e} \right)$$

2-2 تحديد قيمة v_e :

$$\Delta t = f(\ell) \text{ خطية معادلتها تكتب : } \Delta t = k \cdot \ell$$

k يمثل المعامل الموجه :

$$k = \frac{\Delta(\Delta t)}{\Delta \ell} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3} - 0}{1,1} = 2,27 \cdot 10^{-3} \text{ s} \cdot \text{m}^{-1}$$



لدينا :

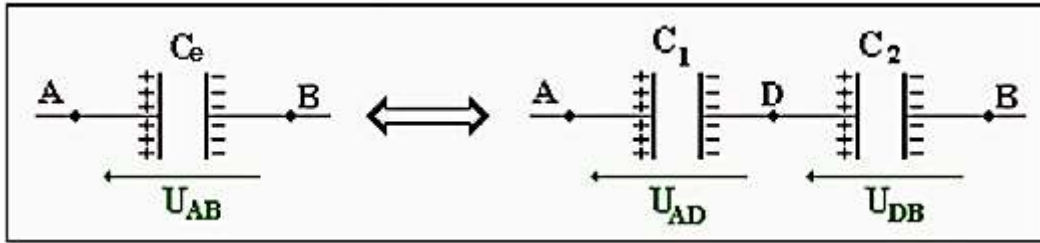
$$\begin{cases} \Delta t = k \cdot \ell \\ \Delta t = \ell \left(\frac{1}{v_a} - \frac{1}{v_e} \right) \Rightarrow \frac{1}{v_a} - \frac{1}{v_e} = k \Rightarrow \frac{1}{v_e} = \frac{1}{v_a} - k \end{cases}$$

$$v_e = \frac{1}{\frac{1}{v_a} - k} \Rightarrow v_e = \frac{1}{\frac{1}{340} - 2,27 \cdot 10^{-3}} \approx 1490 \text{ m.s}^{-1}$$

الجزء الأول : دراسة ثنائي القطب RC والدائرة 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 :

$$u_{AB} = u_{AD} + u_{DB}$$

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

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

$$C_e = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \quad \text{نستنتج التعبير :}$$

1-2- إثبات المعادلة التفاضلية :

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

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

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

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

المعادلة التفاضلية تكتب :

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

1-3- تعبير الثابتين A و α :

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

نعوض في المعادلة التفاضلية :

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

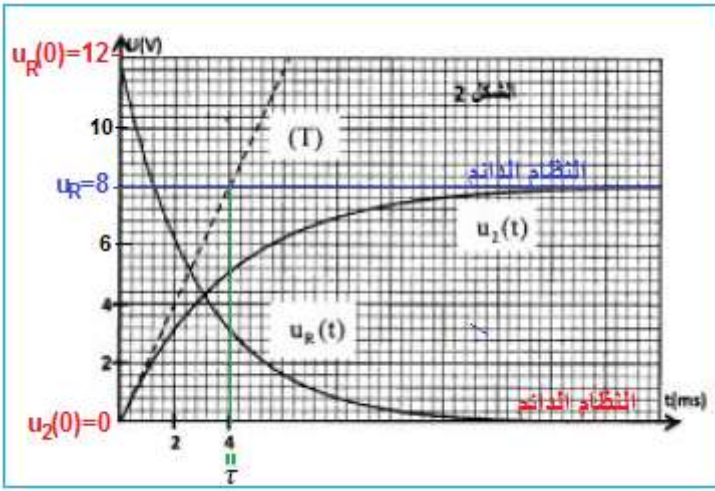
$$A \cdot e^{-\alpha t} \left(\alpha - \frac{1}{R \cdot C_e} \right) + \frac{1}{R \cdot C_e} \cdot A - \frac{E}{R \cdot C_2} = 0$$

$$\begin{cases} \alpha - \frac{1}{R \cdot C_e} \\ \frac{1}{R \cdot C_e} \cdot A - \frac{E}{R \cdot C_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = \frac{1}{R \cdot C_e} \\ A = \frac{C_e}{C_2} \cdot E \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = \frac{C_1 + C_2}{R \cdot C_1 \cdot C_2} \\ A = \frac{C_1}{C_2 + C_1} \cdot E \end{cases}$$

1-4-

1-4-1- تحديد قيمة :

E - أ



عند اللحظة $t = 0$ مبيانيا $u_R(0) = 12V$ و $u_2(0) = 0$

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

حسب قانون إضافية التوترات :

$$u_1(0) + u_2(0) + u_R(0) = E$$

$$E = u_R(0) = 12V \quad \text{أي:}$$

ب- قيمة $u_1(t)$ و $u_2(t)$ في النظام الدائم :

مبيانيا حسب الشكل 2 نجد : $u_2 = 8V$

لحساب u_1 نستعمل قانون إضافية التوترات :

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

1-4-2- التوصل إلى قيمة C_1 :

في النظام الدائم العلاقة تكتب :

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

ملحوظة : يمكن استعمال العلاقة :

$$\tau = 4ms$$

ثابتة الزمن لثنائي القطب RC نحددها مبيانيا :

$$\frac{1}{C_e} = \frac{R}{\tau}$$

لدينا : $\tau = R \cdot C_e$ أي: $C_e = \frac{\tau}{R}$ وكذلك :

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

$$C_1 = \frac{1}{\frac{3 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^{-3}} - \frac{1}{2 \cdot 10^{-6}}} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ F} \Rightarrow C_1 = 4 \mu\text{F}$$

2- دراسة التذبذبات الكهربائية في الدارة LC

2-1- التوصل إلى المعادلة التفاضلية :

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

$$u_L + u_2 = 0$$

حسب قانون إضافية التوترات :

$$L \cdot C_2 \cdot \frac{d^2 u_2}{dt^2} + u_2 = 0 \Rightarrow \frac{d^2 u_2(t)}{dt^2} + \frac{1}{L \cdot C_2} \cdot u_2(t) = 0$$

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

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

2-2

2-2-1 تحديد الطاقة الكلية للدارة :

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

$$E_T = \frac{1}{2} C_2 \cdot u_{2 \max}^2 \Rightarrow E_T = \frac{1}{2} C_2 \cdot u_{L \max}^2$$

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

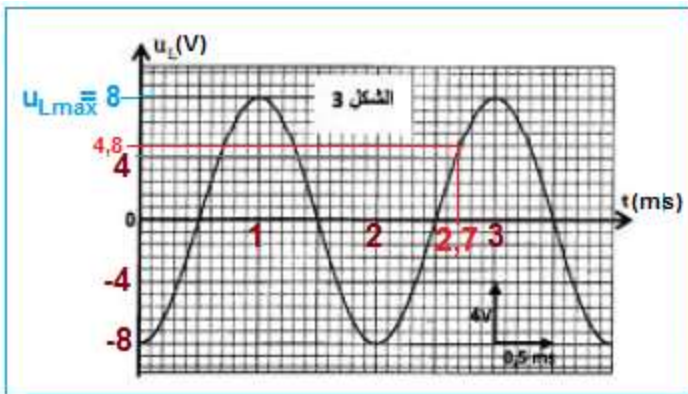
ت.ع :

$$E_T = \frac{1}{2} \times 2 \cdot 10^{-6} \times (-8)^2 = 6,4 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

2-2-2 حساب الطاقة المغناطيسية عند اللحظة

$$: t = 2,7 \text{ ms}$$

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



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

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

ت.ع :

$$E_m = 6,4 \cdot 10^{-5} - \frac{1}{2} \times 2 \cdot 10^{-6} \times (-4,1)^2 \approx 4,1 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

الجزء الثاني : دراسة جودة تضمين الوسع

1- إيجاد تعبير نسبة التضمين m :

تعبير التوتر المضمّن :

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

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

وسع التوتر المضمّن $U_m(t) = A. [m \cdot \cos(2\pi f_s \cdot t) + 1]$ يتراوح بين قيمتين حديتين : قيمة قصوى

U_{max} و قيمة دنوية U_{min} حيث :

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

$$-m \cdot U_{max} + U_{max} = m \cdot U_{min} + U_{min}$$

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

2- تحديد f_s و f_p :

ليكن T_s دور التوتر المضمّن حسب الشكل 3 :

$$f_s = \frac{1}{T_s} \Rightarrow f_s = \frac{1}{5div \times 20\mu s \cdot div^{-1}} = \frac{1}{100 \cdot 10^{-6} s}$$

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

ليكن T_p دور التوتر المضمّن حسب الشكل 3 :

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

$$f_p = 1,6 \cdot 10^5 Hz \Rightarrow f_p = 160 kHz$$

تحديد نسبة التضمين :

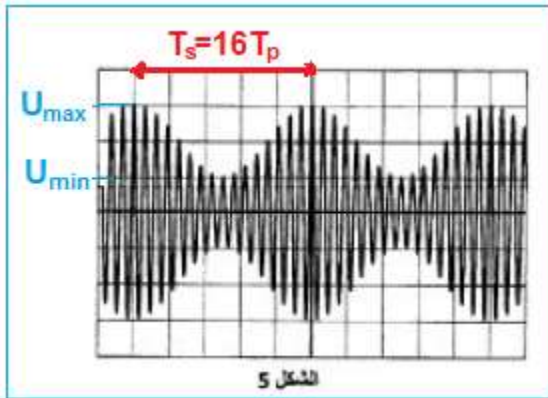
حسب الشكل 3 :

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

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 : {الالكترونات}

جهد القوى : (بعد إهمال وزن الالكترونات امام شدة القوة الكهرساكنة)

$\vec{F}$: القوة الكهرو ساكنة

نعتبر المرجع الأرضي مرجعا غاليليا ، نطبق القانون

الثاني لنيوتن : $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

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

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

حسب الشروط البدئية :

$$\vec{v}_0 \begin{Bmatrix} v_0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \text{ و } \vec{OM}_0 \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

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

$$\vec{a} \begin{Bmatrix} a_x = 0 \\ a_y = -\frac{q}{m} E \\ a_z = 0 \end{Bmatrix} \xrightarrow{\text{تكامل}} \vec{v} \begin{Bmatrix} v_x = v_0 \\ v_y = -\frac{q}{m} E t \\ v_z = 0 \end{Bmatrix} \xrightarrow{\text{تكامل}} \vec{OM} \begin{Bmatrix} x = v_0 t \\ y = -\frac{1}{2} \cdot \frac{q}{m} E t^2 \\ z = 0 \end{Bmatrix}$$

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

باقصاء الزمن من المعادلتين الزمنيتين نحصل على معادلة المسار :

$$\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{1}{2} \cdot \frac{e \cdot U}{m \ell} t^2 \end{cases} \Rightarrow y = -\frac{1}{2} \cdot \frac{e \cdot U}{m \ell} \left(\frac{x}{v_0} \right)^2 \Rightarrow y = \frac{e \cdot U}{2 \ell m v_0^2} \cdot x^2$$

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 :

$$\vec{v}_s \begin{cases} v_{sx}=v_0 \\ v_{sy}=\frac{e \cdot U}{m\ell} \cdot t_s \end{cases} \Rightarrow \vec{v}_s \begin{cases} v_{sx}=v_0 \\ v_{sy}=\frac{e \cdot U d}{m\ell v_0} \end{cases} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{v_{sy}}{v_{sx}} = \frac{e \cdot U d}{m\ell v_0^2}$$

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

$$\tan \alpha = \frac{O'M}{D} = \frac{D_e}{D} \Rightarrow D_e = D \cdot \tan \alpha = \frac{e D d U}{m\ell v_0^2}$$

$$O'M = \frac{e D d U}{m\ell v_0^2}$$

2- التجربة الثانية :

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

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

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

$$\vec{B} : \text{عمودية على المتجهتين } \vec{v}_0 = v_0 \vec{i} \text{ و } \vec{F}_m = -F_m \vec{j} \text{ إذن : } \vec{B} = \pm B \vec{k}$$

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

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

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 :

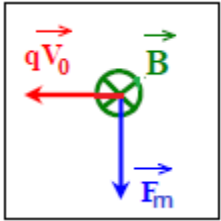
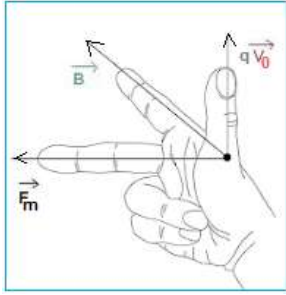
$$\vec{F}_e + \vec{F}_m = \vec{0}$$

$$\begin{cases} \vec{F}_m = q \vec{v}_0 \wedge \vec{B} \\ \vec{F}_e = q \cdot \vec{E} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_m = e \cdot v_0 B \\ F_e = e \cdot E \end{cases} \Rightarrow F_m = F_e \Rightarrow e \cdot v_0 B = e E \Rightarrow v_0 = \frac{E}{B}$$

3- تعبير $\frac{e}{m}$:

$$\begin{cases} O'M = \frac{e \cdot D \cdot d \cdot U}{m \cdot \ell \cdot v_0^2} \\ v_0 = \frac{E}{B} \end{cases} \Rightarrow O'M = \frac{e \cdot D \cdot d \cdot U \cdot B^2}{m \cdot \ell \cdot E^2} \Rightarrow \frac{e}{m} = \frac{O'M \cdot \ell \cdot E^2}{U \cdot d \cdot D \cdot B^2} \xrightarrow{E = \frac{U}{\ell}}$$

$$\frac{e}{m} = \frac{5,4 \cdot 10^{-2} \times 1200}{6 \cdot 10^{-2} \times 30 \cdot 10^{-2} \times 2 \cdot 10^{-2} \times (1,01 \cdot 10^{-3})^2} = 1,76 \cdot 10^{11} \text{ C/kg} \quad \text{ت.ع.}$$



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 الشكل 2)

$\vec{P}$: 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 الشكل 2)

$\vec{P}$: 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 :

$$P_z + T_z = m.a_z$$

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

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

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

1-3- تحديد قيمة K :

حسب تعبير الدور الخاص T_0 :

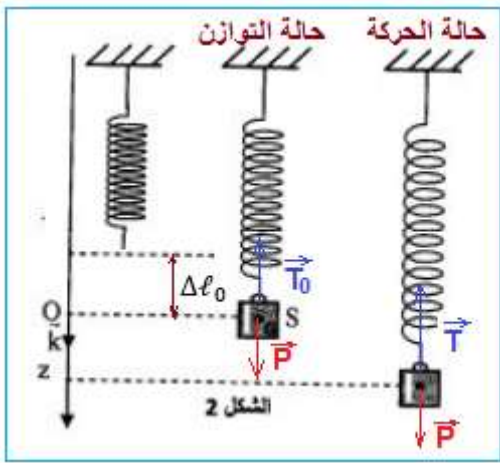
$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \Rightarrow T_0^2 = 4\pi^2\frac{m}{K} \Rightarrow K = 4\pi^2\frac{m}{T_0^2}$$

مبيانيا الدور الخاص هو : $T_0 = 0,4 \text{ s}$

$$K = 4 \times 10 \times \frac{0,2}{0,4^2} = 50 \text{ N.m}^{-1}$$

تحديد V_{0z} :

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



الاشتقاق يعطي : $v_z = -\frac{2\pi}{T_0} \cdot z_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$ عند $t = 0$ السرعة هي : $v_{0z} = -\frac{2\pi}{T_0} \cdot z_0 \sin\varphi$

حسب الشكل 3 : $z_0 = 4\text{ cm}$

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

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

$$v_{0z} = -\frac{2\pi}{T_0} \cdot z_0 \sin\varphi < 0 \xrightarrow{\varphi = \frac{\pi}{3}} v_{0z} = -\frac{2\pi}{T_0} \cdot z_0 \sin\frac{\pi}{3} \Rightarrow v_{0z} = -\frac{2\pi}{0,4} \times 4 \cdot 10^{-2} \times \sin\frac{\pi}{3}$$

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

2- الاحتكاكات غير مهمة

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

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

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

$$E_{pp} = -mgz \quad \text{إذن} \quad C = 0 \Leftarrow E_{pp} = 0 \Rightarrow z = 0$$

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

$$E_{pe} = \frac{1}{2}K \cdot (\Delta\ell_0 + z)^2 \Leftarrow C' = 0 \quad \text{أي} \quad (E_{pe} = \frac{1}{2}K \cdot (\Delta\ell_0 - \Delta\ell_0)^2 + C' = 0$$

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

بما أن : $mg = K \cdot \Delta\ell_0$

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

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

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

$$t_1 = 0 \text{ و } t_2 = 0$$

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

عندما تكون طاقة الوضع قصوى تكون الطاقة الحركية منعدمة والعكس صحيح .

عند اللحظة $t_1 = 0$ لدينا :

$$v_z(0) = 0 \text{ و } z(0) = 3\text{cm}$$

عند اللحظة $t_2 = 0,4\text{ s}$ لدينا :

$$v_z(t_2) = 0 \text{ و } z(t_2) = 2,2\text{cm}$$

$$\Delta E_m = \Delta E_p + \Delta E_c = E_{pp2} - E_{pp1} + \underbrace{E_{c2}}_{=0} - \underbrace{E_{c1}}_{=0}$$

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

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

$$\Delta E_m = \frac{1}{2} \times 50 \times [(2,2 \cdot 10^{-2})^2 - (3 \cdot 10^{-2})^2] \Rightarrow \Delta E_m = 1,04 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

