



الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة الاستدراكية 2016
- الموضوع -

RS30

ⵜⴰⵎⴰⴳⴷⴰⵢⵜ ⵏ ⵓⵏⵓⵔ ⵏ ⵓⵎⵓⵔ
 ⵜⴰⵎⴰⴳⴷⴰⵢⵜ ⵏ ⵓⵏⵓⵔ ⵏ ⵓⵎⵓⵔ
 ⵏ ⵓⵏⵓⵔ ⵏ ⵓⵎⵓⵔ



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 الألومنيوم - 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 الألومنيوم - 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

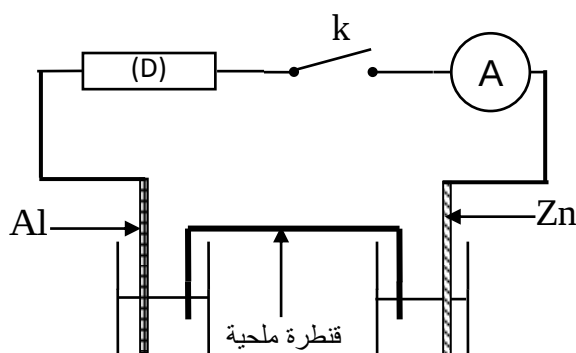
كأس آخر تحتوي على الحجم $V = 100 \text{ mL}$ من محلول مائي لكبريتات الزنك $\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+} + \text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-}$ تركيزه المولي البدئي

$C_2 = [\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+}]_0 = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ؛ نوصل المحلولين بقطرة ملحية. 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_{ri} 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 : $\text{pK}_{\text{A}1}(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} / \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^{-}) = 4,2$ ؛ $\text{pK}_{\text{A}2}(\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^{-}) = 4,8$ ،

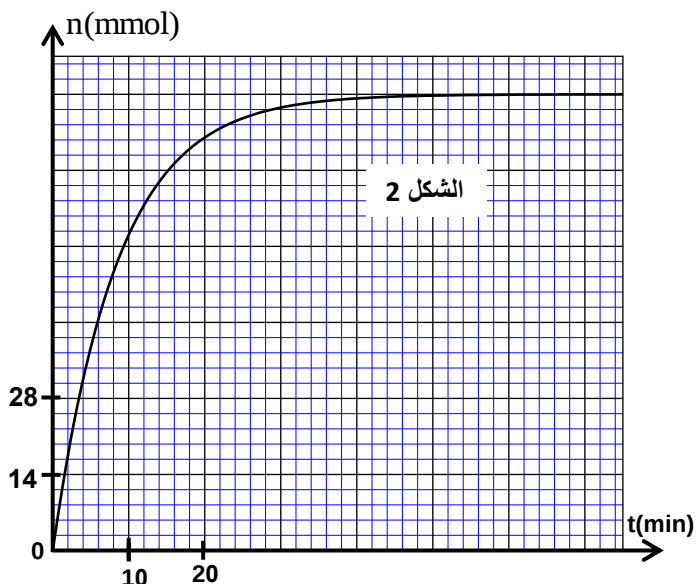
• الكتلة الحجمية للميثانول : $\rho = 0,8 \text{ g.mL}^{-1}$ ،

• 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 حوجلة 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 $K=0,25$. 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

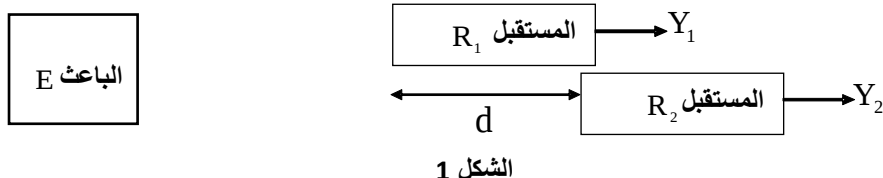
الفيزياء (13 نقطة)

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.

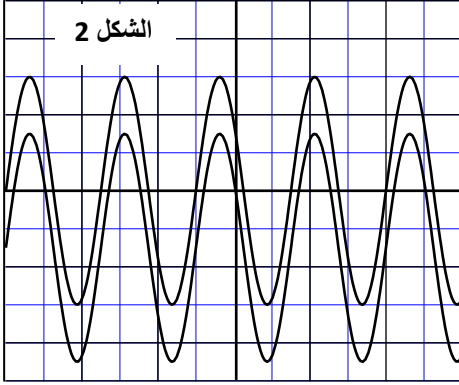
1- تحديد سرعة انتشار موجة فوق صوتية في الهواء

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 .



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

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.

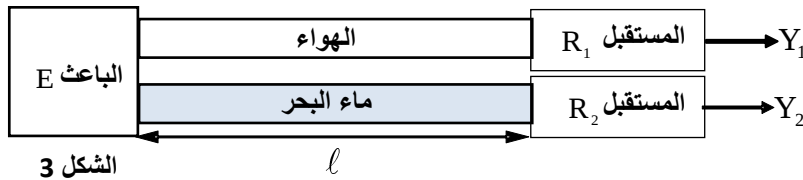
0,5

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 .

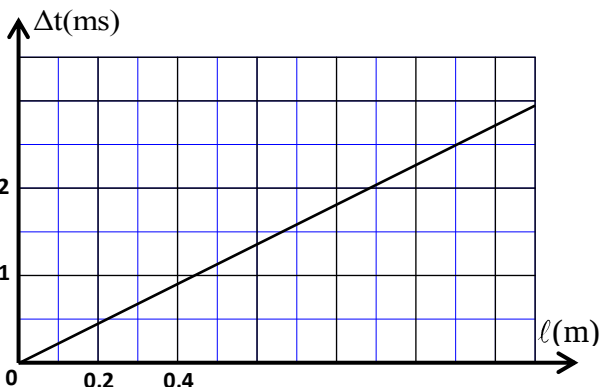
2-1- عبر عن Δt بدلالة l و V_a و V_e سرعة انتشار الموجة

0,5

في ماء البحر.

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

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

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

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 ،

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

1-4-2 بين أن $C_1 = 4 \mu F$.

2- دراسة التذبذبات الكهربائية في الدارة LC

عندما يتحقق النظام الدائم، نؤرجح القاطع K إلى الموضع

(2) عند لحظة نتخذها أصلا جديدا للتواريخ $(t = 0)$.

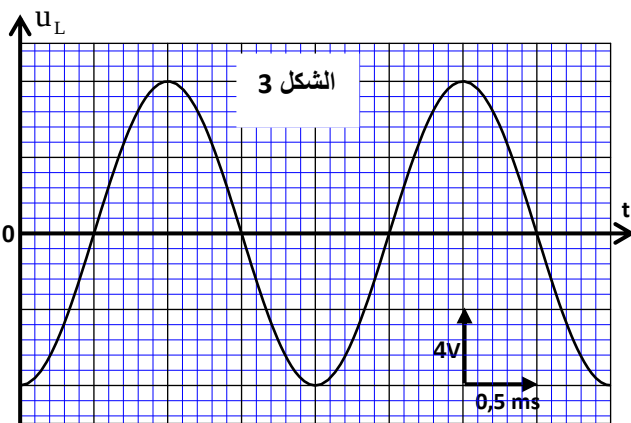
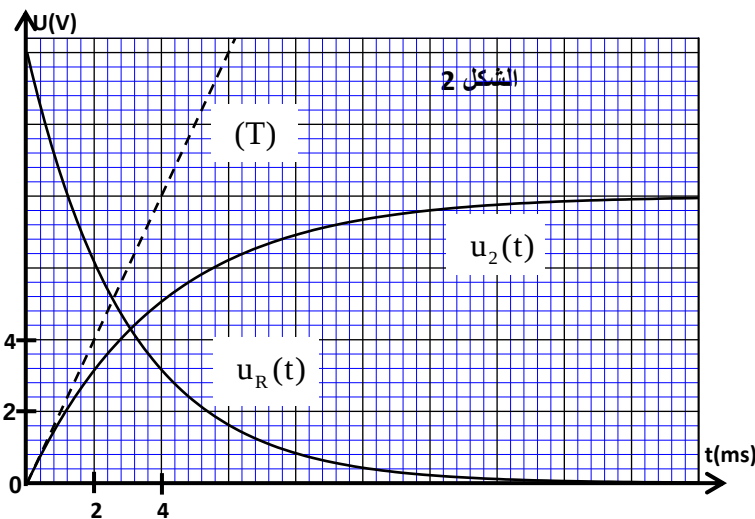
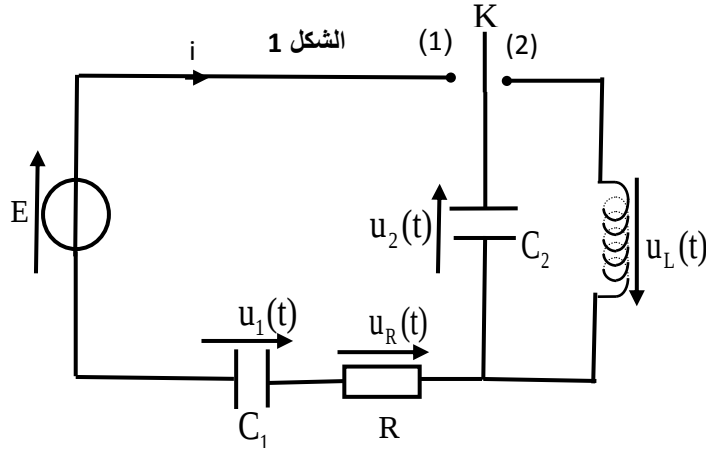
2-1 بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر

$$\frac{d^2 u_L(t)}{dt^2} + \frac{1}{LC_2} u_L(t) = 0$$

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

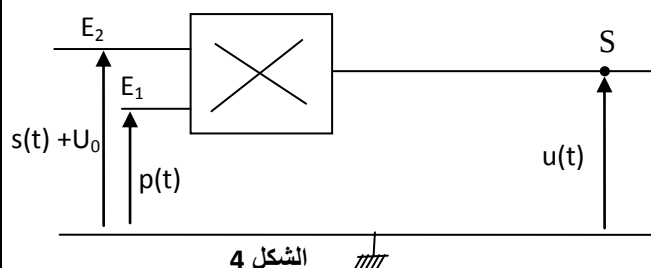
2-2-1 حدد الطاقة الكلية E_t للدارة.

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



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:

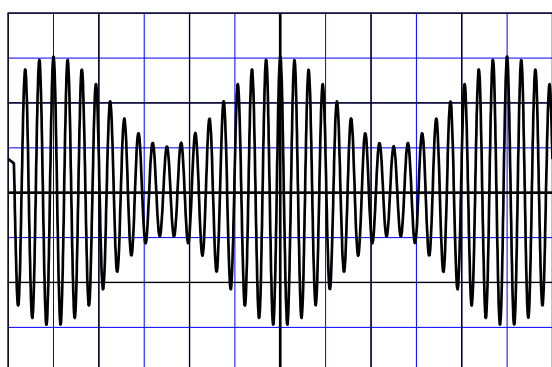
$$u(t) = A \left[\frac{m}{S_m} s(t) + 1 \right] \cdot \cos(2\pi f_p t)$$

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 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

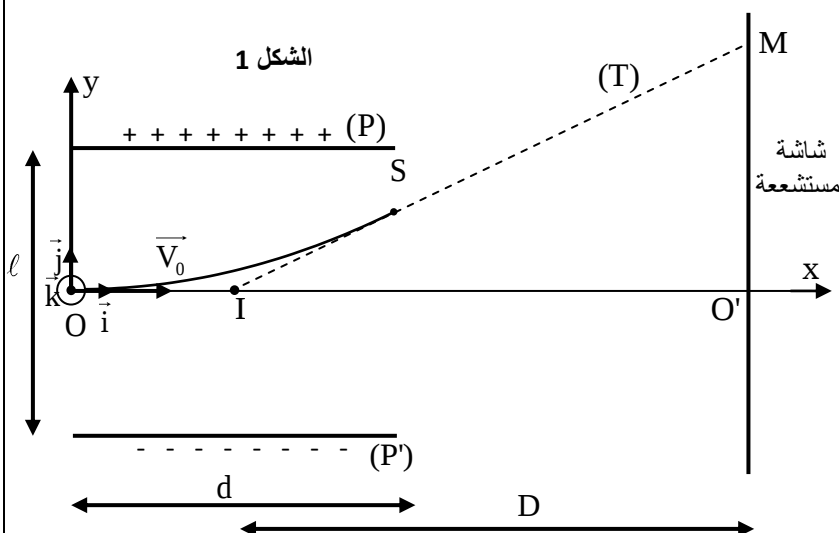
الميكانيك (5,5 نقط)

الجزء الأول: دراسة تأثير مجال كهرساكن منتظم ومجال مغنطيسي منتظم على حزمة إلكترونات
درس العالم الانجليزي ج. ج. تومسون (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 مهم.

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 $\vec{E}$ أحدث بواسطة صفيحتين فلزيتين (P) و (P') متعامدتين مع المستوى (xOy) و تفصل بينهما المسافة ℓ (الشكل 1).



الشكل 1

نرمز ب U لفرق الجهد بين (P) و (P') بحيث $U = V_p - V_{p'}$ و 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

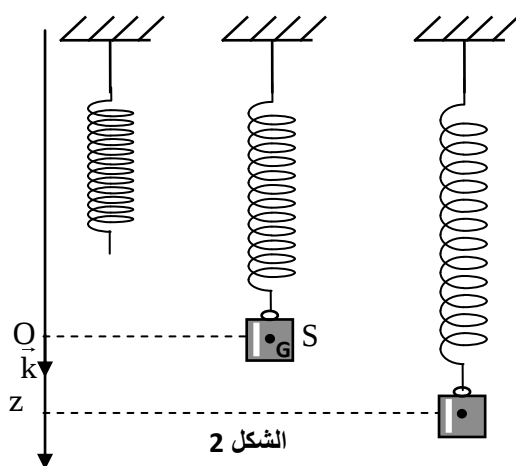
نختارها أصلا للتواريخ $(t = 0)$ بسرعة بدئية $\vec{V}_0 = V_0 \vec{k}$.

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



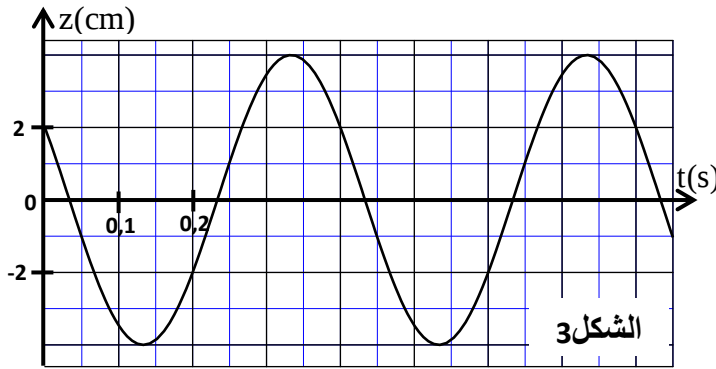
1

1-3- يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على

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

الدور الخاص للمتذبذب .

حدد قيمة كل من K و V_{0z} .



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 $t_2 = 0,4$ s.

