



5	المعامل:	الفيزياء والكيمياء	المادة:
3 س	مدة الإنجاز:	شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض ومسلك العلوم الزراعية وشعبة العلوم والتكنولوجيات بمسلكها	الشعب(ة):

◀ يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية غير القابلة للبرمجة

◀ تعطى التعابير الحرفية قبل إنجاز التطبيقات العددية

يتضمن الموضوع أربعة تمارين : تمرين في الكيمياء وثلاثة تمارين في الفيزياء

▪ الكيمياء : دراسة تفاعل الأسترة (7 نقط)

▪ الفيزياء (13 نقطة)

○ التمرين 1 : دراسة موجة صوتية وموجة ضوئية (3 نقط)

○ التمرين 2 : - ثنائي القطب RL

- التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية (4,5 نقط)

○ التمرين 3 : المجموعة المتذبذبة {جسم صلب - نابض} (5,5 نقط)

الموضوع

التنقيط

الكيمياء (7 نقط)

تحتوي الفواكه على أنواع كيميائية عضوية ذات نكهات متميزة تنتمي لمجموعة الإسترات. تستعمل هذه الإسترات كنكهات في الصناعة الغذائية، ونظرا لقلّة نسبها في الفواكه يتم اللجوء إلى تصنيعها. لتتبع التطور الزمني لتكون إستر E انطلاقا من حمض الإيثانويك CH_3COOH والبروبان -1- أول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ، نحضر سبعة دوارق مرقمة من 1 إلى 7 ونضع عند اللحظة $t=0$ ، وعند درجة حرارة ثابتة في كل دورق، $n_1 = 1 \text{ mol}$ من حمض الإيثانويك، و $n_2 = 1 \text{ mol}$ من البروبان -1- أول. نعاير تباعا على رأس كل ساعة الحمض المتبقي في المجموعة الكيميائية مما يمكن من تتبع تطور كمية مادة الإستر E المتكون.

1. تفاعل الأسترة

1.1. أكتب، باستعمال الصيغ نصف المنشورة، معادلة تفاعل الأسترة الحاصل. سم الإستر E. 0,75

2.1. أنشئ الجدول الوصفي لتفاعل الأسترة. 1

2. معايرة الحمض المتبقي في الدورق رقم 1

عند اللحظة $t = 1 \text{ h}$ ، نسكب محتوى الدورق في حوض معايرة، ثم نضيف إليه الماء المقطر المتلج للحصول على $V_0 = 100 \text{ mL}$ من خليط (S). نأخذ من (S) حجما $V_1 = 5 \text{ mL}$ ونصبه في كأس لمعايرة

الحمض المتبقي بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$ تركيزه المولي

$C_B = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$. يكون حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف عند التكافؤ هو $V_{B,E} = 28,4 \text{ mL}$.

1.2. أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل حمض - قاعدة الحاصل أثناء المعايرة. 0,5

2.2. بين أن كمية مادة الحمض المتبقي في الدورق هي $n_a = 0,568 \text{ mol}$. 0,5

3.2. إستنتج كمية مادة الإستر E المتكون. 0,5

3. التطور الزمني لتفاعل الأسترة

مكنك معايرة المحاليل الموجودة في الدوارق السبع من خط منحنى تطور تقدم التفاعل بدلالة الزمن (انظر الشكل جانبه).

1.3. أعط تعبير السرعة الحجمية v لتفاعل 0,5

الأسترة، وأحسب قيمتها بالوحدة $\text{mol.L}^{-1}.\text{h}^{-1}$ عند $t=0$ علما أن حجم المجموعة الكيميائية هو $V = 132,7 \text{ mL}$.

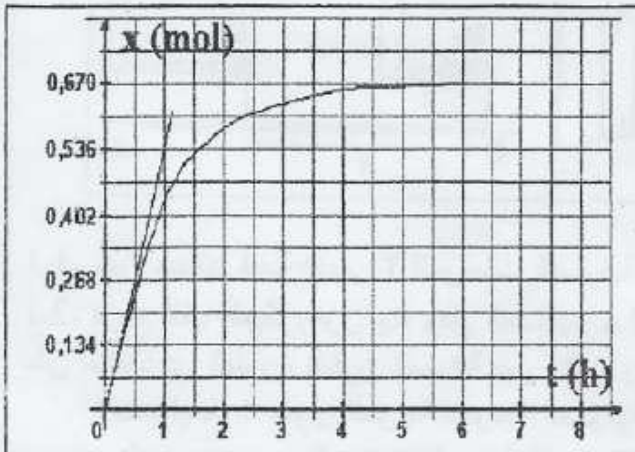
2.3. أنكر عاملا يمكن من الزيادة في السرعة 0,25

الحجمية للتفاعل دون تغيير الحالة النهائية للمجموعة.

3.3. عين قيمة زمن نصف التفاعل. 0,5

4.3. أحسب قيمة r مردود التفاعل. 0,5

5.3. أوجد قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بتفاعل الأسترة. 0,5



4. التحكم في الحالة النهائية للمجموعة الكيميائية

نضيف $n = 1 \text{ mol}$ من حمض الإيثانويك إلى المجموعة الكيميائية الموجودة في الحالة التوازنية، فنحصل على حالة بدئية جديدة.

1.4. أحسب قيمة خارج التفاعل Q_r في الحالة البدئية الجديدة. استنتج منحى تطور المجموعة الكيميائية. 0,75

2.4. تحقق أن قيمة x'_{eq} تقدم التفاعل في حالة التوازن الجديد هي $x'_{eq} = 0,845 \text{ mol}$. 0,5

3.4. استنتج قيمة المردود الجديد r' للتفاعل. 0,25

الفيزياء (13 نقطة)

التمرين 1 (3 نقط) : دراسة موجة صوتية وموجة ضوئية

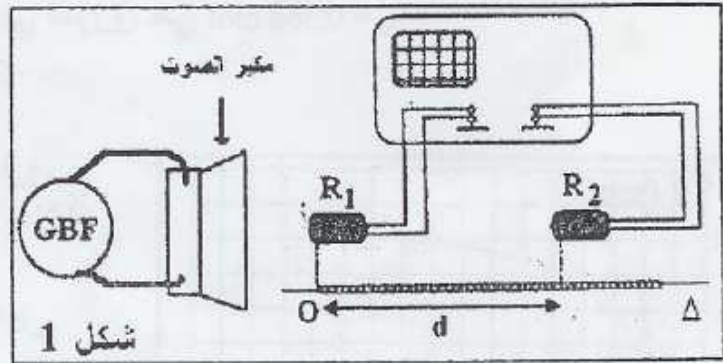
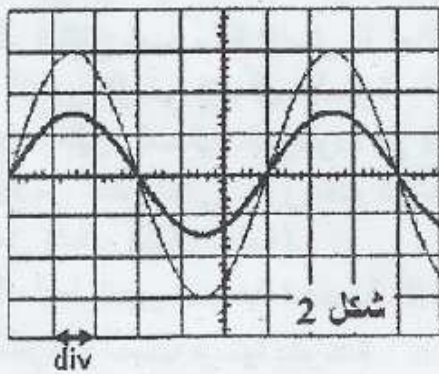
خلال حصص للأشغال التطبيقية قام أستاذ رفقة تلاميذه بتحديد سرعة انتشار الصوت داخل قاعة الدرس وتعيين طول الموجة لموجة صوتية.

1. التعيين التجريبي لسرعة انتشار الصوت

لتحديد سرعة انتشار الموجات الصوتية في الهواء، تم إنجاز التركيب التجريبي الممثل في الشكل (1)، حيث الميكروفونان R_1 و R_2 تفصل بينهما مسافة d .

يمثل الرسمان التذبذبان الممثلان في الشكل (2) تغيرات التوتر بين مربطي كل ميكروفون بالنسبة للمسافة $d_1 = 41 \text{ cm}$.

الحساسية الأفقية للمدخلين هي $0,1 \text{ ms/div}$.



1.1. عين مبيانيا قيمة الدور T للموجات الصوتية المنبعثة من مكبر الصوت. 0,5

2.1. نزح أفقيا الميكروفون R_2 وفق المستقيم Δ إلى أن يصبح الرسمان التذبذبان من جديد ولأول مرة 1

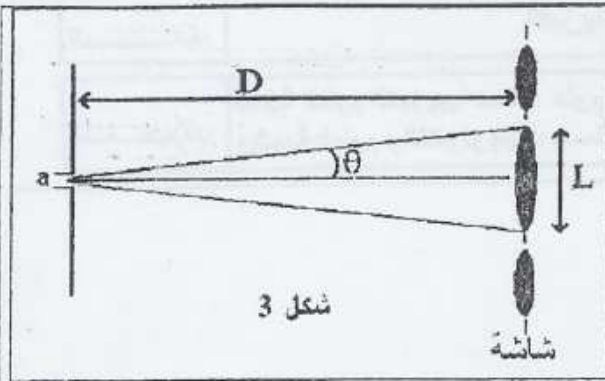
على توافق في الطور، فتكون المسافة بين R_1 و R_2 هي $d_2 = 61,5 \text{ cm}$.
أ. حدد قيمة λ طول الموجة للصوتية.

ب. أحسب v سرعة انتشار الموجة الصوتية في الهواء.

2. التعيين التجريبي لطول الموجة لموجة ضوئية

لتحديد طول الموجة λ لموجة ضوئية، تمت إضاءة شق عرضه $a = 5.10^{-5} \text{ m}$ بواسطة حزمة ضوئية أحادية اللون. يلاحظ على شاشة توجد على مسافة $D = 3 \text{ m}$ من الشق تكون بقع ضوئية (شكل 3).

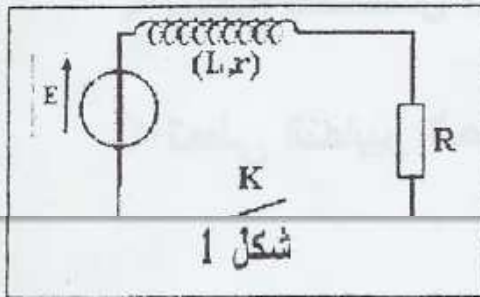
أعطى قياس عرض البقعة المركزية القيمة $L = 7,6.10^{-2} \text{ m}$.



شكل 3

- 1.2. سم الظاهرة التي تبرزها هذه التجربة. 0,5
2.2. عبر بدلالة L و D عن الفرق الزاوي θ بين وسط
الهدب المركزي وأول هدب مظلم.
تأخذ $\tan \theta \approx \theta$ (rad).
3.2. احسب λ . 0,75

التمرين 2 (4,5 نقط): ثنائي القطب RL – التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية
الجزءان 1 و 2 مستقلان

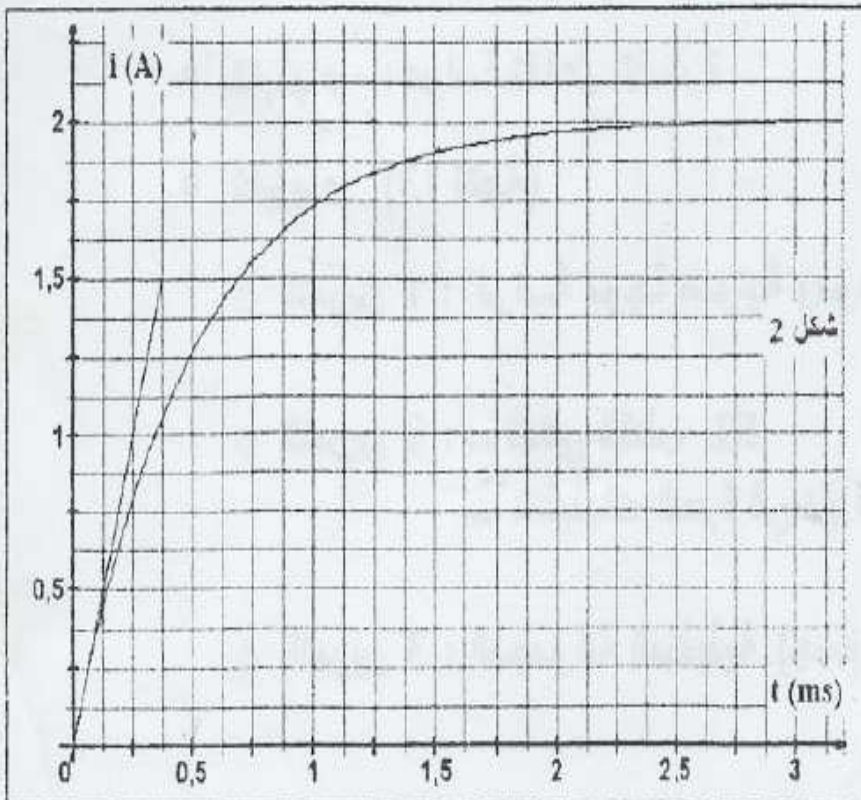


شكل 1

1. استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر صاعدة
يشغل محرك السيارات الذي يستخدم البنزين (Essence) ،
بفضل شرارات تحدث على مستوى الشمعات (bougies). يرتبط
تكون الشرارات بفتح دارة كهربائية تحتوي أساسا على
يمثل الشكل (1) النموذج المبسط لهذه الدارة حيث R المقاومة
الكلية لباقي عناصر الدارة.

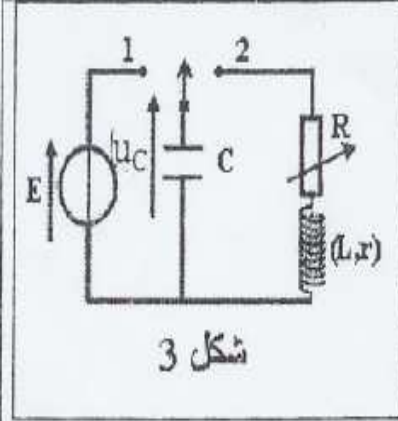
معطيات :

القوة الكهرومحرركة للبطارية $E = 12V$. المقاومة الكلية لباقي عناصر الدارة $R = 5,5\Omega$.
نغلق قاطع التيار K عند اللحظة $t = 0$. يمثل منحني الشكل (2) تغيرات شدة التيار الكهربائي المار في
الدارة بدلالة الزمن.



شكل 2

- 1.1. أثبت المعادلة التفاضلية 0,75
التي تحققها شدة التيار المار في
الدارة.
2.1. حل المعادلة التفاضلية هو 0,5
 $i(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$. أوجد تعبير
كل من A و τ .
3.1. ما تأثير الوشيعنة على إقامة 0,25
التيار عند غلق الدارة ؟
4.1. عين مبيانيا قيمة ثابتة 0,5
الزمن τ .
5.1. حدد قيمة كل من L و r. 0,5

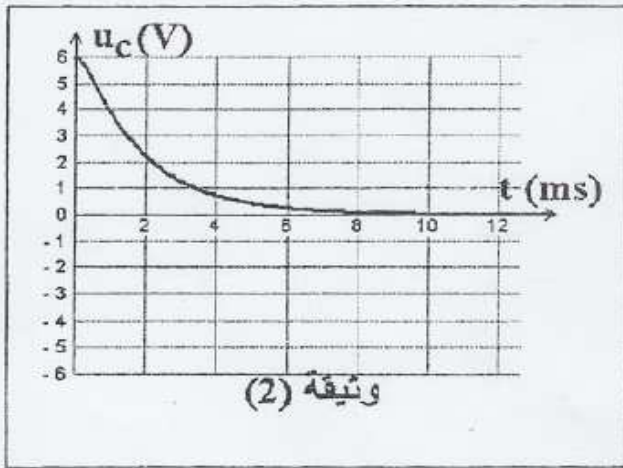


شكل 3

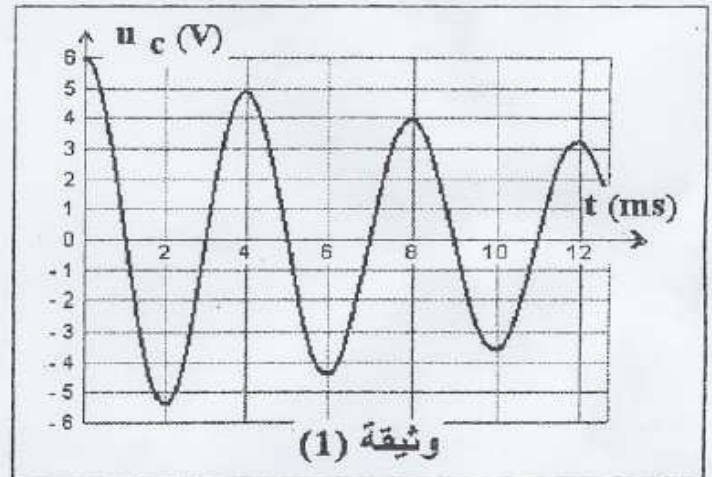
2. التذبذبات الحرة في دائرة RLC متوالية

لدراسة التذبذبات الكهربائية الحرة، ننجز التركيب الممثل في الشكل (3)، والمتكون من وشيعة معامل تحريضها $L = 0,1H$ ومقاومتها r وموصل أومي مقاومته R قابلة للضبط ومكثف سعته C ومولد قوته الكهربائية E .

نشحن المكثف ثم نؤرجح قاطع التيار عند اللحظة $t=0$ إلى الموضع 2. تمثل الوثيقتان (1) و (2) أسفله تغيرات التوتر u_C بين مربطي المكثف بدلالة الزمن بالنسبة لقيمتين مختلفتين للمقاومة R .



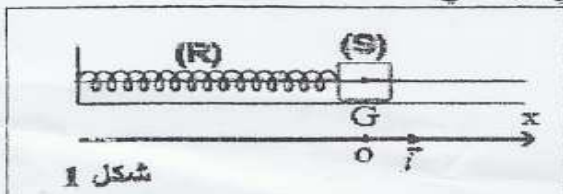
وثيقة (2)



وثيقة (1)

- 1.2. اقرن بكل وثيقة نظام التذبذبات الموافق.
- 2.2. حدد قيمة T شبه دور التذبذبات.
- 3.2. نعتبر أن شبه الدور T يقارب الدور الخاص T_0 للتذبذبات الكهربائية الحرة غير المخمدة. استنتج قيمة C .
- 4.2. حدد في حالة الوثيقة (1) قيمة الطاقة الكهربائية المبددة بمفعول جول في الدارة بين اللحظتين $t=0$ و $t_1 = 8ms$.

التمرين 3 (5,5 نقط) : دراسة المجموعة المتذبذبة {جسم صلب - نابض} تحدث الزلازل اهتزازات أرضية تنتشر في جميع الاتجاهات يمكن تسجيلها بواسطة جهاز يدعى مسجل الهزات الأرضية (Sismographe). يؤدي مسجل الهزات وظيفته وفق مبدأ المتذبذب {جسم صلب - نابض}، الذي يمكن أن يكون في وضع رأسي أو أفقي.



شكل 1

سنهتم في هذا التمرين بدراسة المجموعة المتذبذبة {جسم صلب - نابض أفقي}.
نثبت بطرف نابض (R) لفاته غير متصلة وكتلته مهملة وصلابته K ، جسما صلبا (S) مركز قصوره G وكتلته $m = 92g$. الجسم (S) قابل للانزلاق على مستوى أفقي. لدراسة حركة مركز القصور G للجسم (S) نختار معلما (O, \vec{i}) . عند التوازن يكون أقصول G متعدما (شكل 1).

1. دراسة المجموعة المتذبذبة في حالة إهمال الاحتكاكات

نزح الجسم (S) أفقيا عن موضع توازنه في المنحنى الموجب بالمسافة $X_m = 4\text{cm}$ ونحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t = 0$.

1.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفعال x لمركز القصور G . استنتج طبيعة حركة الجسم (S).

1,5

1.2. أحسب صلابة النابض علما أن الدور الخاص للمجموعة المتذبذبة هو $T_0 = 0,6\text{ s}$.

0,75

3.1. أكتب المعادلة الزمنية للحركة.

0,75

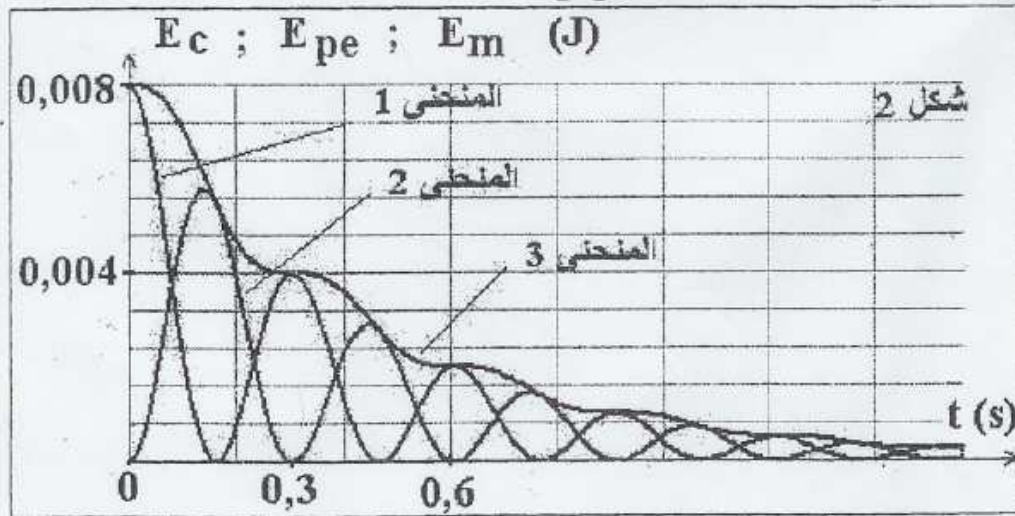
4.1. حدد منحنى وشدة قوة الارتداد \vec{F} المطبقة من طرف النابض على الجسم (S) عند اللحظة $t_1 = 0,3\text{ s}$.

0,75

2. الدراسة الطاقية للمجموعة المتذبذبة

نختار الحالة التي يكون فيها النابض غير مشوه مرجعا لطاقة الوضع المرنة، والمستوى الأفقي الذي يشمل مركز القصور G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية. نعتبر عند أصل التواريخ أن أفعال مركز قصور الجسم هو $+X_m$.

تمثل الوثيقة المبينة في الشكل (2) تغيرات الطاقة الحركية E_c وطاقة الوضع المرنة E_{pe} والطاقة الميكانيكية E_m للمجموعة المتذبذبة بدلالة الزمن.



1.2. عين، معللا جوابك، المنحنى الممثل لكل من E_m و E_{pe} .

0,5

2.2. فسر تناقص الطاقة الميكانيكية E_m .

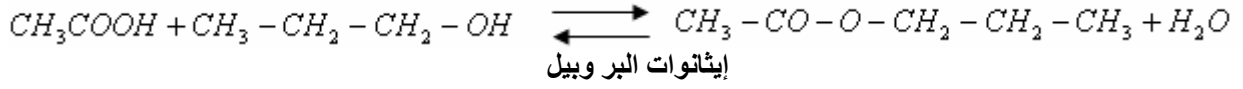
0,5

3.2. أوجد قيمة شغل القوة المطبقة من طرف النابض على الجسم (S) بين اللحظتين $t = 0$ و $t_1 = 0,3\text{ s}$.

0,75

موضوع الكيمياء :

(1-1)



(2-1)

$CH_3COOH + CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH \rightleftharpoons CH_3 - CO - O - CH_2 - CH_2 - CH_3 + H_2O$				الحالات
كميات المادة بالمول				الحالة البدئية
1	1	0	0	
$1 - x_f$	$1 - x_f$	x_f	x_f	الحالة النهائية



(2-2) كمية مادة الحمض المتبقى في الحجم $V_1 = 5mL$:

$$c_a = \frac{c_B \cdot V_{B_E}}{V_a} = \frac{1mol/L \cdot 28,4 \cdot 10^{-3}L}{5 \cdot 10^{-3}L} = 5,68mol/L \quad \text{ومنه} \quad C_a \cdot V_a = C_B \cdot V_{B_E} \quad \text{من خلال علاقة التكافؤ:}$$

$$n_a = c_a \cdot V_o = 5,68mol/L \cdot 0,1L = 0,568mol \quad \text{ولدينا}$$

(3-2) من خلال جدول التقدم يتضح أن كمية مادة الإستر المكون = كمية مادة الحمض المتفاعل. (وهي كمية مادة الحمض البدئية ناقص كمية مادة الحمض المتبقية).

$$n_{ester} = 1 - n_a = 1 - 0,568 = 0,432mol$$

(3-3) (1-3) تعبير السرعة اللحظية لتفاعل الاسترة: $v = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_B - x_0}{t_B - t_0} = \frac{0,536 - 0}{1 - 0} = 0,536mol/h \quad \text{مبيانيا}$$

$$v = \frac{1}{132,7 \times 10^{-3}L} \times 0,536mol/h \approx 4mol \cdot L^{-1} \cdot h^{-1}$$

(2-3) درجة الحرارة أو الحفاز .

$$t_{1/2} = 0,75h \quad \text{مبيانيا} \quad t_{1/2} \text{ توافق} \quad \frac{x_{max}}{2} = \frac{0,67}{2} = 0,335mol \quad \text{نحصل على:} \quad (3-3)$$

$$r = \frac{x_f}{x_0} = \frac{0,67mol}{1mol} = 0,67 = 67\% \quad \text{مردود التفاعل:} \quad (4-3)$$

(5-3)

من خلال المنحنى الذي يمثل تغيرات تقدم التفاعل بدلالة الزمن ، نلاحظ أن قيمة التقدم عند نهاية التفاعل تساوي : $x_f = 0,67mol$

$CH_3COOH + CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH \rightleftharpoons CH_3 - CO - O - CH_2 - CH_2 - CH_3 + H_2O$				الحالات
كميات المادة بالمول				الحالة البدئية
1	1	0	0	
0,33	0,33	0,67	0,67	الحالة النهائية

ثابتة التوازن المقرونة بتفاعل الأسترة :

$$K = \frac{[ester] \times [eau]}{[acide] \times [alcool]} = \frac{\frac{x_f}{V} \times \frac{x_f}{V}}{\frac{1-x_f}{V} \times \frac{1-x_f}{V}} = \frac{x_f^2}{(1-x_f)^2} = \frac{0,67^2}{0,33^2} \approx 4$$

(4-1) عند إضافة 1 المول من حمض الإيثانوك إلى المجموعة الكيميائية الموجودة في الحالة البدنية السابقة، نحصل على الحالة البدنية الجديدة التالية:

$CH_3COOH + CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH \rightleftharpoons CH_3 - CO - O - CH_2 - CH_2 - CH_3 + H_2O$				الحالات
كميات المادة بالمول				الحالة
2	1	0	0	البدنية الجديدة

وبذلك يكون خارج التفاعل في الحالة البدنية الجديدة :

ولدينا ، ثابتة التوازن $K = 4$

$$Q'_{r,i} = \frac{[ester] \times [eau]}{[acide] \times [alcohol]} = 0$$

$$Q'_{r,i} < K \Leftarrow \text{المجموعة الكيميائية تتطور في المنحى المباشر.}$$

(2-4) بما أن المجموعة الكيميائية تتطور في المنحى المباشر ، جدول التقدم هو كما يلي :

$CH_3COOH + CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH \rightleftharpoons CH_3 - CO - O - CH_2 - CH_2 - CH_3 + H_2O$				الحالات
كميات المادة بالمول				الحالة البدنية الجديدة
2	1	0	0	الحالة النهائية
$2 - x'_f$	$1 - x'_f$	x'_f	x'_f	

لنتحقق من كون تقدم التفاعل في حالة التوازن الجديدة هو : $x'_f = 0,845 \text{ mol}$

$$Q'_{r,i} = \frac{[ester] \times [eau]}{[acide] \times [alcohol]} = \frac{x'^2_f}{(1 - x'_f) \cdot (2 - x'_f)} = \frac{0,845^2}{(1 - 0,845) \cdot (2 - 0,845)} = \frac{0,714}{0,155 \times 1,155} \approx 4$$

الفيزياء

التمرين الأول: دراسة موجة صوتية وموجة ضوئية:

$$(1-1) \text{ (1) الدور : } T = 6 \text{ div} \times 0,1 \text{ ms} / \text{div} = 0,6 \text{ ms}$$

$$(2-1) \text{ (أ) طول الموجة الصوتية: } \lambda = d_2 - d_1 = 61,5 - 41 = 20,5 \text{ cm} = 20,5 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$(ب) \text{ سرعة انتشار الموجة الصوتية : } v = \frac{\lambda}{T} = \frac{20,5 \times 10^{-2} \text{ m}}{0,6 \times 10^{-3} \text{ s}} \approx 342 \text{ m/s}$$

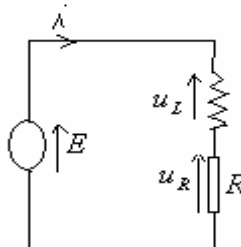
(2-2) (1) الظاهرة التي تبرزها التجربة هي ظاهرة حيود الضوء بواسطة شق.

$$(2-2) \theta = \frac{L}{2.D}$$

$$(3-2) \text{ لدينا : } \lambda = \frac{L \times a}{2.D} = \frac{7,6 \times 10^{-2} \text{ m} \times 5 \times 10^{-5} \text{ m}}{2 \times 3 \text{ m}} = 633 \times 10^{-9} \text{ m} = 633 \text{ nm} \Leftarrow \frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2.D}$$

التمرين الثاني: ثنائي القطب RL

(1-1) (1) حسب قانون إضافية التوترات : لدينا $u_L + u_R = E$



$$r.i + L \frac{di}{dt} + R.i = E$$

المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار: $L \frac{di}{dt} + (R+r)i = E$

$$R_t = R+r \quad \text{مع} \quad L \frac{di}{dt} + R_t.i = E$$

(2-1) حل المعادلة التفاضلية هو: $i = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

$$\text{إذن: } \frac{di}{dt} = \frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

بالتعويض في المعادلة التفاضلية نحصل على:

$$L \frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + R_t.A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = E$$

$$\text{أي: } L \frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} - R_t.A e^{-\frac{t}{\tau}} = E - A.R_t$$

$$\begin{cases} \tau = \frac{L}{R_t} \\ A = \frac{E}{R_t} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{L}{\tau} - R_t = 0 \\ E - R_t.A = 0 \end{cases} \Leftrightarrow A e^{-\frac{t}{\tau}} \left(\frac{L}{\tau} - R_t \right) = E - R_t.A$$

$$(1) i(t) = \frac{E}{(R+r)} (1 - e^{-\frac{t}{L(R+r)}}) \quad \text{ومنه:}$$

(3-1) الوشيجة تؤخر إقامة التيار الكهربائي في الدارة عند إغلاق قاطع التيار.

$$(4-1) \text{ مبيانيا: } \tau = 0,5ms$$

(5-1) من خلال العلاقة (1) عندما تؤول t إلى $+\infty$: $e^{-\frac{t}{L(R+r)}} \rightarrow 0$ وشدة التيار: $i = \frac{E}{R+r}$

ومن خلال المنحنى الذي يمثل تغيرات شدة التيار بدلالة الزمن: هذه الشدة تساوي $2A$

$$\text{إذن: } 2 = \frac{E}{R+r} \Leftrightarrow \frac{E}{2} = R+r \Leftrightarrow r = \frac{E}{2} - R = 6 - 5,5 = 0,5\Omega$$

$$L = \tau(R+r) = 0,5 \times 10^{-3} \times 6 = 3 \times 10^{-3} H \quad \Leftrightarrow \quad \tau = \frac{L}{R+r}$$

(2) التذبذبات الحرة:

نظام شبه دوري .

الوثيقة 1 ← نظام شبه دوري .

الوثيقة 2 ← نظام لا دوري .

(1-2)

(2-2) شبه الدور: $T = 4ms$

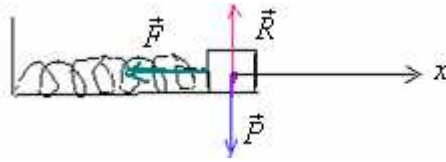
(3-2) الدور الخاص للتذبذبات الكهربائية الغير مخمدة: $T_0 = 2\pi\sqrt{L.c}$ مع $T_0 = T = 4ms$

$$c = \frac{T_0^2}{4\pi^2.L} = \frac{(4 \times 10^{-3})^2}{4\pi^2 \times 3.10^{-3}} \approx 1,35 \times 10^{-4} F \quad \Leftrightarrow \quad T_0^2 = 4\pi^2.L.c$$

(4-2)

$$\xi = \xi_0 - \xi_3 = \frac{1}{2}.c.u_0^2 - \frac{1}{2}.c.u_3^2 = \frac{1}{2}.c(u_0^2 - u_3^2) = \frac{1}{2} \times 1,35 \times 10^{-4} (6^2 - 4^2) = 1,35 \times 10^{-3} J$$

(1-1) الجسم S يخضع خلال حركته للقوى التالية : وزنه : \vec{P} القوة المطبقة من طرف النابض \vec{F} وتأثير سطح التماس \vec{R} .



بتطبيق القانون الثاني لنيوتن : $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}_G$

$$\vec{F} = -K \cdot x \cdot \vec{i} \quad \text{ولدينا:} \quad \vec{P} + \vec{F} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}_G$$

$$\vec{P} - K \cdot x \cdot \vec{i} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}_G \quad \Leftrightarrow$$

$$0 - K \cdot x + 0 = m \cdot a_x \quad \text{: بالإسقاط على المحور } ox$$

$$m \cdot \ddot{x} + K \cdot x = 0 \quad \text{أي:}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}} \quad \text{المعادلة التفاضلية للحركة:} \quad \ddot{x} + \frac{K}{m} \cdot x = 0 \quad \text{حركة الجسم } S \text{ مستقيمة تذبذبية وجيبية نبضها الخاص:}$$

$$(2-1) \quad T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{K}{m}}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$

$$K = \frac{4\pi^2 \cdot m}{T_0^2} = \frac{4\pi^2 \times 92 \times 10^{-3}}{(0,6)^2} = 10 \text{ N/m} \quad \Leftrightarrow \quad T_0^2 = 4\pi^2 \frac{m}{K}$$

$$(3-1) \quad \text{المعادلة الزمنية للحركة:} \quad x = x_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right) = 4 \times 10^{-2} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{0,6} \cdot t + \varphi\right)$$

$$x = 4 \times 10^{-2} \cdot \cos\left(\frac{10\pi}{3} \cdot t + \varphi\right) \quad \text{أي:}$$

$$\varphi = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \cos \varphi = 1 \quad \Leftrightarrow \quad x = 4 \times 10^{-2} \text{ m} \quad , \quad t = 0: \text{ ولدينا عند اللحظة}$$

$$x = 4 \times 10^{-2} \cdot \cos \frac{10\pi}{3} \cdot t \quad \text{وبالتالي}$$

$$(4-1) \quad \text{عند اللحظة } t = 0: \quad x = 4 \cdot 10^{-2} \cos \frac{10\pi}{3} \times 0,3 = 4 \cdot 10^{-2} \cdot \cos \pi = -4 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\vec{F} = -K \cdot x \cdot \vec{i} \quad \text{قوة الإرتداد}$$

$$\vec{F} \text{ القوة } \vec{F} \text{ لها نفس منحنى } \vec{i} \quad \Leftrightarrow \quad \text{مع } x < 0$$

$$F = -K \cdot x = -10 \text{ N} \cdot m^{-1} \times (-4 \times 10^{-2} \text{ m}) = 0,4 \text{ N} \quad \text{شدتها}$$

(2) الدراسة الطاقية للمجموعة المتذبذبة:

$$(1-2) \quad \text{طاقة الوضع المرنة:} \quad E_{pe} = \frac{1}{2} K \cdot x^2$$

$$\text{عند اللحظة } t=0, \quad x = x_m \quad \Leftrightarrow \quad E_{pe} = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot (4 \cdot 10^{-2})^2 = 0,008 \text{ J} \quad \Leftrightarrow \quad \text{المنحنى (1) يمثل } E_{pe}$$

$$\text{وبما أن:} \quad E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad \text{وعند } t = 0, \quad v = 0 \quad \text{أي:} \quad E_c = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \text{المنحنى (2) يمثل } E_c$$

$$\text{في كل لحظة لدينا:} \quad E_m = E_c + E_{pe} \quad \Leftrightarrow \quad \text{المنحنى (3) يمثل } E_m$$

(2-2) يعزى تناقص الطاقة الميكانيكية إلى وجود الاحتكاك .

(3-2) شغل القوة المطبقة من طرف النابض على الجسم بين اللحظتين $t_0 = 0$ و $t_3 = 0,3 \text{ s}$ هو :

$$W\vec{F} = \frac{1}{2} K (x_0^2 - x_3^2)$$

$$\text{لدينا:} \quad x_0 = x_m = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$x_3^2 = 2 \frac{Epe_3}{K} = 2 \times \frac{0,004}{10} = 8 \times 10^{-4} \Leftrightarrow Ep_{e_3} = 0,004J \quad , \quad t = 0,3s \quad \text{ومبيانيا عند اللحظة} \quad Ep_{e_3} = \frac{1}{2} Kx_3^2 \quad \text{نعلم أن :}$$

$$WF = \frac{1}{2} K(x_0^2 - x_3^2) = \frac{1}{2} \cdot 10(16 \cdot 10^{-4} - 8 \cdot 10^{-4}) = 4 \cdot 10^{-3} J$$