الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة العادية 2017

- الموضوع -

NS 27

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي

المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

المادة	الفيزياء والكيمياء	مدة الإنجاز	3
الشعبة أو المسلك	شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض ومسلك العلوم الزراعية	المعامل	5

- يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية غير القابلة للبرمجة
- تعطى التعابير الحرفية قبل إنجاز التطبيقات العددية

يتضمن موضوع الامتحان أربعة تمارين: تمرين في الكيمياء وثلاثة تمارين في الفيزياء

- الكيمياء: تفاعل الأسترة - تفاعل مزدوجتين (قاعدة/حمض) (7 نقط)
- الفيزياء: (13 نقطة)
  - التمرين 1: الموجات الضوئية (2,5 نقط)
  - التمرين 2: الدارة المتوالية RLC (5 نقط)
  - التمرين 3: حركة جسم صلب (5,5 نقط)

Moutamadris.ma

التنقيط	الموضوع

الكيمياء (7 نقط): تفاعل الأسترة ـ تفاعل مزدوجتين (قاعدة/حمض)

الجزءان 1 و 2 مستقلان

تمكن التحولات في مجال الكيمياء من تصنيع مركبات عضوية، ودراسة محاليل مائية باعتماد طرق تجريبية مختلفة، حيث يسمح ذلك بتتبع تطور المجموعات الكيميائية وتحديد بعض المقادير المميزة.

الجزء1: تصنيع زيت النعناع (إيثانوات المنثيل)

يحتوي زيت النعناع أساسا على إيثانوات المنثيل (éthanoate de menthyle) حيث يستخدم هذا الزيت في مجال العطور، وفي علاج الكثير من الأمراض. ويمكن تصنيعه انطلاقا من كحول اسمه المنثول (menthol) وحمض كربوكسيلي (A).

يهدف هذا الجزء إلى دراسة تصنيع إيثانوات المنثيل.

معطيات:

المركب العضوي	إيثانوات المنثيل (éthanoate de menthyle)	المنثول (menthol)	الحمض الكربوكسيلي (A)
الصيغة المبسطة للمركب العضوي	$CH_3-COO-C_{10}H_{19}$	$C_{10}H_{19}-OH$	$R-COOH$

1. تصنيع إيثانوات المنثيل في المختبر

نحضر، عند اللحظة $t_0=0$ ، ثمانية (8) أنابيب اختبار مرقمة من 1 إلى 8، وندخل في كل أنبوب $n_1=0{,}10\,mol$ من الحمض الكربوكسيلي (A) و $n_2=0{,}10\,mol$ من المنثول وقطرات من حمض الكبريتيك المركز. نضع في نفس اللحظة كل الأنابيب داخل حمام مريم درجة حرارته مستقرة عند $70\,°C$ ونشغل الميقت. تمكن معايرة الحمض المتبقي في كل أنبوب تباعا على رأس مدد زمنية متتالية ومتساوية، من تحديد كمية مادة الإستر المتكون.

ننمذج تفاعل الأسترة الحاصل بين الحمض الكربوكسيلي (A) والمنثول بالمعادلة الكيميائية الآتية:

$$R-COOH(\ell)+C_{10}H_{19}-OH(\ell)\rightleftharpoons CH_3-COO-C_{10}H_{19}(\ell)+H_2O(\ell)$$

1.1. أعط مميزتي تفاعل الأسترة. — **0,5**

2.1. اعتمادا على صيغة الإستر، إستنتج الصيغة نصف المنشورة للحمض الكربوكسيلي (A). — **0,5**

3.1. ما دور حمض الكبريتيك المضاف بدئيا إلى المجموعة الكيميائية؟ — **0,25**

2. معايرة الحمض الكربوكسلي (A) المتبقي في الأنبوب رقم 1

على رأس المدة الزمنية الأولى، نخرج الأنبوب رقم 1 من حمام مريم، ونغطسه في ماء مثلج، ثم نعاير الحمض المتبقي في المجموعة الكيميائية بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $Na^+_{(aq)}+HO^-_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_B=1{,}0\,mol.L^{-1}$ وبوجود كاشف ملون مناسب. الحجم المضاف عند التكافؤ هو $V_{B,E}=68\,mL$.

1.2. أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الحاصل أثناء المعايرة والذي نعتبره كليا. — **0,5**

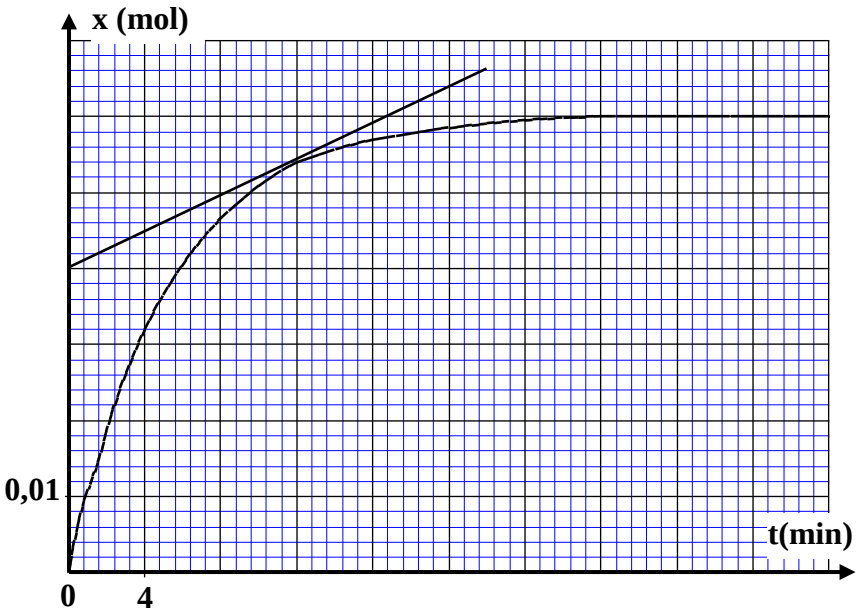
2.2. بين أن كمية مادة الحمض المتبقي في الأنبوب رقم 1 هي $n_A=6{,}8.10^{-2}\,mol$. — **0,5**

3.2. حدد قيمة كمية مادة إيثانوات المنثيل المتكون في الأنبوب رقم 1 (يمكن الاستعانة بالجدول الوصفي بالنسبة لتفاعل الأسترة المدروس). — **0,75**

Moutamadris.ma

3. تتبع التطور الزمني لكمية مادة إيثانوات المنثيل المُصنّع

مكنت معايرة الحمض المتبقي في باقي الأنابيب من خط منحنى تطور تقدم تفاعل الأسترة بدلالة الزمن (الشكل جانبه).



1 **1.3.** أحسب بالوحدة $(mol.L^{-1}.min^{-1})$ قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظتين $t_1 = 12\,min$ و $t_2 = 32\,min$ علما أن حجم المجموعة الكيميائية هو $V = 23\,mL$. فسر كيفيا تغير السرعة.

0,25 **2.3.** أذكر عاملا يمكن من الزيادة في السرعة الحجمية للتفاعل دون تغيير الحالة البدئية للمجموعة الكيميائية.

0,5 **3.3.** عين مبيانيا قيمة كل من:

أ. التقدم النهائي للتفاعل x_f ؛

ب. زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

0,5 **4.3.** أحسب قيمة r مردود هذا التصنيع.

الجزء 2: تفاعل مزدوجتين (قاعدة/حمض)

يهدف هذا الجزء إلى تحديد منحى تطور مجموعة كيميائية.

نخلط نفس الحجم V_0 من محلول مائي لحمض الإيثانويك $CH_3CO_2H_{(aq)}$ ومن محلول مائي لبنزوات الصوديوم $C_6H_5CO_{2(aq)}^- + Na_{(aq)}^+$. للمحلولين نفس التركيز المولي C_0.

معطيات:

$K_{A2} = K_A(C_6H_5CO_2H_{(aq)} / C_6H_5CO_{2(aq)}^-) = 6,3.10^{-5}$ ؛ $K_{A1} = K_A(CH_3CO_2H_{(aq)} / CH_3CO_{2(aq)}^-) = 1,8.10^{-5}$

0,5 **1.** أكتب معادلة التفاعل الحاصل بين حمض الإيثانويك وأيون البنزوات.

0,75 **2.** بين أن تعبير ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة هذا التفاعل هو $K = \frac{K_{A1}}{K_{A2}}$ ثم أحسب قيمتها.

0,5 **3.** قيمة خارج التفاعل للمجموعة الكيميائية في الحالة البدئية هي $Q_{r,i} = 1$. في أي منحى تتطور المجموعة الكيميائية؟ علل جوابك.

الفيزياء (13 نقطة)

التمرين 1 (2,5 نقط): الموجات الضوئية

تعتبر ظاهرتا حيود وتبدد الضوء من الظواهر المهمة التي نصادفها في حياتنا اليومية، حيث تمكنان من تفسير طبيعة الضوء، وتقديم معلومات حول أوساط الانتشار، وتحديد بعض المقادير المميزة.

معطى: سرعة انتشار الضوء في الفراغ $c = 3.10^8\,m.s^{-1}$

1. انتشار الضوء عبر موشور

1.1. يرد على موشور من زجاج، ضوء أحمر أحادي اللون طول موجته في الفراغ $\lambda_{0R} = 768\,nm$. معامل الانكسار للزجاج بالنسبة لهذا الضوء هو $n_R = 1,618$.

بالنسبة للسؤالين المواليين، انقل على ورقة تحريرك رقم السؤال واكتب الحرف الموافق للاقتراح الصحيح من بين ما يلي:

Moutamadris.ma

0,5 **1.1.1.** التردد υ_R للضوء الأحمر هو:

أ	$\upsilon_R = 2{,}41.10^{14}\,Hz$	ب	$\upsilon_R = 3{,}91.10^{14}\,Hz$	ج	$\upsilon_R = 2{,}41.10^{16}\,Hz$	د	$\upsilon_R = 4{,}26.10^{16}\,Hz$

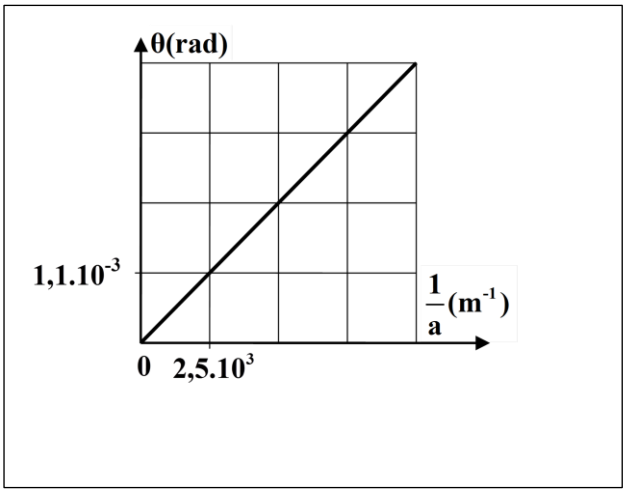
0,75 **2.1.1.** السرعة v_R لانتشار الضوء الأحمر في الزجاج هي:

أ	$v_R = 1{,}20.10^{8}\,m.s^{-1}$	ب	$v_R = 1{,}55.10^{8}\,m.s^{-1}$	ج	$v_R = 1{,}85.10^{8}\,m.s^{-1}$	د	$v_R = 1{,}90.10^{8}\,m.s^{-1}$

0,5 **2.1.** عند ورود ضوء بنفسجي أحادي اللون، طول موجته في الفراغ $\lambda_{0V} = 434\ nm$ على نفس الموشور، تكون سرعة انتشاره في الزجاج هي $v_V = 1{,}81.10^{8}\,m.s^{-1}$.
بمقارنة v_R و v_V، اِستنتج خاصية للزجاج.

0,75 **2. انتشار الضوء عبر شق**

ننجز حيود الضوء باستعمال جهاز لازر يعطي ضوءا أحادي اللون طول موجته في الهواء λ. يجتاز هذا الضوء شقا عرضه a قابلا للضبط، فنحصل على شكل للحيود على شاشة توجد على مسافة من الشق.
نقيس الفرق الزاوي θ بالنسبة لقيم مختلفة لعرض الشق a.
يعطي المنحنى جانبه تغيرات θ بدلالة $\left(\frac{1}{a}\right)$.
أُنقل على ورقة تحريرك رقم السؤال واكتب الحرف الموافق للاقتراح الصحيح من بين ما يلي:



قيمة طول الموجة هي

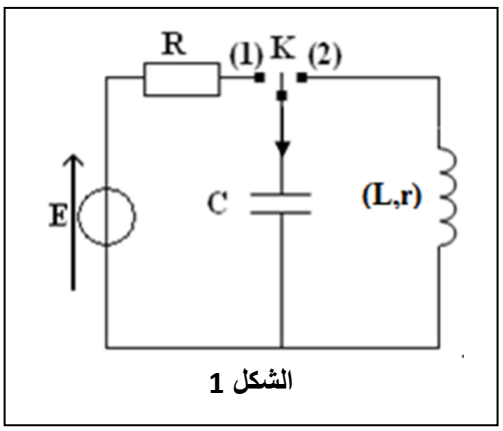
أ	$\lambda = 400\ nm$	ب	$\lambda = 440\ nm$	ج	$\lambda = 680\ nm$	د	$\lambda = 725\ nm$

التمرين 2 (5 نقط): الدارة المتوالية RLC

تحتوي مجموعة من الدارات الكهربائية والإلكترونية على مكثفات ووشيعات ويختلف تصرف هذه الدارات حسب التأثير الذي تفرضه هذه المركبات. يهدف هذا التمرين إلى دراسة دارة متوالية RLC في حالات مختلفة.

ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1 والمتكون من:

- مولد مؤمثل للتوتر قوته الكهرمحركة $E = 6V$؛
- مكثف سعته C؛
- موصل أومي مقاومته R؛
- وشيعة b معامل تحريضها L ومقاومتها r؛
- قاطع التيار K.



الشكل 1

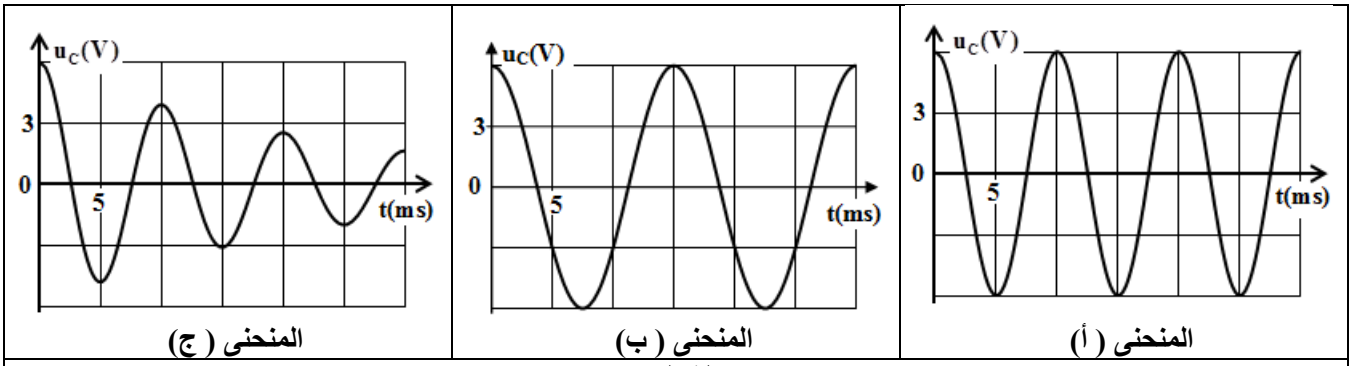
0,5 **1.** نضع قاطع التيار في الموضع (1)، فيشحن المكثف كليا، فتكون قيمة شحنته القصوى هي $Q_{max} = 1{,}32.10^{-4}\,C$.
أُحسب قيمة $\mathscr{E}_{e,max}$ الطاقة الكهربائية القصوى المخزونة في المكثف.

2. ننجز ثلاث تجارب باستعمال ثلاث وشيعات مختلفة b_1 و b_2 و b_3 ذات المميزات:

$b_1(L_1 = 260\,mH\ ;\ r_1 = 0)$ و $b_2(L_2 = 115\,mH\ ;\ r_2 = 0)$ و $b_3(L_3\ ;\ r_3 = 10\ \Omega)$

في كل تجربة نشحن المكثف كليا ثم نفرغه في إحدى الوشيعات.

تمثل منحنيات الشكل 2 تغيرات التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف.



الشكل 2

1.2. سمّ نظام التذبذبات الذي يبرزه كل من المنحنى (أ) والمنحنى (ج). **0,5**

2.2. بمقارنة أدوار التذبذبات الكهربائية، بين أن المنحنى (أ) يوافق الوشيعة b_2. **0,75**

3.2. تحقق أن $C \simeq 2,2.10^{-5}\,F$. **0,5**

3. نعتبر حالة تفريغ المكثف عبر الوشيعة $b_2(L_2 = 115\,mH\ ;\ r_2 = 0)$. في هذه الحالة تكون الدارة LC مثالية.

1.3. أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$. **0,75**

2.3. حل المعادلة التفاضلية يكتب: $u_C(t) = U_{Cmax}.\cos(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi)$.

1.2.3. أُكتب التعبير العددي للتوتر $u_c(t)$. **0,75**

2.2.3. أُحسب الطاقة الكلية للدارة LC علما أنها تنحفظ. **0,5**

4. نعتبر حالة تفريغ المكثف عبر الوشيعة $b_3(L_3\ ;\ r_3 = 10\ \Omega)$.

لصيانة التذبذبات الكهربائية في الدارة، نضيف إليها مولدا يزود الدارة بتوتر يتناسب اطرادا مع شدة التيار $u_g = k.i(t)$ حيث k ثابتة موجبة. نحصل على تذبذبات كهربائية جيبية دورها $T = 10\ ms$.

1.4. حدد قيمة k. **0,5**

2.4. اِستنتج قيمة L_3. **0,25**

التمرين 3 (5,5 نقط): حركة جسم صلب

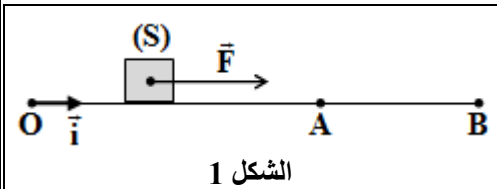
تتعدد أنواع الحركات التي تخضع لها المجموعات الميكانيكية حسب التأثيرات المطبقة عليها، حيث تمكن قوانين نيوتن من دراسة تطور هذه المجموعات.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة نوعين من هذه الحركات، وتحديد بعض المقادير المميزة لها.

1. دراسة حركة جسم صلب على مستوى أفقي

ينزلق جسم صلب (S)، مركز قصوره G وكتلته $m = 0,4\ kg$، باحتكاك فوق مستوى أفقي OAB. ننمذج الاحتكاكات بقوة $\vec{f}$ ثابتة، اتجاهها موازي للمسار ومنحاها معاكس لمنحى الحركة.

لدراسة حركة (S) نختار معلما $(O, \vec{i})$ مرتبطا بالأرض نعتبره غاليليا.



الشكل 1

1.1. يخضع الجسم (S) خلال حركته بين O و A لقوة محركة $\vec{F}$ ثابتة أفقية منحاها هو منحى الحركة (الشكل 1).

Moutamadris.ma

نعتبر لحظة انطلاق (S) من O، بدون سرعة بدئية، أصلا للتواريخ $(t_0 = 0)$.

1.1.1 (1) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت أن المعادلة التفاضلية التي يحققها x أفصول G في المعلم $(O, \vec{i})$ هي: $\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{F-f}{m}$.

2.1.1 (0,5) يمر الجسم (S) من A عند اللحظة $t_A = 2\ s$ بالسرعة $v_A = 5\ m.s^{-1}$.
أوجد قيمة التسارع a_1 لحركة G بين O و A.

2.1 ينعدم تأثير القوة $\vec{F}$ عند مرور الجسم (S) من A، فيواصل حركته ويتوقف في B.
نختار لحظة مرور (S) من A أصلا جديدا للتواريخ $(t_0 = 0)$.
يتوقف (S) في B عند اللحظة $t_B = 2,5\ s$.

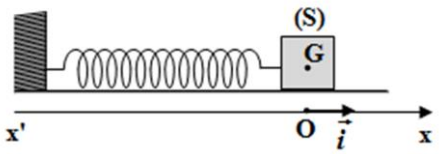
1.2.1 (0,5) بين أن القيمة الجبرية للتسارع بين A و B هي $a_2 = -2\ m.s^{-2}$.

2.2.1 (0,25) استنتج شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$.

3.1 (0,5) باعتماد النتائج المحصلة، أحسب شدة القوة المحركة $\vec{F}$.

2. دراسة حركة متذبذب

نثبت الجسم (S) السابق، ذي الكتلة $m = 0,4\ kg$، بنابض أفقي لفاته غير متصلة وكتلته مهملة وصلابته K (الشكل 2).
نزيح الجسم (S) بالمسافة X_m عن موضع توازنه، ثم نحرره بدون سرعة. نعلم موضع مركز القصور G بالأفصول x على المحور $(O, \vec{i})$ ونختار لحظة مرور G من موضع التوازن، بسرعة v_0، في المنحى الموجب أصلا للتواريخ $(t_0 = 0)$.



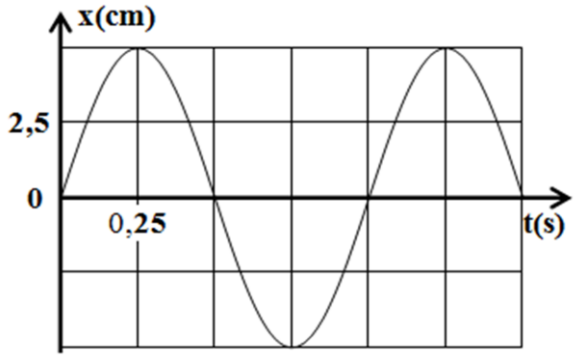
الشكل 2

يمثل الشكل 3 منحنى تغيرات الأفصول x(t) لمركز القصور G.

1.2 (1) عين مبيانيا قيمة كل من الدور الخاص T_0 ووسع الحركة X_m، ثم أوجد قيمة الصلابة K (نأخذ $\pi^2 = 10$).

2.2 (0,75) أحسب قيمة شغل قوة الارتداد المطبقة على (S) بين اللحظتين $(t_0 = 0)$ و $(t_1 = \frac{T_0}{4})$.

3.2 (1) باستغلالك لانحفاظ الطاقة الميكانيكية للمتذبذب، أوجد قيمة السرعة v_0 عند اللحظة $(t_0 = 0)$.



الشكل 3

Moutamadris.ma

تصحيح الامتحان الوطني الدورة العادية **2017**
مسلك علوم الحياة و الأرض و العلوم الزراعية

الكيمياء (7نقط)

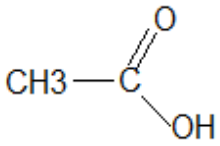
الجزء الأول : تصنيع النعناع (إيثانوات المنثيل)

1- تصنيع إيثانوات المنثيل في المختبر

1.1- مميزتي تفاعل الأسترة :

تفاعل الأسترة بطيء و محدود.

2.1- الصيغة نصف المنشورة للحمض الكربوكسيلي (A) :



3.1- يؤدي حمض الكبريتيك دور :

حفاز ، فهو يمكن من زيادة سرعة التفاعل.

2- معايرة الحمض الكربوكسيلي (A) المتبقي

1.2- معادلة تفاعل المعايرة :

$$CH_3COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

2.2- إثبات قيمة n_A :

عند التكافؤ لدينا : $n_A = n_{\text{مضافة}}(HO^-)$ مع : $n_{\text{مضافة}}(HO^-) = C_B.V_{BE}$

ومنه : $$n_A = C_B.V_{BE}$$

ت.ع : $$n_A = 1,0 \times 68 \times 10^{-3} = 6,8.10^{-2}\ mol$$

3.2- قيمة كمية مادة الإستر المتكون في الأنبوب 1 :

الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$RCOOH_{(l)} + C_{10}H_{19}OH_{(l)} \rightleftarrows CH_3COOC_{10}H_{19\,(l)} + H_2O_{(l)}$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة ب mol			
الحالة البدئية	0	n_1	n_2	0	0
خلال التحول	x	$n_1 - x$	$n_2 - x$	x	x
الحالة النهائية	x_f	$n_1 - x_f$	$n_2 - x_f$	x_f	x_f

حسب الجدول الوصفي :

كمية مادة الحمض المتبقي هي : $n_A = n_1 - x$ أي: $x = n_1 - n_A$

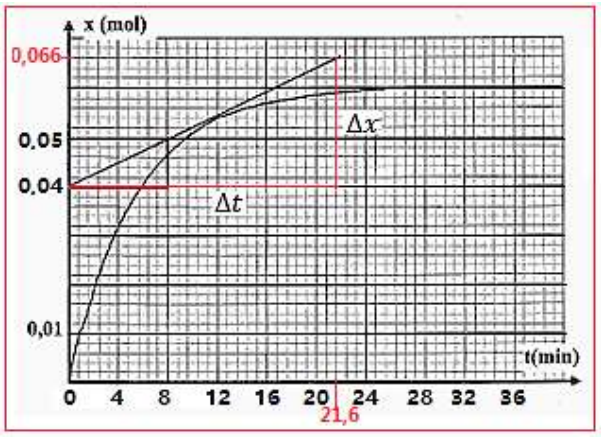
كمية مادة إيثانوات المنثيل المتكون هي : $n(E) = x$

$$n(E) = n_1 - n_A$$

ت.ع : $$n(E) = 0,1 - 6,8.10^{-2} = 3,2.10^{-2}\ mol$$

3- تتبع التطور الزمني لكمية مادة الإستر المصنع :

1.3- حساب السرعة الحجمية عند اللحظة $t_1 = 12\ min$ و عند $t_2 = 32\ min$:



حسب تعريف السرعة الحجمية :

$$v(t) = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$$

عند اللحظة $t_1 = 12\ min$:

$$v(t_1) = \frac{1}{V} \cdot \left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{t_1}$$

$$= \frac{1}{23 \times 10^{-3}} \times \left(\frac{0,05 - 0,04}{8 - 0}\right)_{t_1}$$

$$v(t_1) = 5,43.10^{-2}\ mol.L^{-1}.min^{-1}$$

عند اللحظة $t_2 = 32\ min$:

عند هذه اللحظة مماس المنحنى عبارة عن مستقيم أفقي إذن المعامل الموجه يكون منعدم وبالتالي تكون السرعة منعدمة :

$$v(t_2) = 0$$

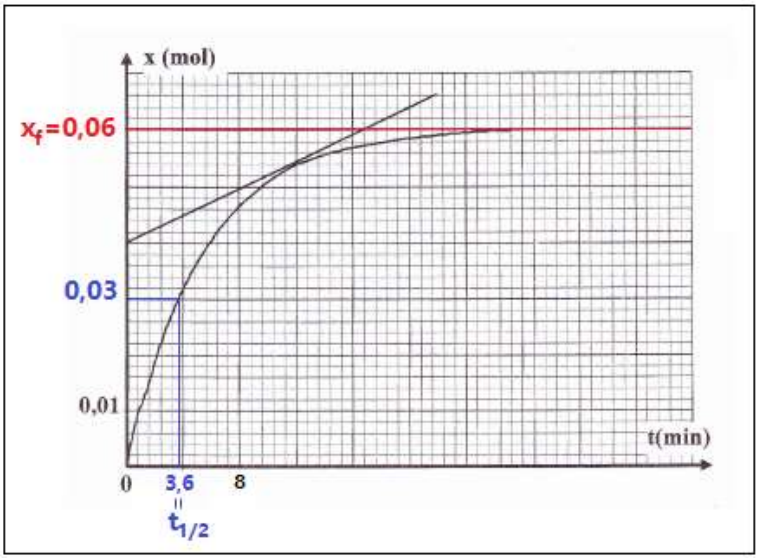
يفسر تناقص السرعة الحجمية بتناقص تراكيز المتفاعلات.

2.3- العامل الذي يمكن من الزيادة في السرعة الحجمية دون تغيير الحالة البدئية للمجموعة هو :

الرفع من درجة الحرارة .

3.3- التعيين المبياني ل :

أ- التقدم النهائي x_f :



نجد : $x_f = 6.10^{-2}\ mol$

ب- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

عند اللحظة $t_{1/2}$ يكون :

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} = \frac{0,06}{2} = 0,03\ min$$

بالإسقاط نجد : $t_{1/2} = 3,6\ min$

4.3- قيمة مردود التصنيع :

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

حسب الجدول الوصفي $x_{max} = n_1 = 0,1\ mol$

$$r = \frac{0,06}{0,1} = 0,6 \implies r = 60\%$$

الجزء الثاني : تفاعل مزدوجتين (قاعدة / حمض)

1- معادلة التفاعل بين حمض الإيثانويك وأيون البنزوات :

$$CH_3CO_2H_{(aq)} + C_6H_5CO_2^-{}_{(aq)} \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} CH_3CO_2^-{}_{(aq)} + C_6H_5CO_2H_{(aq)}$$

2- إثبات تعبير ثابتة التوازن K :

لدينا :

$$K = \frac{[CH_3CO_2^-]_{eq}.[C_6H_5CO_2H]_{eq}}{[CH_3CO_2H]_{eq}.[C_6H_5CO_2^-]_{eq}}$$

نعلم ان : $K_{A1} = \frac{[CH_3CO_2^-]_{eq}.[H_3O^+]_{eq}}{[CH_3CO_2H]_{eq}}$ و $K_{A2} = \frac{[C_6H_5CO_2^-]_{eq}[H_3O^+]_{eq}}{[C_6H_5CO_2H]_{eq}}$

$$K = \underbrace{\frac{[CH_3CO_2^-]_{eq}.[H_3O^+]_{eq}}{[CH_3CO_2H]_{eq}}}_{=K_{A1}} . \underbrace{\frac{[C_6H_5CO_2H]_{eq}}{[C_6H_5CO_2^-]_{eq}[H_3O^+]_{eq}}}_{=\frac{1}{K_{A2}}} = K_{A1}.\frac{1}{K_{A2}}$$

$$\boldsymbol{K = \frac{K_{A1}}{K_{A2}}}$$

حساب K : $\boldsymbol{K = \frac{1,8.10^{-5}}{6,3.110^{-5}} = 0,29}$

3- منحى تطور المجموعة الكيميائية :

بما ان $Q_{r,i} = 1$ أي : $Q_{r,i} > K$ ، حسب معيار التطور التلقائي ، فإن المجموعة الكيميائية تتطور في المنحى غير المباشر (2) لمعادلة التفاعل .

الفيزياء (13نقطة)

التمرين الأول (2,5 نقطة)

1- انتشار الضوء عبر موشور

-1.1

-1.1.1 التردد ν_R للضوء الأحمر هو ب :

لدينا : $c = \lambda_{0R}.\nu_R$ أي: $\nu_R = \frac{c}{\lambda_{0R}}$ ت.ع : $\nu_R = \frac{3.10^8}{768.10^{-9}} = 3,91.0^{14}\ Hz$

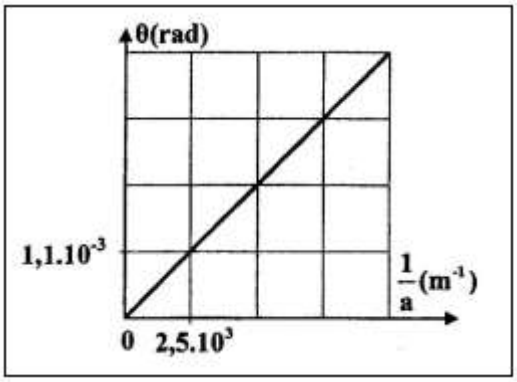
-2.1.1 سرعة انتشار الضوء الاحمر V_R في الزجاج هي ج :

لدينا : $n_R = \frac{c}{V_R}$ أي: $V_R = \frac{c}{n_R}$ ت.ع : $V_R = \frac{3.10^8}{1,618} = 1,85.10^8\ m.s^{-1}$

2.1- خاصية الزجاج :

الزجاج وسط مبدد ، لأن سرعة الإنتشار تتعلق بالتردد.

2- انتشار الضوء عبر شق



قيمة طور الموجة هي ب :

منحنى تغيررات θ بدلالة $\frac{1}{a}$ عبارة عن دالة خطية معادلتها تكتب : $\theta = \lambda.\frac{1}{a}$ حيث λ المعامل الموجه أي : $\lambda = \frac{\Delta\theta}{\Delta\left(\frac{1}{a}\right)} = \frac{1,1.10^{-3}-0}{2,5.10^{3}-0}$

$$\lambda = 4,4.10^{-7}\ m = 440.10^{-9}\ m$$

$$\lambda = 440\ nm$$

التمرين الثاني (5 نقط)

1- الطاقة الكهربائية القصوى $\xi_{e,max}$ المخزونة في المكثف :

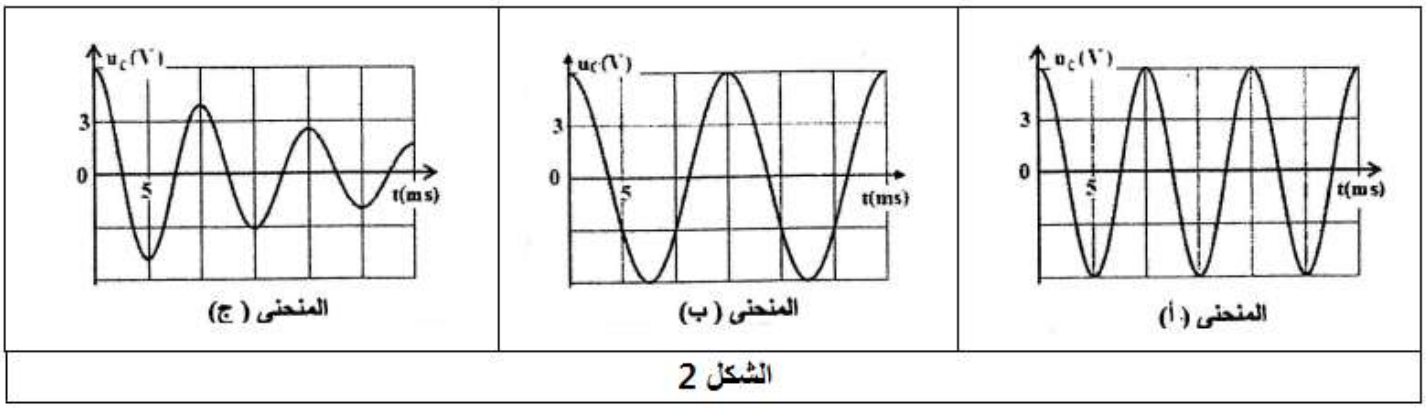
$$\xi_{e,max} = \frac{1}{2}C.U_{C,max}^2 = \frac{1}{2}.C.U_{Cmax}.U_{Cmax}$$

مع :

$$\begin{cases} U_{C,max} = E \\ Q_{max} = C.U_{C,max} \end{cases} \Longrightarrow \xi_{e,max} = \frac{1}{2}.C.U_{Cmax}.U_{Cmax} \Longrightarrow \boldsymbol{\xi_{e,max} = \frac{1}{2}.Q_{max}.E}$$

ت.ع : $\boldsymbol{\xi_{e,max} = \frac{1}{2} \times 1,32.10^{-4} \times 6 = 3,96.10^{-4}\ J}$

2-



الشكل 2

1.2- تسمية نظام التذبذبات الذي يبرزه المنحنى (أ) و (ج) :

المنحنى (أ) ← نظام دوري

المنحنى (ج) ← نظام شبه دوري

2.2- إثبات ان المنحنى (أ) يوافق الوشيعة b_2 :

الوشيعتين b_1 و b_2 مقاومتهما منعدمة $(r = 0)$ إذن فنظامهما دوري .

من خلال تعبير الدور الخاص للتذبذبات هو $T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$ ، يتبين ان كلما كانت قيمة L كبيرة كلما ازدادت قيمة الدور الخاص.

بما ان $L_1 = 260\ mH > L_2 = 115\ mH$ فإن $T_{01} > T_{02}$ و بالتالي المنحنى (أ) يوافق الوشيعة b_2 .

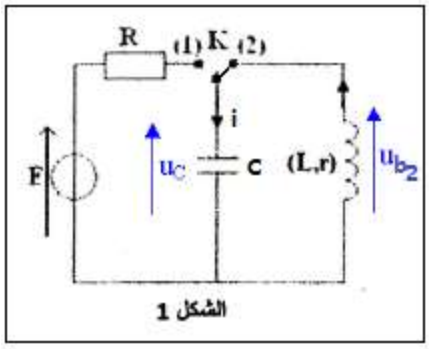
3.2- التحقق من قيمة C :

لدينا: $T = 2\pi\sqrt{L_2.C}$ أي: $T^2 = 4\pi^2.L_2.C$ ومنه : $\boldsymbol{C = \frac{T^2}{4\pi^2.L_2}}$

ت.ع : $C = \frac{(10.10^{-3})^2}{4.\times10\times115.10^{-3}} \Rightarrow C = 2{,}2.10^{-5}\ F$

3-

1.3- إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$:



الشكل 1

حسب قانون إضافية التوترات : $u_{b_2} + u_c = 0$

$$u_{b_2} = L_2 . \frac{di}{dt}$$

$$i = \frac{dq}{dt} = C . \frac{du_C}{dt} \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{d}{dt}\left(C . \frac{du_C}{dt}\right) = C . \frac{d^2u_C}{dt^2}$$

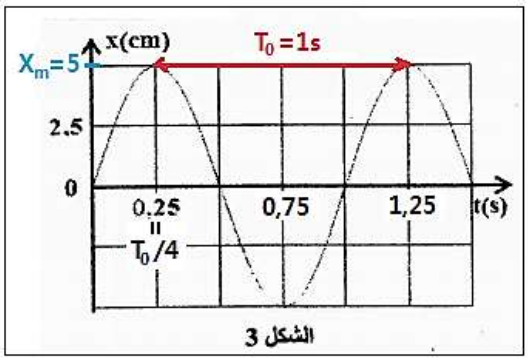
$$L_2 . C . \frac{d^2u_C}{dt^2} + u_c = 0 \Rightarrow \boldsymbol{\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{L_2 . C} . u_c = 0}$$

2.3- حل المعادلة التفاضلية يكتب : $u_C(t) = U_{Cmax} . \cos(\frac{2\pi}{T_0} . t + \varphi)$

1.2.3- التعبير العددي للتوتر $u_C(t)$:

باستعمال المنحنى (أ) نحصل على :

$T_0 = 10\ ms$ و $U_{Cmax} = 6\ V$



الشكل 3

تحديد φ :

$$\begin{cases} u_C(0) = U_{Cmax} \\ u_C(0) = U_{Cmax} . \cos\varphi \end{cases} \Rightarrow U_{Cmax} . \cos\varphi = U_{Cmax}$$

$$\Rightarrow cos\varphi = 1$$

$$\varphi = 0$$

نعوض في الحل :

$$u_C(t) = 6\cos\left(\frac{2\pi}{10^{-2}} . t\right)$$

$$\boldsymbol{u_C(t) = 6\cos(200\pi . t)}$$

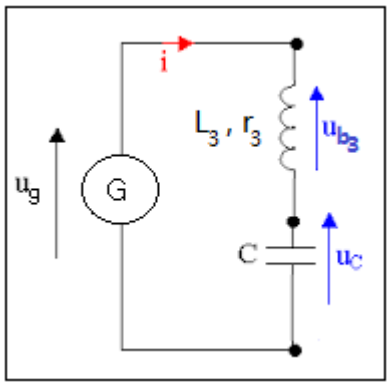
2.2.3- حساب الطاقة الكلية للدارة LC :

لدينا : $E_T = E_e + E_m$

عند اللحظة $t = 0$ الطاقة الكلية تكتب : $\boldsymbol{E_T = E_{e\,max} = \frac{1}{2} C.U_{Cmax}^2}$

ت.ع : $\boldsymbol{E_T = \frac{1}{2} \times 2,2 \times 10^{-5} \times 6^2 = 3,96.10^{-4}\,J}$

-4



1.4- تحديد قيمة k :

حسب قانون إضافية التوترات :

$$u_{b_3} + u_c = u_g \implies L_3.\frac{di}{dt} + r_3.i(t) + u_c = k.i(t)$$

$$L_3.\frac{di}{dt} + (r_3 - k).i(t) + u_c = 0$$

$$L_3.C.\frac{d^2u_C}{dt^2} + (r_3 - k).C.\frac{du_C}{dt} + u_c = 0 \implies \frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{(r_3 - k)}{L_3}.\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{L_3.C}.u_c = 0$$

لكي نحصل على تذبذبات كهربائية جيبية يجب ان يكون $\frac{(r_3-k)}{L_3} = 0$ أي $r_3 - k = 0$ ومنه :

$$\boldsymbol{k = r_3 = 10\ \Omega}$$

2.4- استنتاج قيمة L_3 :

لدينا : $T_3 = T_1 = T$ و بما ان :

$$\begin{cases} T_1 = 2\pi\sqrt{L_1.C} \\ T_3 = 2\pi\sqrt{L_3.C} \end{cases} \implies \sqrt{L_3.C} = \sqrt{L_1.C} \implies \boldsymbol{L_3 = L_1 = 115\ mH}$$

ملحوظة : يمكن استعمال تعبير الدور الخاص للتذبذبات الجيبية :

$T = 2\pi\sqrt{L_3.C}$ أي: $T^2 = 4\pi^2.L_3.C$ ومنه : $L_3 = \frac{T_{01}^2}{4\pi^2.C}$

Moutamadris.ma

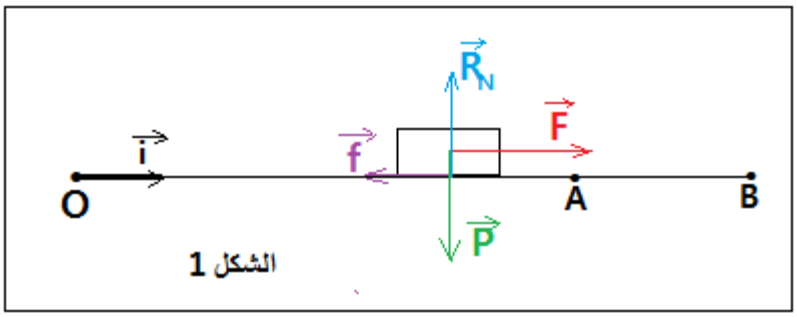
ت.ع :

$$L_3 = \frac{(10.10^{-3})^2}{4.\pi^2 \times 2{,}2.10^{-5}} = 0{,}115\ H \Longrightarrow L_3 = 115\ mH$$

التمرين الثالث (5,5 نقط)

1- دراسة جسم على مستوى أفقي

1.1-



الشكل 1

1.1.1- إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها مركز قصور الجسم :

المجموعة المدروسة : { الجسم الصلب (S)}

جرد القوى :

$\vec{P}$: وزن الجسم

$\vec{F}$: تأثير القوة المحركة الأفقية

$\vec{R}$: تأثير المستوى الأفقي (نفكك القوة $\vec{R}$ إلى مركبتين : $\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{f}$

نطبق القانون الثاني لنيوتن في المعلم $(O, \vec{\imath})$ المرتبط بالارض و الذي نعتبره غاليليا :

$$\vec{P} + \vec{F} + \vec{R}_N + \vec{f} = m.\vec{a}_G$$

الإسقاط على المحور Ox :

$$0 + F - f + 0 = m.a_x \Longrightarrow a_x = \frac{F - f}{m}$$

$$\boldsymbol{\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{F - f}{m}}$$

2.1.1- حساب a_1 :

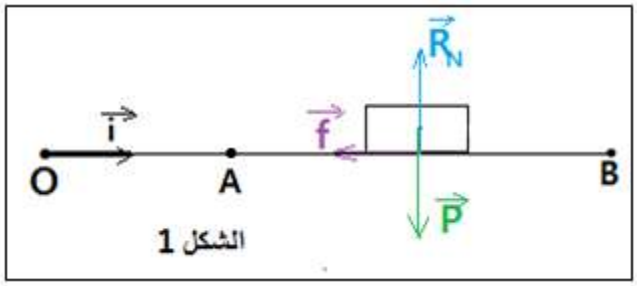
بما ان التسارع ثابت $(a_1 = cte)$فإن معادلة السرعة تكتب : $V(t) = a_1.t + V_0$ مع $V_0 = 0$

عند الموضع A معادلة السرعة تكتب : $V_A = a_1.t_A$

ومنه : $$\boldsymbol{a_1 = \frac{V_A}{t_A}}$$

ت.ع : $$\boldsymbol{a_1 = \frac{5}{2} = 2,5\ m.s^{-2}}$$

1.2.1- إثبات قيمة التسارع :



الشكل 1

ينعدم تأثير القوة المحركة F بين A و B ، حسب تعبير التسارع : $a_2 = \frac{F-f}{m}$ مع $F = 0$ نستنتج :

$$a_2 = -\frac{f}{m}$$

معادلة السرعة خلال المرحلة الثانية تكتب : $V(t) = a_2.t + V_0$ مع $V_0 = V_A$ أي : $V(t) = a_2.t + V_A$

عند الموضع B معادلة السرعة تكتب : $V_B = a_2.t_B + V_A$ مع $V_B = 0$ (الجسم يتوقف)

$$a_2.t_B + V_A = 0$$

$$\boldsymbol{a_2 = -\frac{V_A}{t_B}}$$

$$\boldsymbol{a_2 = -\frac{5}{2,5} = -2m.s^{-2}}$$

2.2.1- استنتاج قيمة f :

لدينا : $a_2 = -\frac{f}{m}$ ومنه : $\boldsymbol{f = -m.a_2}$ ت.ع : $\boldsymbol{f = -0,4 \times (-2) = 0,8\ N}$

3.1- حساب شدة القوة المحركة F :

لدينا حسب السؤال 1.1.1- تعبير التسارع : $a_1 = \frac{F-f}{m}$ أي: $F - f = m.a_1$

ومنه : $\boldsymbol{F = m.a_1 + f}$

ت.ع : $\boldsymbol{F = 0,4 \times 2,5 + 0,8 = 1,8\ N}$

2- دراسة حركة متذبذب

1.2- التعيين المبياني لكل من T_0 و X_m :

حسب مبيان الشكل 3 نجد :

الدور الخاص : $\boldsymbol{T_0 = 1\ s}$

وسع الحركة : $\boldsymbol{X_m = 5\ cm}$

حساب صلابة النابض K :

حسب تعبير الدور الخاص :

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

$$\boldsymbol{K = 4\pi^2.\frac{m}{T_0^2}}$$

ت.ع : $\boldsymbol{K = 4 \times 10 \times \frac{0,4}{1^2} = 16\ N.m^{-1}}$

2.2- حساب شغل قوة الارتداد بين اللحظتين $t_0 = 0$ و $t_1 = \frac{T_0}{4}$:

$$W_{t_0 \to t_1}(\vec{F}) = -\Delta E_{Pe}$$

$$W_{t_0 \to t_1}(\vec{F}) = -\left(E_{pe}\left(\frac{T_0}{4}\right) - E_{pe}(0)\right)$$

$$\boldsymbol{W_{t_0 \to t_1}(\vec{F}) = E_{pe}(0) - E_{pe}\left(\frac{T_0}{4}\right)}$$

عند اللحظة $t_0 = 0$ لدينا حسب المبيان $x = f(t)$: $x(0) = 0$ و بالتالي : $E_{pe}(0) = 0$

و عند اللحظة $t_1 = \frac{T_0}{4}$ لدينا : $x\left(\frac{T_0}{4}\right) = x(0{,}25s) = X_m = 5.10^{-2}\ m$ و $E_{pe}\left(\frac{T_0}{4}\right) = \frac{1}{2}K.X_m^2$

$$E_{pe}\left(\frac{T_0}{4}\right) = \frac{1}{2} \times 16 \times (5.10^{-2})^2 = 0{,}02\,J$$

$$\boldsymbol{W_{t_0 \to t_1}(\vec{F}) = 0 - 0{,}02 = -2.10^{-2}\,J}$$

3.2- حساب قيمة V_0 :

بما ان الطاقة الميكانيكية تنحفظ نكتب :

$$E_m = E_c + E_{pe}$$

$$E_m = E_{Cmax} = E_{pe\,max}$$

$$\frac{1}{2}m\,V_{max}^2 = \frac{1}{2}K.X_m^2$$

مع $V_0 = V_{max}$ $\qquad V_0^2 = \frac{K}{m}.X_m^2$

$$\boldsymbol{V_0 = X_m.\sqrt{\frac{K}{m}}}$$

ت.ع :

$$V_0 = 5.10^{-2} \times \sqrt{\frac{16}{0{,}4}} = 0{,}316$$

$$\boldsymbol{V_0 \approx 0{,}32\ m.s^{-1}}$$