المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني

ⵜⴰⴳⵍⴷⵉⵜ ⵏ ⵍⵎⵖⵔⵉⴱ
ⵜⴰⵎⴰⵡⴰⵙⵜ ⵏ ⵓⵙⴳⵎⵉ ⴰⵏⴰⵎⵓⵔ
ⴷ ⵓⵙⵎⵓⵜⵜⴳ ⴰⵙⵏⴰⵍ

المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة الاستدراكية 2014

الموضوع

RS30

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

استعمال الآلة الحاسبة القابلة للبرمجة أو الحاسوب غير مسموح به.

يتكون الموضوع من تمرين في الكيمياء وثلاث تمارين في الفيزياء .

		الموضوع	النقطة
الكيمياء (7 نقط)			
الجزء الأول		دراسة تفاعل حمض البنزويك	4,25
الجزء الثاني		دراسة تفاعل التصبن	2,75
الفيزياء (13 نقطة)			
تمرين 1		الموجات فوق صوتية	2,25
تمرين2	الجزء الأول	دراسة دارة متذبذبة LC	3
	الجزء الثاني	دراسة ثنائي القطب RLC	2,25
تمرين 3	الجزء الأول	دراسة حركة كرية داخل سائل لزج	2,75
	الجزء الثاني	الدراسة الطاقية لمتذبذب حرمخمد	2,75

الكيمياء (7 نقط)

الجزءان الأول و الثاني مستقلان .

الجزء الأول (4,25 نقطة) : دراسة تفاعل حمض البنزويك

بنزوات المثيل مركب عضوي له رائحة القرنفل ، يستعمل في العطور ، يمكن الحصول عليه عن طريق تفاعل حمض البنزويك C_6H_5COOH مع كحول .

يوجد حمض البنزويك على شكل مسحوق أبيض يستعمل كمادة حافظة في الصناعة الغذائية.

معطيات : الكتلة المولية لحمض البنزويك : $M=122g.mol^{-1}$

الموصلية المولية الأيونية عند 25°C : $\lambda_1=\lambda(H_3O^+)=35\,mS.m^2.mol^{-1}$ ؛

$\lambda_2=\lambda(C_6H_5COO^-)=3,25\,mS.m^2.mol^{-1}$.

1- دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء

نذيب كتلة m من حمض البنزويك في الماء المقطر ، فنحصل على محلول S حجمه $V=200mL$ وتركيزه $C=1,0.10^{-2}mol.L^{-1}$ ؛ نقيس موصلية المحلول المحصل فنجد : $\sigma=29,0mS.m^{-1}$.

0,5 | 1.1- احسب قيمة الكتلة m .

1 | 1.2- أنشئ الجدول الوصفي واحسب قيمة نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل الحاصل .

0,75 | 1.3- أوجد تعبير pH المحلول S بدلالة : C و τ . احسب قيمة pH .

0,5 | 1.4- استنتج قيمة ثابتة الحمضية K_A للمزدوجة $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$.

2. المعايرة حمض قاعدة

لتحديد درجة نقاوة مسحوق حمض البنزويك ؛ ننجز التجربة التالية :

0,25 | 2.1- نضيف كتلة $m'=1,00g$ من مسحوق حمض البنزويك إلى حجم $V_B=20,0mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم (Na^++HO^-) تركيزه $C_B=1,00mol.L^{-1}$ بحيث تكون أيونات الهيدروكسيد HO^- أكثر بكثير من جزيئات الحمض C_6H_5COOH .نرمز لكمية مادة حمض البنزويك البدئية بـ n_0 .

عبر عند نهاية التفاعل ، عن كمية مادة الأيونات HO^- المتبقية بدلالة V_B و C_B و n_0 .

0,5 | 2.2- نعاير فائض الأيونات HO^- بواسطة محلول حمض الكلوريدريك $(H_3O^++C\ell^-)$ تركيزه $C_A=1,00mol.L^{-1}$ فنحصل على التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{AE}=12,0mL$ من محلول حمض الكلوريدريك .

نرمز لتقدم تفاعل المعايرة عند التكافؤ بـ x_E .

أوجد تعبير n_0 بدلالة x_E و C_B و V_B .

0,25 | 2.3- احسب n_0 .

0,5 | 2.4- استنتج النسبة الكتلية لحمض البنزويك الخالص في المسحوق.

الجزء الثاني (2,75 نقطة) : دراسة تفاعل التصبن.

الزيتين جسم دهني مكون أساسي لزيت الزيتون وهو ثلاثي غليسيريد ،ينتج عن تفاعل الغليسيرول و حمض الزيتي.

لتحضير الصابون ، نسخن بالارتداد في حوجلة كتلة $m = 10,0g$ من زيت الزيتون (الزيتين) وحجما $V = 20mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C = 7,5mol.L^{-1}$ وحجما $V' = 10mL$ من الإيثانول وحجر خفان .

نسخن الخليط التفاعلي لمدة 30 دقيقة ، ثم نصبه في محلول مشبع لكلورور الصوديوم ، بعد تحريك الخليط وتبريده وترشيحه ، نقيس كتلة الجسم الصلب (الصابون) المحصل ، فنجد $m' = 8,0g$.

معطيات :

الغليسيرول : $CH_2OH - CHOH - CH_2OH$

حمض زيتي : $C_{17}H_{33} - COOH$

المركب	الزيتين	الصابون
الكتلة المولية بـ $g.mol^{-1}$	$M(O)=884$	$M(S)=304$

1- فسر لماذا يتم صب الخليط التفاعلي في محلول مشبع لكلورور الصوديوم . | 0,5

2- اكتب معادلة تفاعل الغليسيرول وحمض الزيتي وعين الصيغة نصف المنشورة للزيتين. | 0,75

3- اكتب معادلة تفاعل التصبن وعين الصيغة الكيميائية للصابون محددا الجزء الهيدروفيلي للصابون. | 0,75

4- نفترض أن زيت الزيتون مكون فقط من الزيتين ؛ بين أن تعبير مردود تفاعل التصبن يكتب على الشكل: $r = \frac{m'}{3m} \cdot \frac{M(O)}{M(S)}$. احسب قيمته . | 0,75

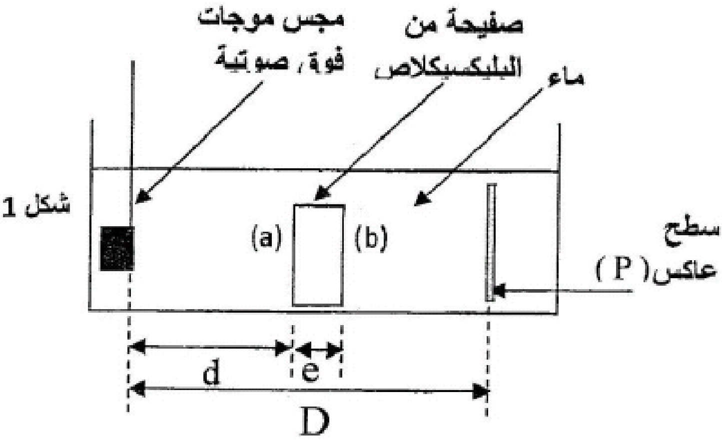
الفيزياء (13 نقطة)

تمرين 1 (2,25 نقطة) : الموجات فوق صوتية

نضع في إناء مملوء بالماء صفيحة من البليكسيكلاص سمكها e ، نغمر في الماء مجسا مكونا من باعث ومستقبل للموجات فوق الصوتية (شكل 1)؛

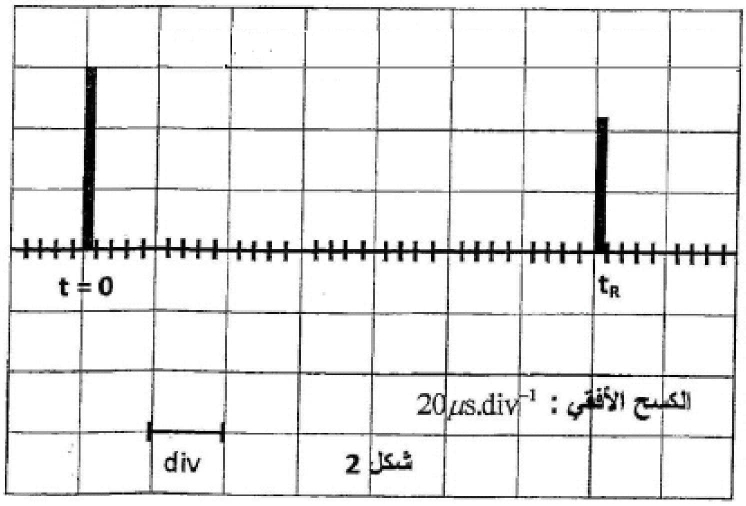
تعاين بواسطة جهاز ملائم كل من الإشارة المنبعثة والإشارة المستقبلة من طرف المجس.

مدة الإشارة فوق الصوتية وجيزة جدا لذلك نمثلها بحزة رأسية.



1- في غياب صفيحة البليكسيكلاص، نحصل على الرسم التذبذبي الممثل في الشكل 2 . | 0,25

التقط المجس، عند اللحظة t_R ، الإشارة فوق الصوتية بعد أن انعكست على السطح (P) . أثبت العلاقة $t_R = \frac{2D}{v}$ ، حيث v سرعة الموجة فوق الصوتية في الماء.



2- نحصل على الرسم التذبذبي (شكل3) بوجود صفيحة البليكسيكلاص داخل الإناء.

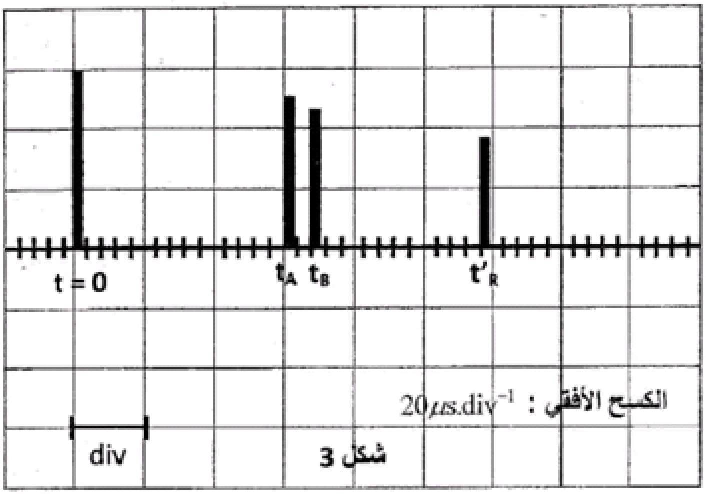
نرمز بـ t_A و t_B للحظتين اللتين تم عندهما التقاط الموجتين المنعكستين تباعا على السطحين الأول (a) والثاني (b)لصفيحة البليكسيكلاص.

ونرمز بـt'_R للحظة التي تم عندها التقاط الموجة المنعكسة على السطح (P) .نرمز لسرعة الموجة فوق الصوتية في البليكسيكلاص بـv'.

0,5 | **-2.1** في أي وسط (الماء أو البليكسيكلاص) تكون سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية أكبر؟ علل الجواب .

0,5 | **-2.2** عبر عن t'_R بدلالة D و e و v و v'.

1 | **-2.3** أوجد تعبير السمك e بدلالة v و t_R و t'_R و t_A و t_B.
احسب قيمة e علما أن سرعة الموجات فوق الصوتية في الماء هي $v = 1,42.10^3 m.s^{-1}$ ؛



شكل 3

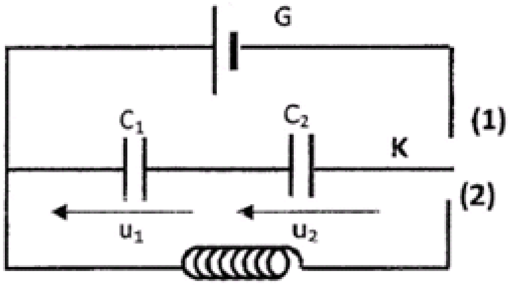
تمرين 2 (5,25 نقطة)

الجزءان الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول(3 نقط) : دراسة دارة متذبذبة LC

ننجز التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 1 ، والمتكون من :

- مولد G مؤمثل للتوتر قوته الكهرمحركة $E = 12V$ ؛
- مكثفين C_1 و C_2 سعتيهما تباعا $C_1 = 3\mu F$ و $C_2 = 0,5C_1$ ؛
- وشيعة معامل تحريضها L و مقاومتها مهملة.



شكل 1

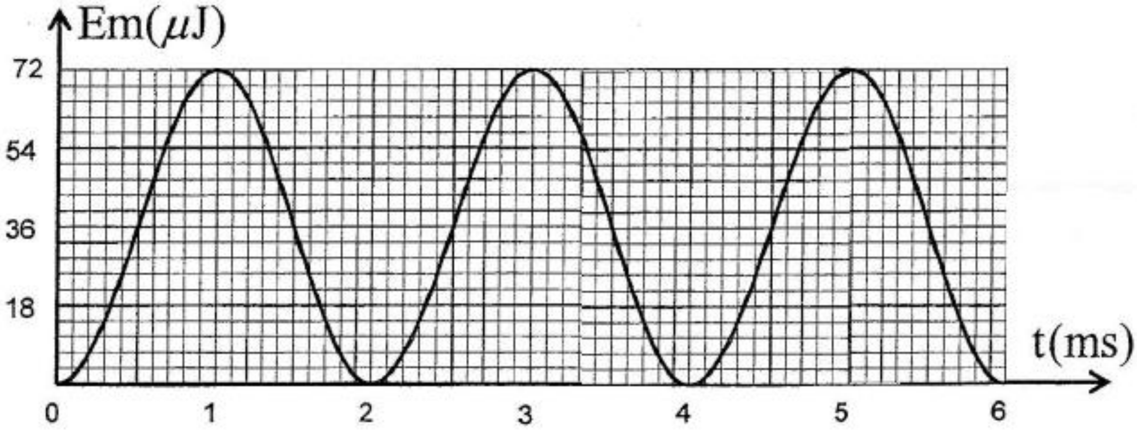
-1 نضع قاطع التيار K في الموضع (1) فيشحن المكثفان لحظيا حيث يكون U_1 التوتر بين مربطي المكثف (C_1) و U_2 التوتر بين مربطي المكثف (C_2) .

0,5 | -1.1 احسب U_1 و U_2.

0,5 | -1.2 لتكن E_1 الطاقة المخزونة في المكثف (C_1) و E_2 الطاقة المخزونة في المكثف (C_2). بين أن $E_2 = 2E_1$

-2 نؤرجح ، عند اللحظة $t = 0$ قاطع التيار K إلى الموضع(2) ؛ فيفرغ المكثفان عبر الوشيعة .
يعطي المنحنى الممثل في الشكل 2 التطور الزمني للطاقة المغنطيسية المخزونة في الوشيعة .

شكل 2



0,5 | 2.1- بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_c بين مربطي المكثف المكافئ للمكثفين (C_1) و (C_2)

تكتب على الشكل : $\frac{d^2u_c}{dt^2}+\frac{3}{LC_1}u_c=0$.

0,75 | 2.2- أوجد تعبير الدور الخاص T_0 بدلالة L و C_1؛ ليكون حل المعادلة التفاضلية هو :

$u_c(t)=E\cos(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$ ؛ استنتج قيمة L باعتبار $\pi^2=10$.

0,75 | 2.3 - بين أن الطاقة الكلية E_T للدارة ثابتة خلال الزمن . اعتمادا على مبيان الشكل 2 ، عين قيمة الطاقة المخزونة في المكثف المكافئ عند اللحظة $t = 2ms$.

الجزء الثاني (2,25 نقطة) : دراسة ثنائي القطب RLC

نركب على التوالي وشيعة معامل تحريضها $L = 0,32H$ مقاومتها مهملة ، ومكثفا سعته $C = 5,0\mu F$ وموصلا أوميا مقاومته R ، فنحصل على ثنائي قطب AB.

نطبق بين مربطي ثنائي القطب AB توترا متناوبا جيبيا تردده N قابل للضبط :

$u(t)=30\sqrt{2}\cos(2\pi Nt+\varphi)$ ؛فيمر في الدارة تيار كهربائي شدته $i(t)=I\sqrt{2}\cos(2\pi Nt)$

مع $u(t)$ بالفولط و $i(t)$ بالأمبير.

- بالنسبة لقيمة N_0 للتردد N ، تأخذ شدة التيار الفعالة قيمة قصوى $I_0 = 0,3A$ و تأخذ القدرة الكهربائية المتوسطة المستهلكة من طرف ثنائي القطب AB القيمة P_0.

- بالنسبة لقيمة N_1 حيث $N_1 > N_0$ ، تأخذ شدة التيار الفعالة القيمة $I=\frac{I_0}{\sqrt{2}}$ و يأخذ الطور القيمة $\varphi=\frac{\pi}{4}$

نرمز للقدرة الكهربائية المتوسطة المستهلكة من طرف ثنائي القطب AB عند حدي المنطقة الممررة بـ P و خارج المنطقة الممررة ب P_{ext} .

0,5 | 1- احسب قيمة R .

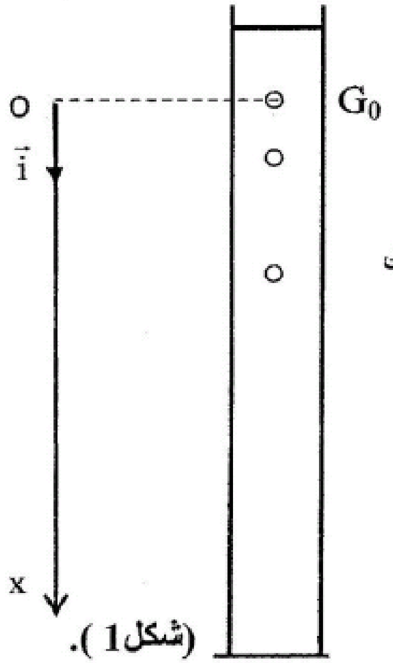
0,75 | 2- احسب قيمة N_0 .

0,5 | 3- قارن P مع P_0. ماذا تستنتج ؟ .

0,5 | 4- قارن P_{ext} مع P .ماذا تستنتج ؟ .

تمرين 3 (5,5 نقطة)

الجزء الأول (2,75 نقطة): دراسة حركة كرية داخل سائل لزج



(شكل1).

ندرس حركة كرية فولادية داخل سائل لزج في مخبار مدرج(شكل1).

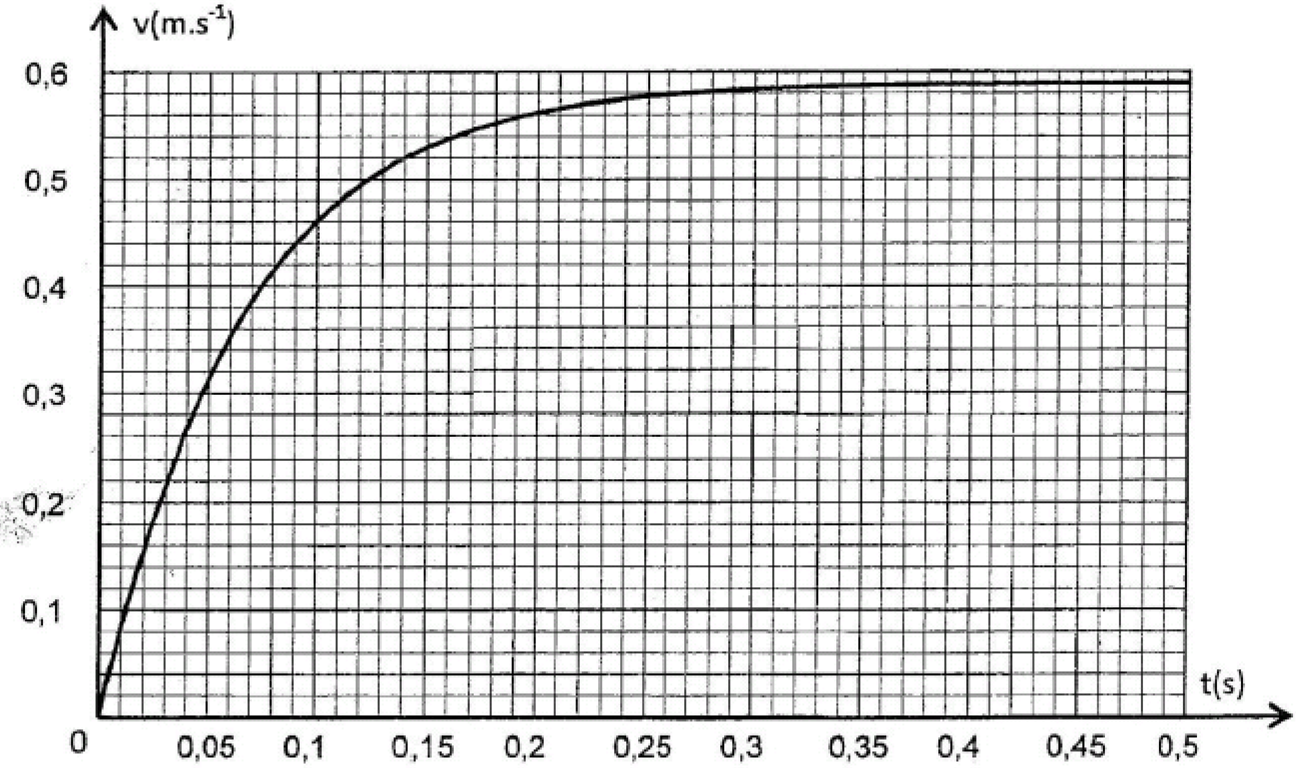
التبيانة تعطي فقط فكرة عن التركيب التجريبي ولا تحترم السلم.

نحرر الكرية بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t = 0$ ، في نفس اللحظة يتم المسك بواسطة ويبكام متصلة بحاسوب .

نعلم الموضع اللحظي لمركز القصور G للكرية بالأفصول x على المحور الرأسي $(O, \vec{i})$ الموجه نحو الأسفل (شكل1).

عند $t = 0$ ، يكون G في النقطة G_0 ذات الأفصول $x = 0$ ؛ نرمز لمتجهة السرعة عند لحظة t بـ $\vec{v} = v.\vec{i}$. يتم تحليل الفيديو بواسطة برنام ملائم ، يمكن من الحساب التقريبي للسرعة v عند اللحظة t .

يمثل منحنى الشكل 2 تطور السرعة v خلال الزمن .



شكل 2

ترمز v و m تباعا لحجم و كتلة الكرية و يرمز ρ_a و ρ_s تباعا للكتلة الحجمية للفولاد وللسائل اللزج وترمز g لشدة الثقالة.

تخضع الكرية أثناء سقوطها داخل السائل إلى :

- قوة الاحتكاك المائع $\vec{f} = -h.v.\vec{i}$ مع h معامل الاحتكاك المائع ؛
- دافعة أرخميدس : $\vec{F} = -\rho_s.V.\vec{g}$
- وزن الكرية الفولادية : $m\vec{g} = \rho_a.V.\vec{g}$

0,5 | 1- اعتمادا على منحنى الشكل2، بين وجود سرعة حدية وعين قيمتها التجريبية.

0,25 | 2- مثل على تبيانة ، بدون سلم ، متجهات القوى المطبقة على الكرية أثناء حركتها داخل السائل اللزج.

0,5 | 3- أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة $v(t)$ وبين أنها تكتب على الشكل: $\frac{dv}{dt} = -\frac{h}{m}.v + \alpha.g$

محددا تعبير α.

0,25 | 4- تحقق أن الدالة $v(t) = \alpha.g.\frac{m}{h}\left[1 - e^{-\frac{h}{m}t}\right]$ حل للمعادلة السابقة .

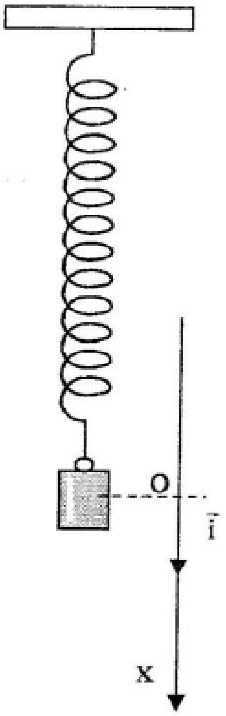
0,75 | 5- أبرز، انطلاقا من المعادلة التفاضلية أو انطلاقا من حلها ، وجود سرعة حدية واحسب قيمتها وقارنها بالقيمة التجريبية المحصل عليها . نعطي : $m = 5,0g$ ؛ و $g = 9,81m.s^{-2}$ و $h = 7,60.10^{-2}kg.s^{-1}$ و $\alpha = 0,92$

0,5 | 6- استعمل التحليل البعدي لتحديد وحدة $\frac{m}{h}$ و حدد انطلاقا من التسجيل قيمة $\frac{m}{h}$.

الجزء الثاني (2,75 نقطة) : الدراسة الطاقية لمتذبذب مخمد

يهدف هذا التمرين إلى دراسة متذبذب ميكانيكي مكون من نابض لفاته غير متصلة وكتلته مهملة وصلابته $K = 20N.m^{-1}$ وجسم صلب كتلته $m = 200g$.

نهمل الاحتكاكات الناتجة عن تأثير الهواء ونأخذ $g = 9,81N.kg^{-1}$.



شكل 1

1- التذبذبات الحرة غير المخمدة

نمعلم الموضع اللحظي لمركز القصور G للجسم الصلب بالأفصول x على المحور الرأسي $(O, \vec{i})$ الموجه نحو الأسفل (شكل1).

أصل المحور الرأسي منطبق مع G_0 موضع G عند التوازن .

عند اللحظة $t = 0$ ، ندفع الجسم الصلب نحو الأسفل بسرعة بدئية $\vec{v}_0 = v_0.\vec{i}$ منظمها $v_0 = 0,50ms^{-1}$.

0,25 | 1.1- أوجد قيمة إطالة النابض $\Delta\ell_e$ عند التوازن؛

0,25 | 1.2- أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول x خلال الزمن .

0,5 | 1.3- يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل $x(t) = x_m \cos(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi)$.

حدد قيمة كل من الثابتتين φ و x_m .

2- طاقة المتذبذب

الحالات المرجعية للطاقة :

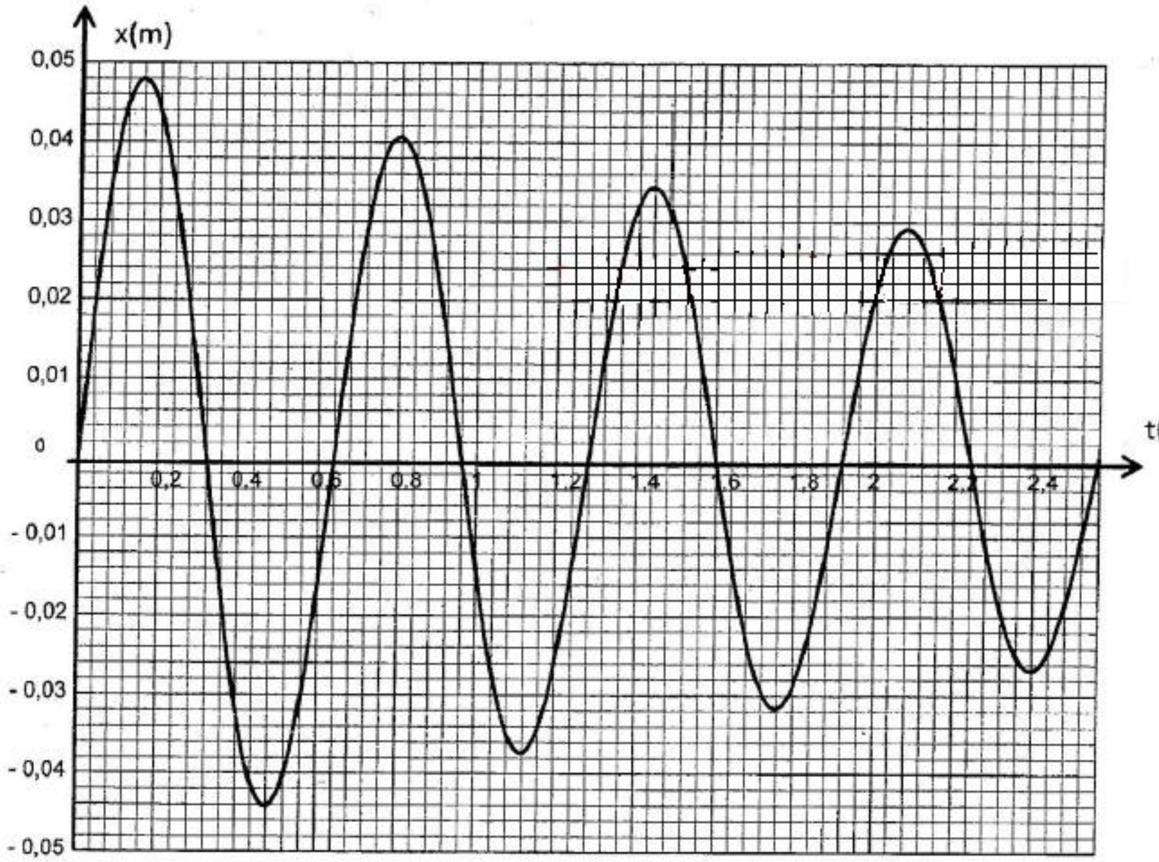
- طاقة الوضع الثقالية $E_{pp} = 0$ في المستوى الأفقي الذي يضم G_0؛
- طاقة الوضع المرنة $E_{pe} = 0$ عندما يكون النابض غير مشوه .

0,25 | 2.1- أوجد تعبير طاقة الوضع للمتذبذب بدلالة K و $\Delta\ell_e$ و x و g و m.

0,5 | 2.2- أوجد، انطلاقا من تعبير الطاقة الميكانيكية للمتذبذب، تعبير سرعة مركز القصور G عند مروره من موضع التوازن في المنحى الموجب بدلالة x_m و K و m .

3- التذبذبات الحرة المخمدة

يبين تسجيل حركة المتذبذب (شكل2)، بواسطة جهاز ملائم أن وسع التذبذبات يتغير خلال الزمن .



شكل2

0,25 3.1 -علل تناقص وسع التذبذبات .

0,75 3.2- يعبر عن شبه الدور T في حالة الخمود الضعيف بالعلاقة $T=\dfrac{T_0}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\mu.T_0}{4\pi.m}\right)^2}}$ ؛

حدد اعتمادا على المبيان قيمة معامل الخمود μ.

تصحيح موضوع الكيمياء:

1)

1) 1-1) لدينا : $C=\dfrac{n}{V}=\dfrac{m}{M.V}$ ومنه : $m=M.C.V=122\times10^{-2}\times0{,}2=0{,}244\,g$

1-2) **جدول تقدم التفاعل : استقرار المواصلة يدل على أن التفاعل قد وصل على نهايته .**

معادلة التفاعل		$C_6H_5COOH_{(aq)}+H_2O_{(l)} \rightleftarrows C_6H_5COO^-_{(aq)}+H_3O^+_{(aq)}$				
الحالات	**التقدم**	**كميات المادة بالمول**				
الحالة البدئية	**0**	0	0		**بوفرة**	$C.V$
حالة التحول	x	x	x		**بوفرة**	$CV-x$
الحالة النهائية	x_f	x_f	x_f		**بوفرة**	$C.V-x_f$

بما أن الماء مستعمل بوفرة فإن AH **هو المحد** $\Leftarrow C_AV-x_{max}=0$ **ومنه :** $x_{\max}=CV$

من خلال جدول: $[C_6H_5COO^-]_f = [H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V}$ ومنه موصلية المحلول لدينا : $\sigma = \frac{x_f}{V}\left[\lambda_{(C_6H_5COO^-)} + \lambda_{(H_3O^+)}\right]$

أي : $\sigma = \frac{x_f}{V}.\Sigma\lambda$ ومنه : $x_f = \sigma.V/\Sigma\lambda$ ولدينا : $\tau = \frac{x_f}{x_{\max}}$ أي : $\tau = \frac{\sigma.V/\Sigma\lambda}{C.V} = \frac{\sigma}{C.\Sigma\lambda} = \frac{29.10^{-3}}{10^{-2}\times10^{3}.(35+3,25)\times10^{-3}} \approx 7,6\%$

....

نسبة تقدم التفاعل : $\tau = \frac{x_f}{x_{\max}}$: أي : $\tau = \frac{x_f}{C\,V} = \frac{[H_3O^+]_f}{C} = \frac{10^{-pH}}{C}$ **ومنه :** $10^{-pH} = \tau.C$

بإدخال دالة Log على الطرفين نجد : $-pH = \log(\tau.C)$ أي : $pH = -\log(\tau.C) = -\log(0,076\times10^{-2}) = 3,12$

....

1-4) ثابتة الحمضية $k_A = \frac{[C_6H_5COO^-]_f.[H_3O^+]_f}{[C_6H_5COOH]_f} = \frac{\left(\frac{x_f}{V}\right)^2}{\left(\frac{C.V - x_f}{V}\right)} = \frac{(\tau.C)^2}{C - \tau.C} = \frac{\tau^2.C}{(1-\tau)} = \frac{(0,076^2\times10^{-2})}{(1-0,076)} = 6,25.10^{-5}$

....

2) 1-2) جدول تقدم التفاعل الحاصل خلال المعايرة:

$C_6H_5COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \to C_6H_5COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$						**معادلة التفاعل**
كميات المادة بالمول					**التقدم**	**الحالات**
n_o	$C_B.V_B$		0	0	0	**الحالة البدئية**
$n_o - x$	$C_B.V_B$		x	x	x	**حالة التحول**
$C.V - x_E$	$C_B.V_B - x_E$		x_E	x_E	x_E	**حالة التكافؤ**

بما أننا نعاير فائضا من الأيونات HO^- **فإن** C_6H_5COOH **هو المحد ومنه :** $n_o - x_{\max} = 0.$ أي : $x_{\max} = n_o$

تفاعل المعايرة كلي ، إذن عند نهاية التفاعل تقدم التفاعل = التقدم الأقصى. ومنه كمية مادة HO^- **المتبقية :** $n(HO^-) = C_B.V_B - n_o$

....

2-2) لنكتب معادلة معايرة الفائض من HO^- **بواسطة محلول حمض الكلوريدريك.** $H_3O^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \to 2\,H_2O_{(l)}$

جدول تقدم التفاعل :

$H_3O^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \to 2\,H_2O_{(l)}$				معادلة التفاعل
كميات المادة بالمول			التقدم	الحالات
$C_A.V_{Averse}$	$C_B.V_B - n_o$	**0**	0	الحالة البدئية
$C_A.V_{Averse} - x$	$C_B.V_B - n_o - x$	$2x$	x	حالة التحول
$C_A.V_{Averse} - x$	$C_B.V_B - n_o - x_E$	$2x_E$	x_E	حالة التكافؤ

عند التكافؤ يكون الخليط ستوكيومتريا . $\Leftarrow \begin{cases} C_A.V_{AE} - x_E = 0 \\ C_B.V_B - n_o - x_E = 0 \end{cases} \Leftarrow \begin{cases} x_E = C_A.V_{AE} \\ x_E = C_B.V_B - n_o \end{cases}$ أي: $C_A.V_{AE} = C_B.V_B - n_o$

ومنه : $n_o = C_B.V_B - C_A.V_{AE}$ ت.ع : $n_o = 1\times20.10^{-3} - 1\times12.10^{-3} = 8.10^{-3}\,mol$

....

2-4) كتلة حمض البنزويك الخالصة المتواجدة في المسحوق : $m_o = n_o\times M_{(C_6H_5COOH)} = 8.10\times122 = 0,976\,g$

النسبة الكتلية لحمض البنزويك الخالص في المسحوق : $\%m = \frac{m_o}{m'} = \frac{0,976}{1} = 0,976 = 97,6\%$

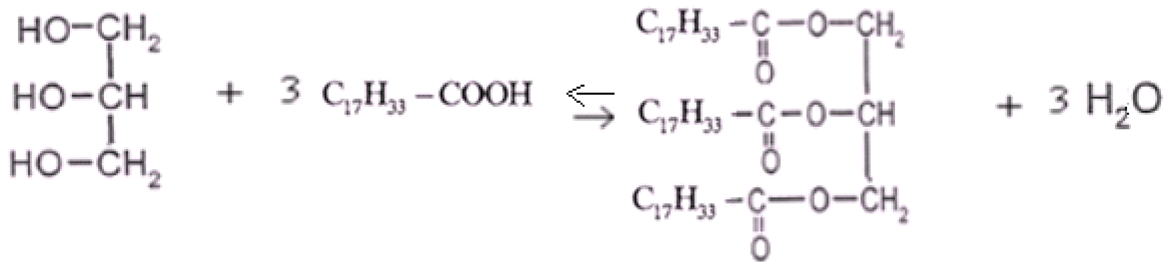
....

الجزء الثاني :

1) يتم صب الخليط التفاعلي في محلول مشبع لكلورور الصوديوم لكي يترسب الصابون الناتج عن التفاعل لأنه قليل الذوبان في الماء البارد المملح الشيء الذي يمكن فيما بعد من فصله عن الأنواع الأخرى بسهولة بعملية الترشيح .

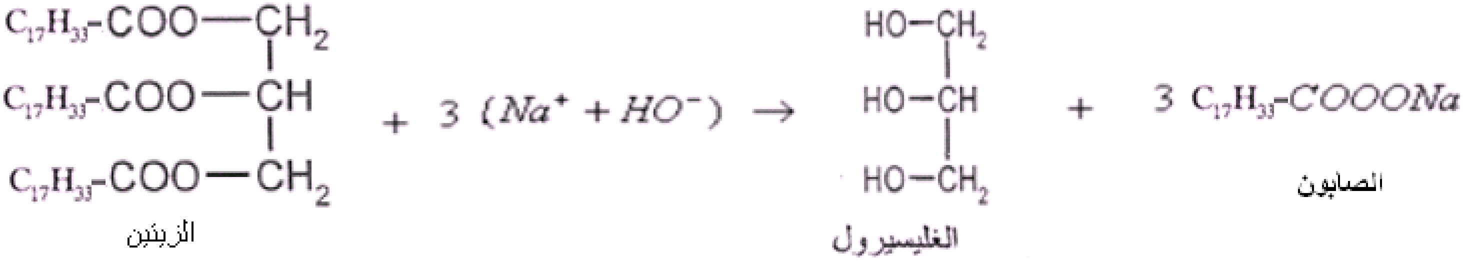
....

2) معادلة تفاعل الغليسيول والحمض الزيتي :



....

3) معادلة تفاعل التصبن :



الجزء الهيدروفيلي للصابون : $C_{17}H_{33}-COO^{-}$

....

4) جدول تقدم التفاعل :

حسب المعطيات S الصابون و O الزيتين . وبذلك المعادلة السابقة تكتب كما يلي :

معادلة التفاعل		$\underset{\text{الزيتين}}{O} + 3\,(Na^{+}+HO^{-}) \rightarrow$ الغليسيرول $+ 3\underset{\text{الصابون}}{S}$				
الحالات	**التقدم**	**كميات المادة بالمول**				
الحالة البدئية	0	0	0		CV'	n_o
حالة التحول	x	$3x$	x		$CV'-3x$	n_o-x
الحالة النهائية	x_E	$3x_f$	x_f		$CV'-3x_f$	n_o-x_f

إذا افترضنا أن الصودا هي المتفاعل المحد ، $CV'-3x_{\max}=0$ **ومنه :** $x_{\max}=\dfrac{C.V'}{3}=\dfrac{7{,}5\times 10\times 10^{-3}}{3}=25.m.mol$

إذا افترضنا أن الزيتين هو المحد ، $n_o-x_{\max}=0$ **ومنه :** $x_{\max}=n_o=\dfrac{m(O)}{M(O)}=\dfrac{10}{884}\approx 11.m.mol$

$11.m.mol<25.m.mol \Rightarrow x_{\max}=11.m.mol$ الزيتين هو المحد .

وبذلك كتلة الصابون الناتج عن التفاعل $m(S)=n(S)\times M(S)$ **مع :** $n(S)=3.x_{\max}=3.\dfrac{m(O)}{M(O)}$ **إذن :** $m(S)=\dfrac{3\times M(S)\times m(O)}{M(O)}$

مردود تفاعل التصبن : $r=\dfrac{n(S)_{\exp}}{n(S)_{\max}}=\dfrac{\dfrac{m'}{M(S)}}{3.x_{\max}}=\dfrac{\dfrac{m'}{M(S)}}{3.\dfrac{m(O)}{M(O)}}=\dfrac{m'.M(O)}{3.m.M(S)}$ **ت.ع :** $r==\dfrac{8\times.884}{3.\times 10\times.304}\approx 77{,}5\%$

....

تصحيح التمرين الأول للفيزياء:

1) في غياب الصفيحة خلال المدة t_R **الموجة فوق الصوتية بعد انعكاسها قطعت المسافة** $2D$ **حركة ذهاب وإياب بسرعة** v **. ومنه :** $t_R=\dfrac{2D}{v}$.

....

2) 2-1) الصدى المستعمل يقطع نفس المسافة $2D$**. والمدة** $t_R>t'_R$ **، إذن سرعة الموجات فوق الصوتية في البليكسيكلاص أكبر من سرعة انتشارها في الماء.**

....

2-2) بما أن t_A **هي اللحظة التي يتم عندها التقاط الموجة المنعكسة على السطح الأول** (a) **:** $t_A=\dfrac{2d}{v}$. **(1)**

وبما أن t_B **هي اللحظة التي يتم عندها التقاط الموجة المنعكسة على السطح الثاني** (B) **:** $t_B=\dfrac{2d}{v}+\dfrac{2.e}{v'}$ **(2)**

بحيث : v **سرعة الموجة فوق الصوتية في الماء. و :** v' **سرعة الموجة فوق الصوتية في البليكسيكلاص.**

t'_R للحظة التي تم عندها التقاط الموجة المنعكسة على السطح (P)

لنعبر عن t'_R بدلالة D ، e ، v و v' .

$$t'_R = \frac{2d}{v} + \frac{2.e}{v'} + 2\frac{(D-e-d)}{v}$$
$$= \frac{\cancel{2d}}{\cancel{v}} + \frac{2.e}{v'} + \frac{2D}{v} - \frac{2e}{v} - \frac{\cancel{2d}}{\cancel{v}}$$
$$= \frac{2.e}{v'} + \frac{2D}{v} - \frac{2e}{v}$$
$$= \frac{2.e}{v'} + \frac{2.(D-e)}{v}$$

إذن : $\boxed{t'_R = \frac{2.e}{v'} + \frac{2.(D-e)}{v}}$ **(3)**

....

2-3) من خلال (2) لدينا : $\boxed{\frac{2.e}{v'} = t_B - \frac{2d}{v}}$ **بالتعويض في العلاقة (3) تصبح كما يلي :** $t'_R = t_B - \frac{2.d}{v} + \frac{2(D-e)}{v}$ **مع :** $\boxed{t_A = \frac{2d}{v}}$

إذن : $t'_R = t_B - t_A + \frac{2D}{v} - \frac{2.e}{v}$ **ولدينا ن خلال السؤال 1)** $\boxed{t_R = \frac{2D}{v}}$ **إذن :** $t'_R = t_B - t_A + t_R - \frac{2.e}{v}$ **ومنه :** $\frac{2.e}{v} = t_B - t_A + t_R - t'_R$

$\boxed{e = \frac{v}{2}(t_B - t_A + t_R - t'_R)}$ **ت.ع : لدينا من خلال الشكل :** $t_A = 60\,\mu s$ ، $t_B = 68\mu s$ ، $t_R = 140\,\mu s$ ، $t'_R = 116\,\mu s$

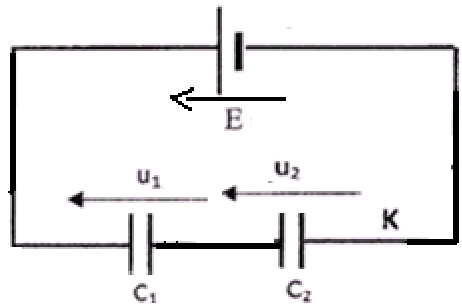
$$e = \frac{1{,}42.10^3}{2}(68 - 60 + 140 - 116) \times 10^{-6} \approx 2{,}3.cm$$

....

<u>تصحيح تمرين الفيزياء رقم 2</u>

1) 1-1) لدينا : $E = U_1 + U_2$ (1) المكثفان مركبان على التوالي ، يعبرهما نفس التيار ، وبالتالي <u>يحملان نفس الشحنة</u> الكهربائية .

لتكن q الشحنة المشتركة التي يحملها كل منهما. $q = q_1 = q_2 = C_1.U_1 = C_2U_2$



بالتعويض في (1) تصبح كما يلي : $E = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} = q(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}) = q.\frac{C_1 + C_2}{C_1.C_2}$

إذن : $q = E.\frac{C_1.C_2}{C_1 + C_2}$ مع : $C_2 = 0{,}5.C_1$ ومنه :

$U_1 = \frac{q}{C_1} = E.\frac{C_2}{C_1 + C_2} = \frac{12 \times 0{,}5.C_1}{C_1 + 0{,}5.C_1} = \frac{12 \times 0{,}5}{1 + 0{,}5} = 4V$ و : $U_2 = \frac{q}{C_2} = E.\frac{C_1}{C_1 + C_2} = \frac{12 \times 1C_1}{C_1 + 0{,}5.C_1} = \frac{12}{1 + 0{,}5} = 8V$

....

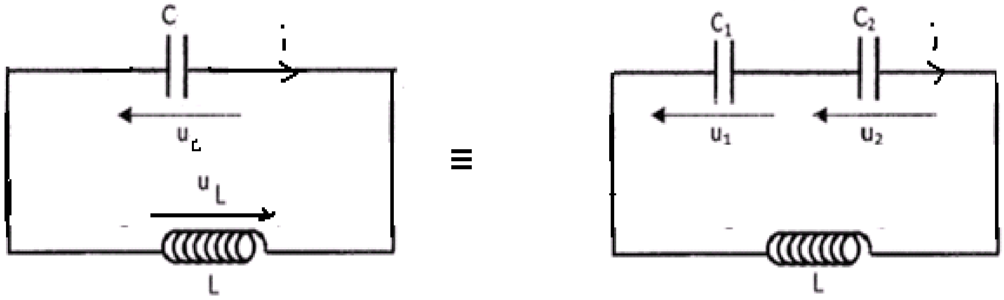
1-2) الطاقة المخزونة في المكثف C_1 : $E_1 = \frac{1}{2}.\times\frac{q^2}{C_1}$

الطاقة المخزونة في المكثف C_2 : $E_2 = \frac{1}{2}\times\frac{q^2}{C_2} = \frac{1}{2}.\frac{q^2}{(0{,}5.C_1)} = \frac{\frac{1}{2}.\frac{q^2}{C_1}}{0{,}5} = \frac{E_1}{0{,}5} = 2.E_1 \Leftarrow \boxed{E_2 = 2.E_1}$

....

2) 2-1) لتكن C سعة المكثف المكافئ للمكثفين السابقين المركبين على التوالي.

$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ أي : $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{0{,}5.C_1} = \frac{3}{C_1}$ ومنه : $\boxed{C = \frac{C_1}{3}}$



(2) (1)

بتطبيق قانون تجميع التوترات في الدارة رقم (2) : $u_L + u_C = 0$ أي : $L.\frac{di}{dt} + u_C = 0$ (3) **ولدينا :** $i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C.u_C)}{dt} = C.\frac{du_C}{dt}$

و : $\frac{di}{dt} = C.\frac{d^2u_C}{dt^2}$ **مع :** $C = \frac{C_1}{3}$ $\Leftarrow$ $\frac{di}{dt} = \frac{C_1}{3}.\frac{d^2u_C}{dt^2}$

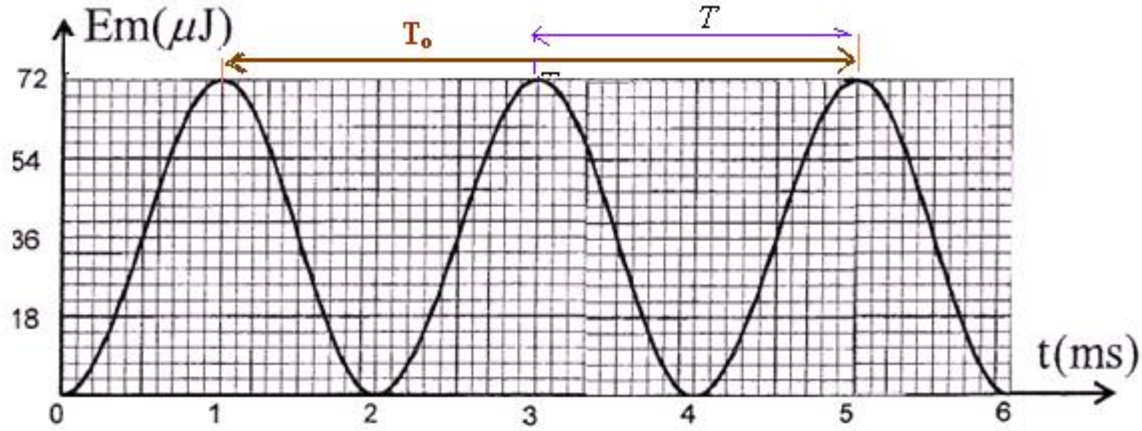
بالتعويض في (3) تصبح : $\frac{L.C_1}{3}.\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = 0$ أي : $\boxed{\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{3}{L.C_1}u_C = 0}$

2-2) حل المعادلة التفاضلية السابقة يكتب كما يلي : $u_C = E.\cos(\frac{2.\pi}{T_o}.t + \varphi)$ $\Leftarrow$ $\frac{du_C}{dt} = -E.\frac{2.\pi}{T_o}\sin(\frac{2.\pi}{T_o}.t + \varphi)$

و : $\frac{d^2u_C}{dt^2} = -E.\frac{4.\pi^2}{T_o^2}\cos(\frac{2.\pi}{T_o}.t + \varphi)$ بالتعويض في المعادلة التفاضلية $-E.\frac{4.\pi^2}{T_o^2}\cos(\frac{2.\pi}{T_o}.t + \varphi) + \frac{3}{L.C_1}.E.\cos(\frac{2.\pi}{T_o}.t + \varphi) = 0$

$\Leftarrow$ $-E.\frac{4.\pi^2}{T_o^2} + \frac{3}{L.C_1}.E = 0$ أي : $E.\frac{4.\pi^2}{T_o^2} = \frac{3}{L.C_1}.E$ أي : $\frac{4.\pi^2}{T_o^2} = \frac{3}{L.C_1}$ ومنه : $T_o^2 = \frac{4.\pi^2.L.C_1}{3}$

$\Leftarrow$ $\boxed{T_o = 2.\pi\sqrt{\frac{L.C_1}{3}}}$ ومنه : $L = \frac{3T_o^2}{4.\pi^2..C_1} = \frac{3\times(4.10^{-3})^2}{4\times10\times3.10^{-6}} = 0,4H$ إذن : $\boxed{L = 0,4H}$



نعلم أن دور التبادل الطاقي T بين المكثف الوشيعة يساوي نصف الدور الخاص إذن : $T_o = 4ms$ . .

2-3) المقاومة الكلية للدارة منعدمة أي أن الدارة مثالية وبالتالي فإن الطاقة الكلية للدارة ثابتة خلال الزمن .

نعلم أن الطاقة الكلية للدارة : $E_T = Em_{\max} = C^{te}$ **. إذن :** $\boxed{E_T = 72mJ}$.

<u>الطاقة المخزونة في المكثف المكافئ عند اللحظة</u> $t = 2ms$ **: لدينا من خلال الشكل (2) الطاقة المغنطيسية للوشيعة عند هذه اللحظة :** $E_m = 0$

وبما أن : $E_T = E_m + E_e$ **إذن :** $E_e = E_T - E_m = 72 - 0 = 72mJ$

<u>الجزء الثاني</u>:

1) بالنسبة ل : $N = N_o$ **تكون شدة التيار في الدارة قصوية والدارة في حالة رنين ، ممانعتها** $Z = R.$ **وبالتالي :** $U = R.I_o$ **ومنه :** $R = \frac{U}{I_o} = \frac{30}{0,3} = 100\,\Omega$

2) عند الرنين لدينا : $L\omega_o = \frac{1}{C.\omega_o}$ $\Leftarrow$ $L.C\omega_o^2 = 1$ **مع :** $\omega_o = 2\pi.N_o$ **إذن :** $4.\pi^2.N_o^2L.C = 1$ **ومنه :** $\boxed{N_o = \frac{1}{2.\pi.\sqrt{L.C}}}$.

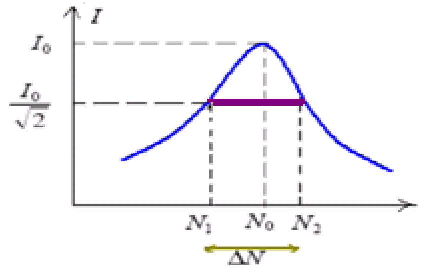
ت.ع : $N_o = \frac{1}{2.\pi.\sqrt{0,32\times5.10^{-6}}} = 125,8Hz$.

---

3) لدينا عند حدي المنطقة الممررة $P = U.I.\cos\frac{\pi}{4} = U.I\frac{\sqrt{2}}{2}$ و: $P_o = U.I._o\cos 0 = U.I_o = U.I.\sqrt{2}$ إذن : $\boxed{P=\frac{P_o}{2}}$

عند الرنين تكون القدرة الكهربائية المستهلكة مضاعفة.

....



4) عند حدي المنطقة الممرر لدينا: $P=\frac{P_o}{2}$ وعند الرنين القدرة قصوية : $P=P_o$

داخل المنطقة الممررة تكون : $I > \frac{I_o}{\sqrt{2}}$ والقدرة : $P_{int} > \frac{P_o}{2}$

بينما خارج المنطقة الممررة $\boxed{P_{ext} < \frac{P_o}{2}}$.

داخل المنطقة الممررة تكون طاقة الدارة مهمة وتكون الاستجابة قصوية.

....

تمرين الميكانيك :

الجزء الأول :

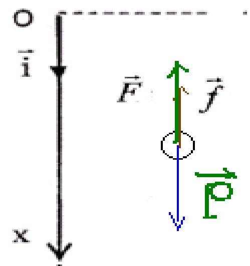
1) منحنى الشكل 2 يبرز نظامين : نظام انتقالي تتزايد خلاله السرعة ونظام دائم تصبح خلاله السرعة ثابتة . مبيانيا نجد $\boxed{v_{\lim} = 0{,}59\,m/s}$

....

2) خلال حركتها تخضع الكرية للقوى التالية : * $\vec{P}$ **: وزنها.**

* $\vec{F}$ **: دافعة أرخيميدس.**

* $\vec{f}$ **: مقاومة الهواء.**



3) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن: $\vec{F}+\vec{P}+\vec{f}=m.\vec{a}_G$

أي : $-\rho_S.V.g.\vec{i}+\rho_a V.g.\vec{i}-h.v.\vec{i}=m.a_x.\vec{i}$ $\Leftarrow$ $-\rho_S.V.g.+\rho_a V.g-h.v=m.\frac{dv}{dt}$

$\frac{dv}{dt}=-\frac{h}{m}.v+\frac{V.g}{m}(\rho_a-\rho_S)$ **وهي على الشكل :** $\frac{dv}{dt}=-\frac{h}{m}.v+\alpha.g$ **ومنه** : $\boxed{\alpha=\frac{V}{m}(\rho_a-\rho_S)}$

....

4) لنتحقق من كون حل المعادلة التفاضلية السابقة هو : $v=\alpha.g.\frac{m}{h}(1-e^{-\frac{h}{m}.t})$ أي: $v=\alpha.g.\frac{m}{h}-\alpha.g.\frac{m}{h}e^{-\frac{h}{m}.t}$ **إذن :**

$\frac{dv}{dt}=\alpha.g.e^{-\frac{h}{m}.t}$ **بالتعويض في المعادلة التفاضلية :** $\frac{dv}{dt}=-\frac{h}{m}.v+\alpha.g$ **تصبح كما يلي :**

$\alpha.g.e^{-\frac{h}{m}.t}=\frac{h}{m}(\alpha.g.\frac{m}{h}-\alpha.g.\frac{m}{h}e^{-\frac{h}{m}.t})+\alpha.g$ **أي :** $\alpha.g.e^{-\frac{h}{m}.t}=\alpha.g.+\alpha.g.e^{-\frac{h}{m}.t}+\alpha.g$ **أي :** $\alpha.g.e^{-\frac{h}{m}.t}=\alpha.g.e^{-\frac{h}{m}.t}$

وبالتالي فإن : $v=\alpha.g.\frac{m}{h}(1-e^{-\frac{h}{m}.t})$ **حل للمعادلة التفاضلية.**

....

5) $v=C^{te}$ $\Leftarrow$ $\frac{dv}{dt}=0$ **أي :** $\frac{dv}{dt}=-\frac{h}{m}.v_{\lim}+\alpha.g=0$ **ومنه :** $\boxed{v_{\lim}=\frac{\alpha.m.g}{h}}$

$$v_{\lim}=\frac{0{,}92\times 5.10^{-3}\times 9{,}81}{7{,}60\times 10^{-2}}=0{,}59\,m/s$$

....

6) تحديد وحدة $\frac{h}{m}$.

تعبير شدة قوة الاحتكاك : $f=.h.v$ **باستعمال التحليل ألبعدي:** $[h]=\frac{[F]}{[v]}$ **أي:** $\boxed{[h]=[F].[v]^{-1}}$

من خلال $\Sigma\vec{F}=m.\vec{a}$ لدينا $[F]=[M].[a]=[M].\dfrac{[v]}{[T]}$ومنه $[M]=[F].[T][v]^{-1}$:

إذن : $[T]^{-1}=\dfrac{[F].[v]^{-1}}{[F].[v]^{-1}.[T]}=\dfrac{[h]}{[m]}$ ومنه وحدة $\dfrac{h}{m}$ هي s^{-1} .

لدينا : $v_{\lim}=\dfrac{\alpha.m.g}{h}$ مبيانيا : $v_{\lim}=0{,}59m/s$ $\Leftarrow$ $\dfrac{m}{h}=\dfrac{v_{\lim}}{\alpha.g}=\dfrac{0{,}59}{0{,}92\times 9{,}81}\approx 65{,}4.10^{-3}s^{-1}$

....

الجزء الثالث:

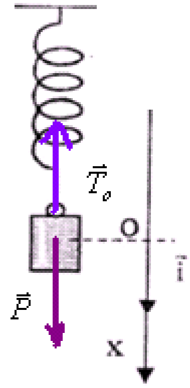
1) 1-1) من خلال شرط توازن الجسم الذي يخضع لوزنه $\vec{P}$ وتوتر النابض عند التوازن $\vec{T}_o$: .

$\vec{T}_o+\vec{P}=\vec{0}$ بالإسقاط على (o,x)

$-T_o+P=0$ أي : $-K.\Delta\ell_e+m.g=0$

ومنه :

$\Delta\ell_e=\dfrac{m.g}{K}=\dfrac{0{,}2\times 9{,}81}{20}=0{,}00981m\approx 9{,}8cm$.



....

1-2) خلال الحركة ، الجسم يخضع لوزنه $\vec{P}$ وتوتر النابض: $\vec{T}$.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن: $\vec{P}+\vec{T}=m.\vec{a}_G$

بالإسقاط على المحور (o,x) : $P-T=m.a_x\Leftarrow$ $m.g-K(x+\Delta\ell_e)=m.\dfrac{d^2x}{dt^2}$ أي: $m.g-K.x+K\Delta\ell_e=m.\ddot{x}$

وباعتبار شرط التوازن $m.g-K.x=0$ **تصبح المعادلة التفاضلية كما يلي :** $-K.x=m.\ddot{x}$ أي : $\ddot{x}+\dfrac{K}{m}.x=0$

مع : $\omega_o=\sqrt{\dfrac{K}{m}}.$ **والدور الخاص:** $T_o=2.\pi\sqrt{\dfrac{m}{K}}$

....

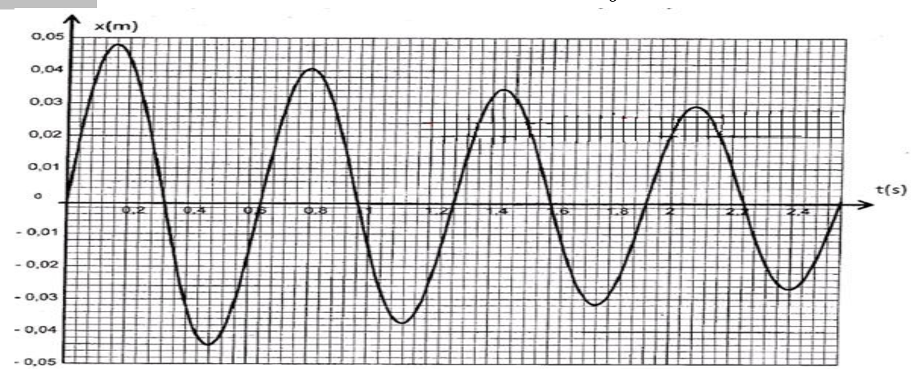
1-3) حل المعادلة التفاضلية $\ddot{x}+\dfrac{K}{m}.x=0$ **يكتب كما يلي :** $x=x_m.\cos(\dfrac{2.\pi}{T_o}.t+\varphi)$

تحديد φ :

من خلال المنحنى لدينا عند $t=0$ ، $x=0$ $\Leftarrow$ $0=x_m.\cos\varphi$ أي: $\cos\varphi=0$ و : $\varphi=\pm\dfrac{\pi}{2}$

ومن خلال المنحنى لدينا عند $t=0$ ، $v>0$ **لأن عند هذه اللحظة الجسم ينطلق في نفس منحى** (o,x) **: ولدينا** $v=\dot{x}=-x_m\dfrac{2.\pi}{T_o}.\sin(\dfrac{2.\pi}{T_o}.t+\varphi)$

وعند $t=0$ ، $v=-x_m\dfrac{2.\pi}{T_o}.\sin\varphi>0$ $\Leftarrow$ $\sin\varphi<0$ **وبالتالي :** $\varphi=-\dfrac{\pi}{2}$



تحديد x_m

لدينا : $v=-x_m\frac{2.\pi}{T_o}.\sin(\frac{2.\pi}{T_o}.t-\frac{\pi}{2})$ وعند $t=0$ تصبح : $v_o=-x_m\frac{2.\pi}{T_o}.\sin(-\frac{\pi}{2})$ ومنه :

$$x_m=\frac{-v_o.T_o}{2.\pi.\sin(-\frac{\pi}{2})}=\frac{-v_o.2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}}{2.\pi.\sin(-\frac{\pi}{2})}=\frac{-0,5\sqrt{\frac{0,2}{20}}}{-1}=0,05m=5cm$$

2-1) طاقة الوضع المرنة : $E_{pe}=\frac{1}{2}.K(x+\Delta\ell_e)^2+C^{te}$ و باعتبار الحالة المرجعية ، $C^{te}=0$ وبالتالي : $E_{pe}=\frac{1}{2}.K(x+\Delta\ell_e)^2$

بينما تعبير طاقة الوضع الثقالية : $E_{pe}=-m.g.x+C^{te}$ و باعتبار الحالة المرجعية وهي : $E_{pe}=0$ عند $x=0 \Leftarrow C^{te}=0$ ومنه : $E_{pe}=-m.g.x$

إذن طاقة الوضع للمتذبذب : $E_P=E_{pe}+E_{pp}=\frac{1}{2}.K(x+\Delta\ell_e)^2-m.g.x$

2-2)

الطاقة الميكانيكية للمتذبذب : $E_m=E_p+E_C$ إذن : $\boxed{E_M=\frac{1}{2}.K(x+\Delta\ell_e)^2-m.g.x+\frac{1}{2}.m.v^2}$ **(a)**

ولدينا : $x=x_m.\cos(\frac{2.\pi}{T_o}.t-\frac{\pi}{2})$ ، وعند مرور الجسم من موضع التوازن في المنحى الموجب . إذن : $x=0$.

وبذلك تصبح : $E_M=\frac{1}{2}.K\Delta\ell_e{}^2+\frac{1}{2}.m.v^2$ مع : $\Delta\ell_e=\frac{m.g}{K}$

$\Leftarrow E_M=\frac{1}{2}.K\frac{m^2.g^2}{K^2}+\frac{1}{2}.m.v^2=\frac{1}{2}.\frac{m^2.g^2}{K}+\frac{1}{2}.m.v^2$ وبالتالي : $E_M=\frac{1}{2}.\frac{m^2.g^2}{K}+\frac{1}{2}.m.v^2$ **(1)**

لدينا لنحدد تعبير السرعة البدئية : $x=x_m.\cos(\frac{2.\pi}{T_o}.t-\frac{\pi}{2})$: إذن : $v=\dot{x}=-x_m\frac{2.\pi}{T_o}.\sin(\frac{2.\pi}{T_o}.t-\frac{\pi}{2})$

و عند اللحظة t=o : ، $v_o=-x_m\frac{2.\pi}{T_o}.\sin(-\frac{\pi}{2})=x_m\frac{2.\pi}{T_o}$ مع : $T_o=2.\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$ إذن :

إذن : $v_o=x_m\frac{2.\pi}{2.\pi\sqrt{\frac{m}{K}}}=x_m.\sqrt{\frac{K}{m}}$ $\quad v_o=x_m.\sqrt{\frac{K}{m}}$

وبالتعويض في تعبير الطاقة الميكانيكية (a) عند اللحظة t=0 بحيث x=0 و $v=v_o$ يصبح كما يلي :

$$\begin{cases}E_M=\frac{1}{2}.K\Delta\ell_e{}^2+\frac{1}{2}.m.v_o{}^2\\ \quad=\frac{1}{2}.K\Delta\ell_e{}^2+\frac{1}{2}.m.x_m{}^2.\frac{K}{m}\\ \quad=\frac{1}{2}.K\Delta\ell_e{}^2+\frac{1}{2}.K.x_m{}^2\end{cases}$$

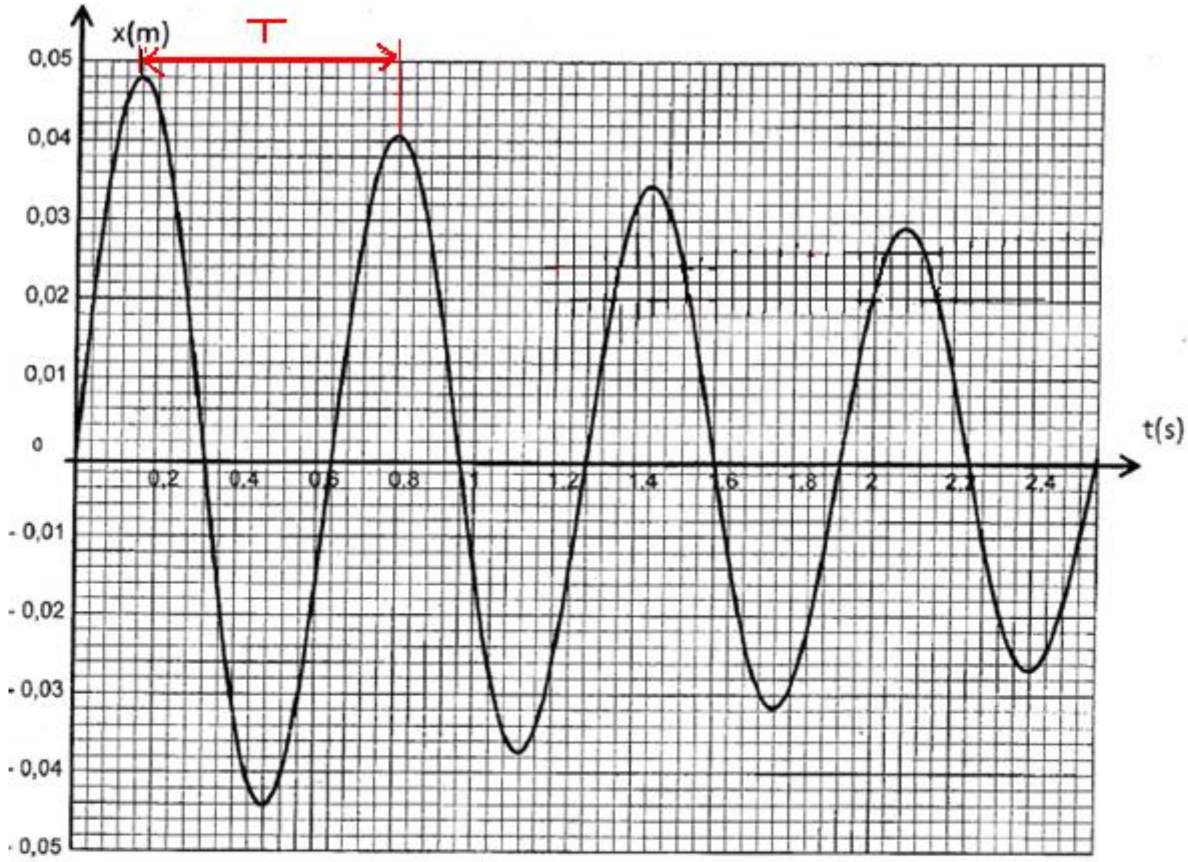
مع : $\Delta\ell_e=\frac{m.g}{K}$ $\Leftarrow$ $E_M=\frac{1}{2}.\frac{m^2.g^2}{K}+\frac{1}{2}.K.x_m{}^2$ **(2)**

(2)=(1) $\Leftarrow \frac{1}{2}.\frac{m^2.g^2}{K}+\frac{1}{2}.m.v^2=\frac{1}{2}.\frac{m^2.g^2}{K}+\frac{1}{2}.K.x_m{}^2$ ومنه : $\frac{1}{2}.m.v^2=\frac{1}{2}.K.x_m{}^2 \Leftarrow$ $v=x_m\sqrt{\frac{K}{m}}$

3-1) تناقص وسع المتذبذب يعزى إلى ظاهرة الخمود الناتج عن وجود الاحتكاكات.

3-2) لدينا : $T=\frac{T_o}{\sqrt{1-\left(\frac{\mu.T_o}{4.\pi.m}\right)^2}} \Leftarrow 1-\left(\frac{\mu.T_o}{4.\pi.m}\right)^2=\frac{T_o{}^2}{T^2} \Leftarrow \left(\frac{\mu.T_o}{4.\pi.m}\right)^2=1-\frac{T_o{}^2}{T^2}$ ومنه : $\mu=\frac{4.\pi.m}{T_o}\sqrt{1-\frac{T_o{}^2}{T^2}}$

تطبيق عددي :



مبيانيا لدينا شبه الدور :

$T = 16 \times \dfrac{0,2}{5} = 0,64s$ **ولدينا** $T_o = 2.\pi\sqrt{\dfrac{m}{K}} = 2.\pi\sqrt{\dfrac{0,2}{20}} = 0,628\,s$ **ومنه :** $\mu = \dfrac{4.\pi.\times 0,2}{0,628}\sqrt{1-\dfrac{0,628^2}{0,64^2}} \approx 0,77kg.s^{-1}$