

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

استعمال الآلة الحاسبة القابلة للبرمجة أو الحاسوب غير مسموح به.

يتكون الموضوع من تمرين في الكيمياء وثلاث تمارين في الفيزياء .

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

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 : $M = 122\text{g.mol}^{-1}$

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

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

1- دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء

نذيب كتلة m من حمض البنزويك في الماء المقطر ، فنحصل على محلول S حجمه $V = 200\text{mL}$ و تركيزه $C = 1,0 \cdot 10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$; نقيس موصلية محلول المحصل فنجد : $\sigma = 29,0\text{mS.m}^{-1}$

1.1- احسب قيمة الكتلة m . 0,5

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

1.3- أوجد تعبير pH محلول S بدلالة C و γ . احسب قيمة pH . 0,75

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

2. المعايرة حمض قاعدة

لتحديد درجة نقاوة مسحوق حمض البنزويك ؛ نجز التجربة التالية :

2.1- نضيف كتلة $m' = 1,00\text{g}$ من مسحوق حمض البنزويك إلى حجم $V_B = 20,0\text{mL}$ من محلول هيدروكسيد 0,25

الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$ تركيزه $C_B = 1,00\text{mol.L}^{-1}$ بحيث تكون أيونات الهيدروكسيد HO^- أكثر بكثير من

جزيئات الحمض C_6H_5COOH برمز لكمية مادة حمض البنزويك البدئية n_0 .

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

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

نرمز لتقديم تفاعل المعايرة عند التكافؤ بـ X_E .

أوجد تعبير n_0 بدلالة X_E و C_B و V_B .

2.3- احسب n_0 . 0,25

2.4- استنتاج النسبة الكتيلية لحمض البنزويك الخالص في المسحوق . 0,5

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

الزيترين جسم دهني مكون أساسياً لزيت الزيتون وهو ثلاثي غليسيريد، ينبع عن تفاعل الغليسيرول وحمض الزيتي. لتحضير الصابون، نسخن بالارتداد في حوجلة كتلة $m = 10,0\text{g}$ من زيت الزيتون (الزيترين) وحجما $V = 20\text{mL}$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C = 7,5\text{mol.L}^{-1}$ وحجما $V' = 10\text{mL}$ من الإيثanol وحجر خفاف. نسخن الخليط التفاعلي لمدة 30 دقيقة، ثم نصبه في محلول مشبع لكلورور الصوديوم، بعد تحرير الخليط وتبریده وترشيحه، نقىس كتلة الجسم الصلب (الصابون) المحصل، فنجد $m' = 8,0\text{g}$.

معطيات :



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

- 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 للزيترين. 0,75
 3- اكتب معادلة تفاعل التصبن وعين الصيغة الكيميائية للصابون محدداً المركب الهيدروفيلي للصابون. 0,75
 4- نفترض أن زيت الزيتون مكون فقط من الزيترين؛ بين أن تعبير مردود تفاعل التصبن يمكن على الشكل: 0,75

$$r = \frac{m'}{3m} \cdot \frac{M(O)}{M(S)} \text{ احسب قيمته.}$$

الفيزياء (13 نقطة)

تمرين 1 (2,25 نقطة) : الموجات فوق صوتية
نضع في إناء مملوء بالماء صفيحة من البليكسيكلاص سمكها e ، نغمي في الماء مجساً مكوناً من باعث ومستقبل للموجات فوق الصوتية (شكل 1)؛
نعيين بواسطة جهاز ملائم كل من الإشارة المنبعثة والإشارة المستقبلة من طرف المجس.

- مدة الإشارة فوق الصوتية وجبرة جداً لذلك نمثلها بجزء رأسية.
1- في غياب صفيحة البليكسيكلاص، نحصل على الرسم التذبذبي الممثل في الشكل 2.

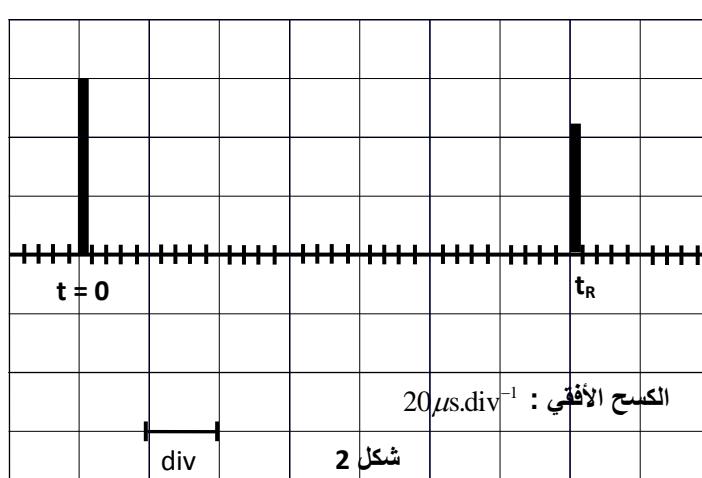
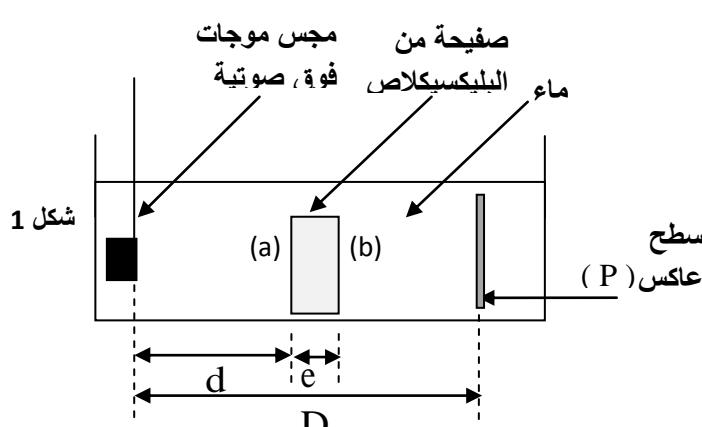
القط المحس، عند اللحظة t_r ، الإشارة فوق الصوتية

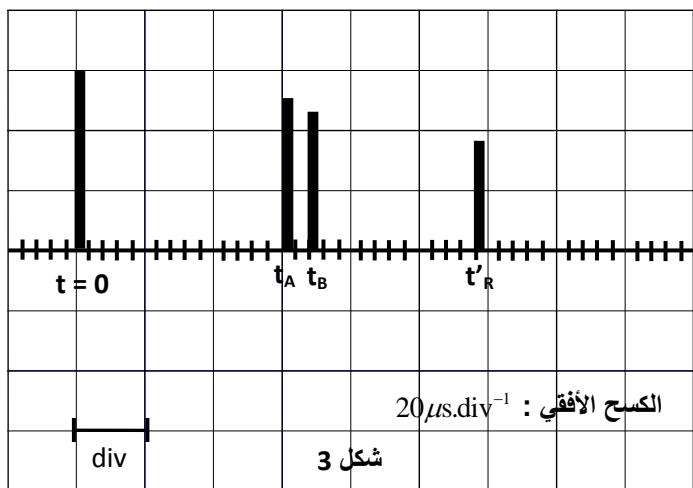
بعد أن انعكست على السطح (P). أثبت العلاقة $t_r = \frac{2D}{v}$

حيث v سرعة الموجة فوق الصوتية في الماء.

- 2- نحصل على الرسم التذبذبي (شكل 3) بوجود صفيحة البليكسيكلاص داخل الإناء.

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





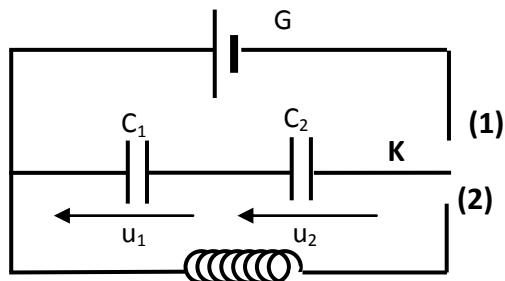
ونرمز بـ v' للحظة التي تم عندها النقطة الموجة المنعكسة على السطح (P). نرمز لسرعة الموجة فوق الصوتية في البليسيكلاص بـ v' . 0,5

2.1- في أي وسط (الماء أو البليسيكلاص) تكون سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية أكبر؟ على الجواب.

2.2- عبر عن v' بدلالة v و t_A و t_B و t'_R . 0,5

2.3- أوجد تعبير السرقة بدلالة v و t_A و t_B و t'_R . احسب قيمة v علما أن سرعة الموجات فوق الصوتية في الماء هي $v = 1,42 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1}$. 1

تمرين 2 (5,25 نقطة)



شكل 1

الجزء الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول (3 نقط) : دراسة دارة متذبذبة LC

نجز التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 1 ، والمتكون من :

- مولد G مؤتمل للتوتر قوته الكهرومغناطيسية $E = 12V$ ،

- مكثفين C_1 و C_2 سعتيهما تباعا $C_1 = 3 \mu\text{F}$ و $C_2 = 0,5 \mu\text{F}$ ،

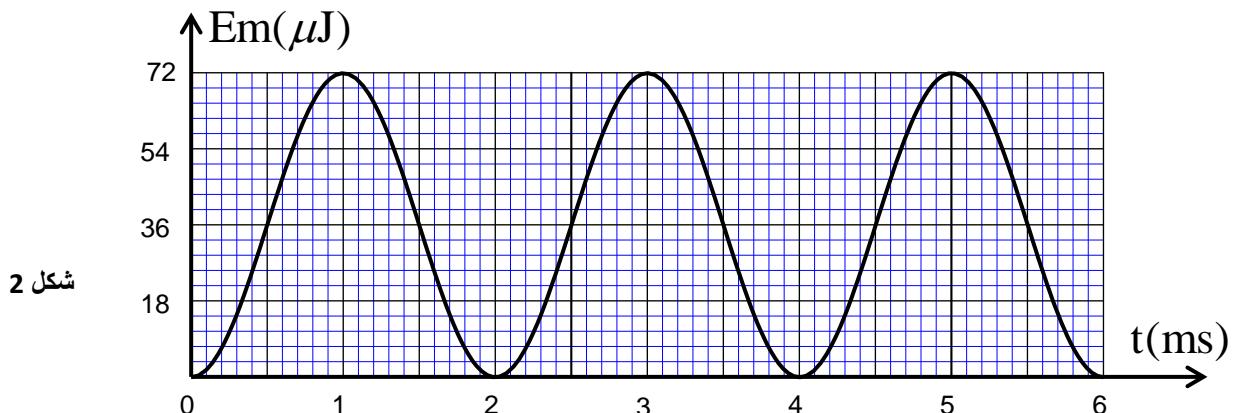
- وشيعة معامل تحريرها L و مقاومتها مهملة.

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 $E_2 = 2E_1$. 0,5

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



شكل 2

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

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

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

$$u_c(t) = E \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right) \text{ باعتبار } L = \pi^2$$

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 $t = 2ms$ | 0,75

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

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

نطبق بين مربطي ثنائي القطب AB توترة متناوباً جيبياً تردد N قابل للضبط :

$i(t) = I\sqrt{2} \cos(2\pi Nt + \varphi)$ ، فيمما في الدارة تيار كهربائي شدته $u(t) = 30\sqrt{2} \cos(2\pi Nt)$ بالفولط و $i(t)$ بالأمبير.

- بالنسبة لقيمة N_0 للتردد ، 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 حد الم منطقة الممررة بـ P و خارج

المنطقة الممررة بـ P_{ext} .

1- احسب قيمة R | 0,5

2- احسب قيمة N_0 | 0,75

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

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

تمرين 3 (5,5 نقطة) الجزءان الأول والثاني مستقلان

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

ندرس حركة كرية فولاذية داخل سائل لزج في مخبر مدرج (شكل 1).

التبليانة تعطي فقط فكرة عن التركيب التجريبي ولا تحترم السلم.

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

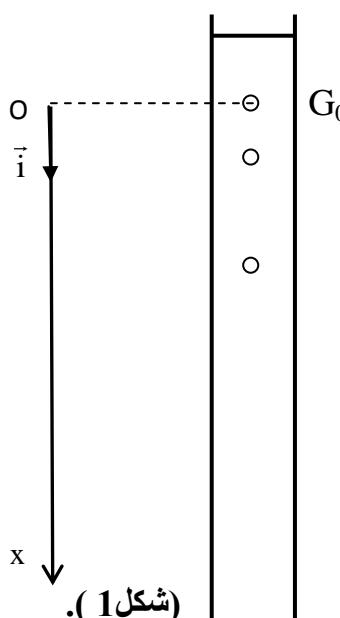
نعلم الموضع الحظي لمركز القصور G للكرية بالأوصول x على المحور
الرأسى (\vec{i}) الموجه نحو الأسفل (شكل 1).

عند $t = 0$ ، يكون G في النقطة G_0 ذات الأوصول $0 = x$ ؛ نرمز لمتجهة

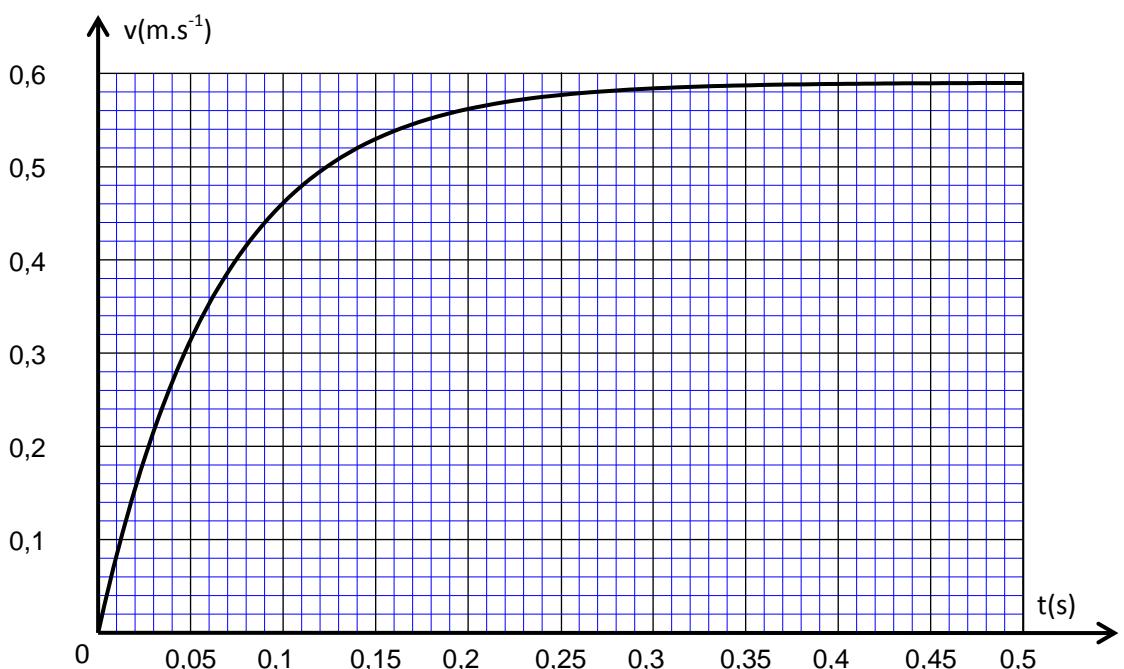
السرعة عند لحظة t بـ $\vec{v} = \vec{v}(t)$. يتم تحليل الفيديو بواسطة برنامج ملائم ،

يمكن من الحساب التقريري للسرعة v عند اللحظة t .

يمثل منحنى الشكل 2 تطور السرعة v خلال الزمن .



شكل 2



نرمز v و m تباعاً لحجم و كتلة الكرية و يرمز ρ_a و ρ تباعاً لكتلة الحجمية للفولاذ وللسائل اللزج
وترمز g لشدة الثقالة .

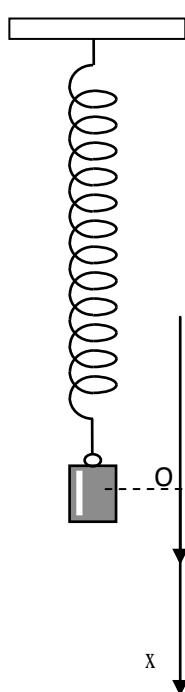
تخصيص الكرية أثناء سقوطها داخل السائل إلى :

- قوة الاحتكاك المائع $\vec{f} = -h \cdot v \cdot \vec{i}$ مع h معامل الاحتكاك المائع ؛

- دافعة أرخميدس $\vec{F} = -\rho_s \cdot V \cdot \vec{g}$:

- وزن الكرية الفولاذية $m \vec{g} = \rho_a \cdot V \cdot \vec{g}$:

- 1- اعتمادا على منحنى الشكل 2، بين وجود سرعة حدية وعين قيمتها التجريبية. 0,5
- 2- مثل على تبیانة ، بدون سلم ، متوجهات القوى المطبقة على الكرية أثناء حركتها داخل السائل اللزج. 0,25
- 3- أوجد المعادلة التفاضلية التي تتحققها السرعة $v(t)$ وبين أنها تكتب على الشكل: $\frac{dv}{dt} = -\frac{h}{m} \cdot v + \alpha \cdot g$ 0,5
محددا تعبير α .
- 4- تحقق أن الدالة $v(t) = \alpha \cdot g \cdot \frac{m}{h} \left[1 - e^{-\frac{h}{m}t} \right]$ حل للمعادلة السابقة. 0,25
- 5- أبرز ، انطلاقا من المعادلة التفاضلية أو انطلاقا من حلها ، وجود سرعة حدية واحسب قيمتها وقارنها بالقيمة التجريبية المحصل عليها . نعطي: $m = 5,0 \text{ g}$; $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ و $h = 7,60 \cdot 10^{-2} \text{ kg.s}^{-1}$ 0,75
- 6- استعمل التحليل البعدي لتحديد وحدة $\frac{m}{h}$ و حدد انطلاقا من التسجيل قيمة $\frac{m}{h}$. 0,5



شكل 1

الجزء الثاني (2,75 نقطة) : الدراسة الطافية لمتذبذب محمد

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

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

1- التذبذبات الحرة غير المخمدة

نعلم الموضع الحظي لمركز القصور G للجسم الصلب بالأقصول x على المحور الرأسي (\bar{i}, \bar{o}) الموجه نحو الأسفل (شكل 1).

أصل المحور الرأسي منطبق مع G_0 موضع G عند التوازن.

عند اللحظة $t = 0$ ، ندفع الجسم الصلب نحو الأسفل بسرعة

$$\text{بدئية } \bar{v}_0 = v_0 \cdot \bar{i} \text{ منظمها}$$

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

1.2- أوجد المعادلة التفاضلية التي يتحققها الأقصول x خلال الزمن. 0,25

- 1.3- يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل $x(t) = x_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$ 0,5
حدد قيمة كل من الثابتين φ و x_m .

2- طاقة المتذبذب

الحالات المرجعية للطاقة :

- طاقة الوضع الثقالية $E_{pp} = 0$ في المستوى الأفقي الذي يضم G_0 ؛

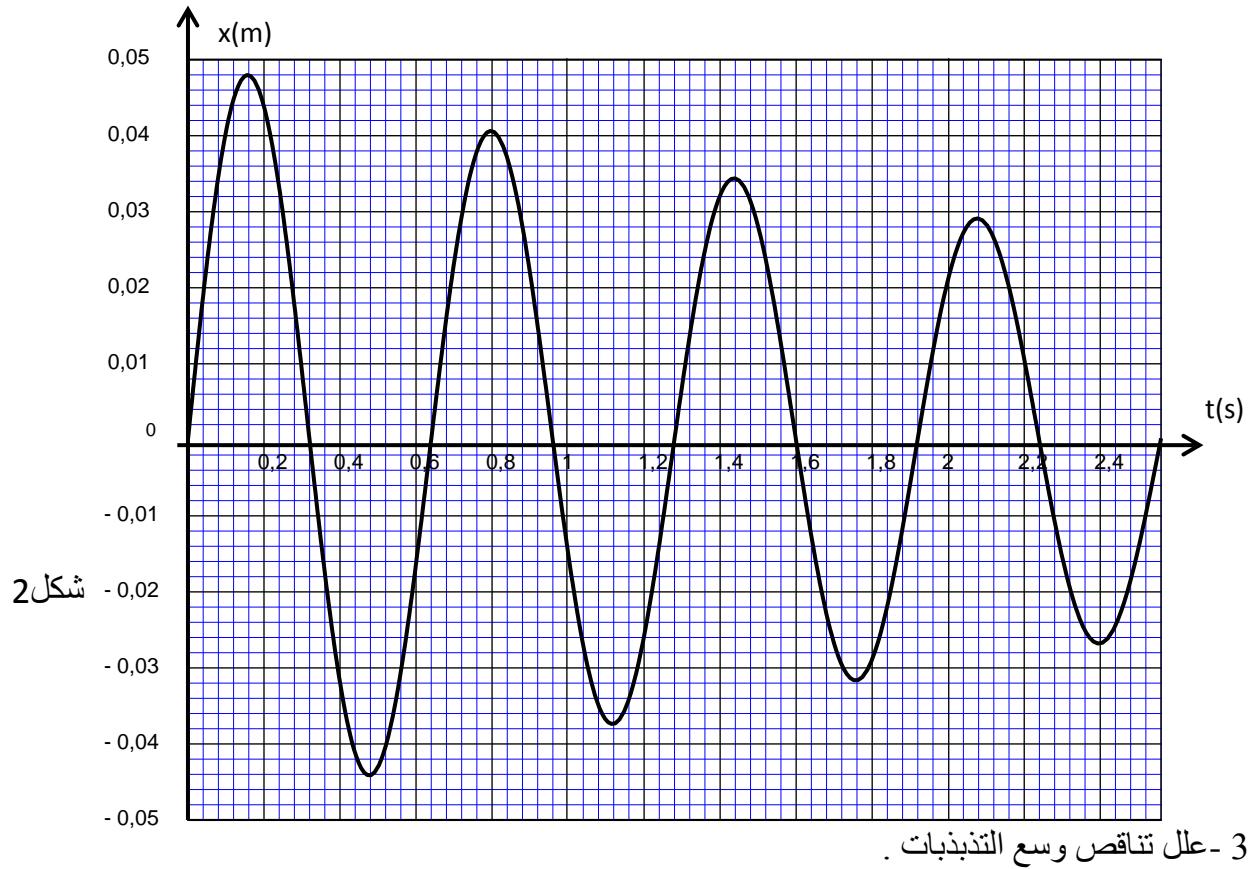
- طاقة الوضع المرنة $E_{pe} = 0$ عندما يكون النابض غير مشوه.

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

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 . 0,5

3- التذبذبات الحرة المخمدة

يبين تسجيل حركة المتذبذب (شكل 2)، بواسطة جهاز ملائم أن وسع التذبذبات يتغير خلال الزمن .



3.1 - عل تناقص وسع التذبذبات . | 0,25

3.2- يعبر عن شبه الدور T في حالة الخمود الضعيف بالعلاقة

$$T = \frac{T_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{\mu \cdot T_0}{4\pi \cdot m}\right)^2}}$$
 حدد اعتمادا على المبيان قيمة معامل الخمود μ . | 0,75