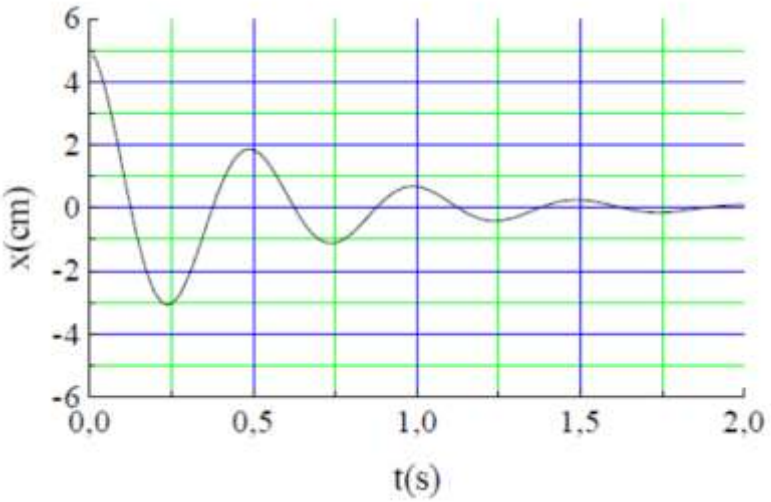
جامعة محمد خيضر بسكرة
الأعمال التوجيهية في
مادة فيزياءIII

كلية العلوم الدقيقة...
قسم علوم المادة
السنة الجامعية 2024/2023

السلسلة3 (ألإهتزازات الحرة المتخامدة)

ملاحظة: في كل السلسلة نعتبر الإهتزازات صغيرة

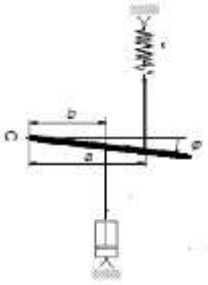
تمرين1 :توضع كتلة m=25Kg فوق قاعدة مطاطية مهملة الكتلة لتنضغط بـ 6.1cm. عند سحب الكتلة عن وضع توازنها بـ 5cm وتترك تهتز حرة وبتسجيل أوضاعها بواسطة جهاز خاص نتحصل على المنحنى المقابل, إذا أعتبرنا الجملة عبارة عن نابض ثابت مرونته K مع محمد لزوجي بثابت α .



المطلوب:

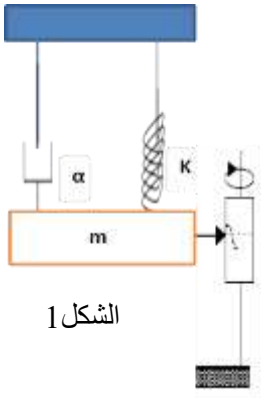
1- مثل الشكل الميكانيكي المكافئ؟
2- أكتب المعادلة التفاضلية؟ وحلها؟
3- أحسب من البيان كل من K وα ؟
4- تحقق من حساب K بطريقة أخرى مع أخذ $g=9.81m/s^2$ ؟

تمرين2: ليكن لدينا الشكل المقابل حيث الساق قابلة للدوران حول المحور0 وطولها L وكتلتها M ومعامل لزوجة المخمد α



1- أكتب ألمعادلة التفاضلية للحركة (الإهتزازات صغيرة)
2- إذا كانت الحركة المتحصل عليها عبارة عن إهتزازات حرة متخامدة فأكتب عبارة معامل التخامد δ

تمرين3: -: ليكن لدينا الجهاز الميكانيكي الممثل في الشكل 1 بحيث m=1.2Kg و K=200N/m يمكن تسجيل x(t) بالنسبة لموضع التوازن بواسطة جهاز خاص



الشكل1

I- يملا المخمد بسائل قليل اللزوجة و تزاح الكتلة عن ضع توازنها بمقدار X_0 =5cm وتترك حرة ***بدون*** سرعة إبتدائية نتحصل على منحني جيبي متخامد تنقص السعة بـ 30% بعد $5T_a$ المطلوب:

1- أحسب التناقص اللوغاريتمي ؟ والضياع النسبي في الطاقة بين اللحظتين $t_1=0$ و $t_2=5T_a$ ($\Delta E/E = (E_2 - E_1)/E_1$)؟
2- إذا إعتبرنا $T_0=T_a$ فأحسب معامل اللزوجة α ؟

II- نغير سائل المخمد ليصبح المنحنى المسجل مطابق للنظام الحرج

1- أحسب معامل اللزوجة الموافق α_c ؟

2- أوجد موضع الكتلة m في اللحظتين $t_1=1T_0$ ؟

3- أحسب الطاقة الضائعة بين اللحظتين ($t=0$ و $t_1=1T_0$) ؟

ماذا تستنتج (المقارنة بين الحالة I وII فيما يخص سرعة تخامد الحركة)

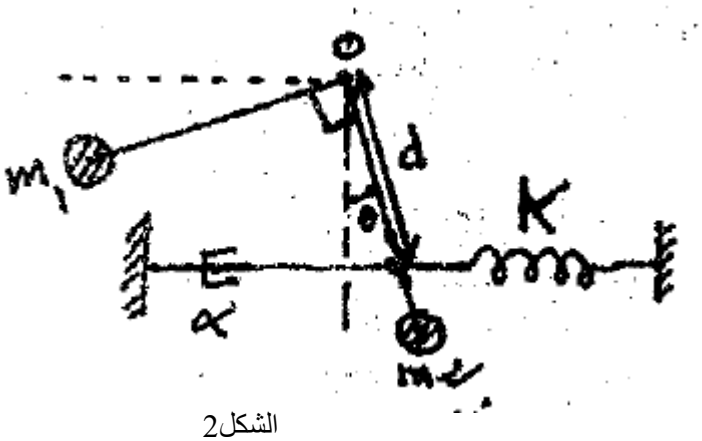
<u>تمارين إضافية</u>

تمرين 4: في الشكل2 الساقين صلبتين ومهملتي الكتلة والزاوية بينهما قائمة تدوران حول النقطة O وطولهما ℓ يكون النظام في حالة توازن عند $\theta = 0$

1- أكتب عبارتي كل من $E_p(\theta)$ و $E_c(\theta)$ ؟

2- من شرط التوازن أستنتج العبارة المختصرة للطاقة الكامنة؟

3- أكتب المعادلة التفاضلية للحركة $\theta(t)$ ؟ ناقش حلها حسب قيم α؟



الشكل2

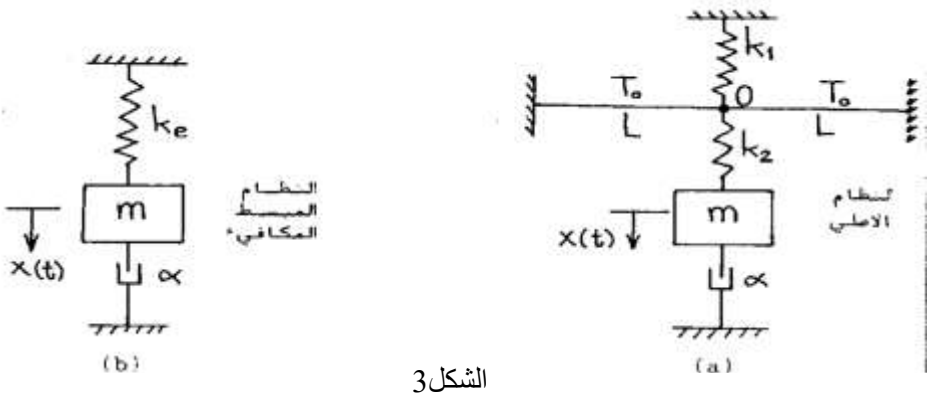
تمرين 5: في الشكل a شدة توتر الخيطين ثابت T_0 أثناء الإهتزاز العمودي للكتلة' نختار

$K_2 = 2K_1 = 4K, T_0 = KL, \alpha = \sqrt{8Km}$

1- بسط الجملة لتصبح كما في الشكل b وأحسب K_e؟

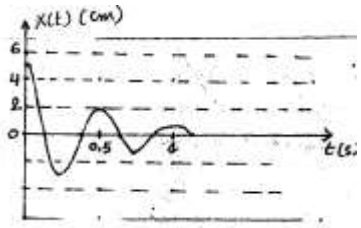
2- أكتب عبارة حل المعادلة التفاضلية للحركة؟

3- أوجد $x(t)$ إذا كانا الشرطان الإبتدائيان: $x(0) = A_0, \dot{x}(0) = 0$ ؟



الشكل3

مختصر الحلول



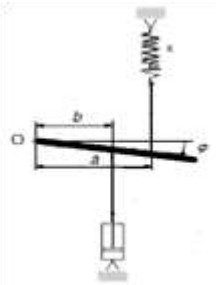
حساب التناقص اللوغاريتمي

$$\theta = LnD = Ln(A(t)/A(t+T_a)) = \delta T \Rightarrow \alpha = 2m\theta/T_a = 91.6Kg/s$$

حساب K مباشرة

$$K = P/\Delta\ell = 4020N/m$$

أو إنطلاقا من: $\omega_a^2 = \omega_0^2 - \delta^2$



$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{d\dot{\varphi}}\right) - \frac{\partial L}{d\varphi} + \frac{\partial D}{d\dot{\varphi}} = 0$$

$$L = E_c - E_P = \frac{1}{2}J\dot{\varphi}^2 - \frac{1}{2}Ka^2\varphi^2$$

$$D = \frac{1}{2}\alpha b^2\dot{\varphi}^2,$$

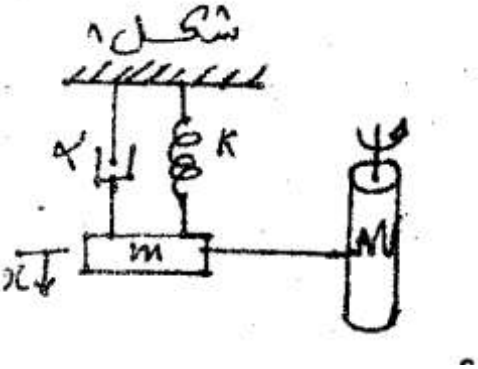
$$\ddot{\varphi} + \frac{\alpha b^2}{J}\dot{\varphi} + \frac{Ka^2}{J}\varphi$$

$$\delta = \frac{\alpha b^2}{2J}$$

I

$$\frac{A(t)}{A(t+5T_a)} = \frac{Ae^{-\delta T_a}}{Ae^{-\delta T_a}e^{-5\delta T_a}} = e^{5\delta T_a} = e^{5\theta}$$

$$\Rightarrow 5\theta = Ln\frac{A(t)}{A(t+5T_a)} \Rightarrow \theta = \frac{1}{5}Ln\frac{A(t)}{A(t+5T_a)}$$



$$\theta = \frac{1}{5}Ln\frac{A(0)}{A(5T_a)} = 0.07, A(0) = 5cm, A(5T_a) = 0,7*5 = 3,5cm, = 70\%..de..5cm$$

$$\frac{\Delta E}{E} = 0.49 - 1 = -0.51 = 51\%,....$$

$$E_1 = E_{p1} = \frac{1}{2}kx_0^2,.....E_2 = E_{p2} = \frac{1}{2}k(0,7x_0)^2.....E_{c1} = E_{c2} = 0$$

$$T_a \simeq T_0 \Rightarrow \alpha = 0.345Kg/s$$

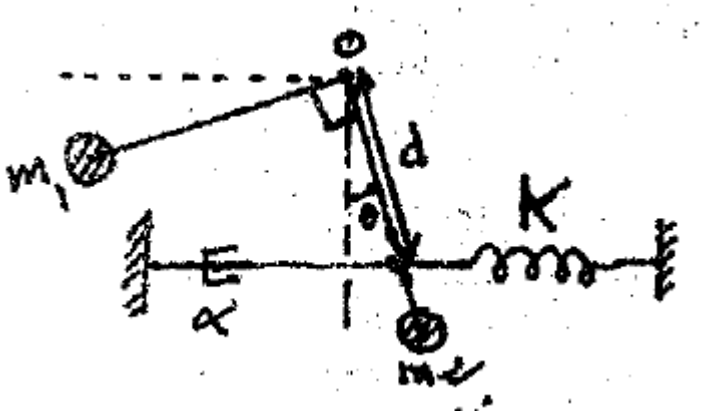
II

$$\Delta = 0 \mapsto \alpha_c = 30.98 = 31Kg/s$$

$$x(T) = 5.9.10^{-2}cm$$

$$\frac{\Delta E}{E} = -0.99 = 99\%$$

نلاحظ زيادة كبيرة في سرعة التخامد



المعادلة التفاضلية

$$\ddot{\theta} + \frac{\alpha d^2}{(m_1 + m_2)\ell^2}\dot{\theta} + \frac{Kd^2 + m_2 g\ell}{(m_1 + m_2)\ell^2}\theta = 0$$

$K_e = 2K \Rightarrow \Delta = 0$

تخامد حرج

1