حل ورقة النشاط المطورة للنواس المرن

نشاط (1): (س1)

$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$\omega_0' = \sqrt{\frac{k'}{m'}} = \sqrt{\frac{\frac{k}{2}}{2m}} = \sqrt{\frac{k}{4m}}$

$\omega_0' = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2}\omega_0$

(س2)

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$T_0' = 2\pi\sqrt{\frac{m'}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}}$

$T_0' = \sqrt{2} \times 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \sqrt{2}\,T_0$

(س3) من الموضع $+X_{max}$ إلى الموضع $-X_{max}$ يستغرق الجسم الصلب زمناً قدره $\frac{1}{2}T_0$

$\Rightarrow \frac{1}{2}T_0 = 1S \Rightarrow T_0 = 2S$

من الموضع $+X_{max}$ إلى الموضع $-X_{max}$ يقطع الجسم الصلب مسافة $2X_{max}$

$2X_{max} = 24cm \Rightarrow X_{max} = 12 \times 10^{-2} m$

حساب k:

$k = \omega_0^2 m = \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \times m$

$= \left(\frac{2\pi}{2}\right)^2 \times 100 \times 10^{-3} = 1 N.m^{-1}$

حساب E:

$E = \frac{1}{2}kX_{max}^2 = \frac{1}{2}(1)((2\times10^{-2})^2$

$= \frac{1}{2} \times 144 \times 10^{-4} = 72 \times 10^{-4} J$

حساب E_p:

$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}(1)(6\times10^{-2})^2$

$= 18 \times 10^{-4} J$

حساب E_k:

$E_k = E - E_p = 72\times10^{-4} - 18\times10^{-4}$

$= 54 \times 10^{-4} J$

(س4)

$a = -\omega_0^2 x = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \times 2\times10^{-2}$

$= -\left(\frac{2\pi}{4}\right)^2 \times 2\times10^{-2}$

$= -\frac{10}{4} \times 2\times10^{-2} = -5\times10^{-2} m.s^{-2}$

(س5)

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$0.5 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{40}}$ نربع

$\frac{1}{4} = 40\,\frac{m}{40} \Rightarrow m = \frac{1}{4} kg$

0947205146
0988440574

س8) شدة قوة (إرجاع)

$$f = kx$$

$$= 20 \times 2 \times 10^{-2} = 0.4\ N$$

س7)

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$2 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{10}}$$ نربع

$$u = u_0\frac{m}{10} \Rightarrow u = 4\ m$$

$$m = 1kg$$

س8) لحظة المرور بوضع التوازن $x = 0$

$$\Rightarrow 0 = 0.8\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow$$

$$\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = 0 \Rightarrow$$

$$2\pi t + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2} + \pi k$$

$$2t + \frac{1}{2} = \frac{1}{2} + k \Rightarrow 2t = k$$

$$t = \frac{k}{2}$$ لحظة المرور الثالث

$$t = \frac{2}{2} = 1s \Leftarrow k = 2$$

س9)

$$v_{max} = \omega_0 X_{max}$$

$$= \left(\frac{2\pi}{T_0}\right) X_{max}$$

$$= \frac{2\pi}{0.5} \times 8 \times 10^{-2}$$

$$32\pi = 100$$

$$v_{max} = 32\pi \times 10^{-2} = 1\ ms^{-1}$$

س10)

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.4 \times 10^{-3}}{10}}$$

$$T_0 = 2\sqrt{\frac{4}{10^4}} = \frac{4}{100} = 0.04\ s$$

س11) لحظة بدء الحركة $t = 0 \Leftarrow$

$$x = 0.4\cos\pi = -0.4\ m$$

نشاط (2): 1) $f = kx$ ، الطال ، بالإشارة ، وضع التوازن.

2) $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{0.5} = 4\pi = 12.5\ rad.s^{-1}$

3) الطال

4) $f'_{s0} = kX_0$ ، X_0

5) القوة المعيدة ، محصلة القوى

نشاط (3):

1) لأنه مركز عطالة الجسم الصلب ينطبق على جانبي مركز التوازن

2) باقتراب الجسم الصلب منه مركزاه تتزايد (حيث تكون السرعة عظمى) تزداد قيمة السرعة وبالتالي الحركة متسارعة.

3) في الوضعية الطاقية تتقدم السرعة فتتقدم الطاقة الحركية وبالتالي تكون الطاقة الميكانيكية على شكل طاقة كامنة مرونية

4) $T_0 = \frac{\text{زمن الهزات}}{\text{عدد الهزات}} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}\ s$

$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{\frac{1}{4}} = 8\pi\ rad.s^{-1}$

5) تأثير الوسط والاحتكاك يسبب اضمحلال

6) في الوضعية الطاقية يكون المطال أعظمي فتكون قوة الإرجاع عظمى أما في وضع التوازن سيعدم المطال فتنعدم قوة الإرجاع

نشاط (4) :

المطال $\bar{x}$	السرعة $\bar{v}$	التسارع $\bar{a}$
$+X_{max}$	0	$-\omega_0^2 X_{max}$
0	$-\omega_0 X_{max}$	0
$-X_{max}$	0	$+\omega_0^2 X_{max}$
0	$+\omega_0 X_{max}$	0
$+X_{max}$	0	$-\omega_0^2 X_{max}$
0	$-\omega_0 X_{max}$	0
$-X_{max}$	0	$+\omega_0^2 X_{max}$
$-X_{max}$	0	$+\omega_0^2 X_{max}$

3/

نشاط (5)

1) $\bar{x} = X_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

$v = (x)'_t = -\omega_0 X_{max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

$a = (x')_t = (v)_t$

$a = -\omega_0^2 X_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

$= -\omega_0^2 \bar{x}$

2) $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{2\pi}{T_0}$

$\Rightarrow T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

3) $X = X_{max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

لحظة بدء الحركة $\in \begin{cases} t=0 \\ X = +X_{max} \end{cases}$

$X_{max} = X_{max} \cos\bar{\varphi} \Rightarrow$

$\cos\bar{\varphi} = 1 \Rightarrow \varphi = 0\ rad$

$\Rightarrow \bar{x} = X_{max} \cos(\omega_0 t)$

4) $E_k = \frac{1}{2} m v^2$

$v = -\omega_0 X_{max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

$E_k = \frac{1}{2} m \omega_0^2 X_{max}^2 \sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

$= \frac{1}{2} k X_{max}^2 \sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

0947205146
0988440574

نشاط (6) :

1) $\vec{0}$

2) $k(x_0+\bar{x})$

3) $-\frac{k}{m}\bar{x}$

4) $E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}k\left(\frac{x_{max}}{2}\right)^2$

$= \frac{1}{8}kx_{max}^2$

5) $E_k = E - E_p$

$= \frac{1}{2}kx_{max}^2 - \frac{1}{2}kx^2$

$= \frac{1}{2}kx_{max}^2 - \frac{1}{2}k\left(\frac{x_{max}}{\sqrt{3}}\right)^2$

$= \frac{1}{2}kx_{max}^2 - \frac{1}{6}kx_{max}^2$

$= \frac{1}{3}kx_{max}^2$

نشاط (7) :

1) $\Sigma F = W - f_s = ma$

2) محور شاقولي موجه نحو الأسفل

3) $\bar{x} = x_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

4) حركة جيبية دورية

5) طرد أكبر مربع سعة الاهتزاز - وتكون على شكل طاقة حركية في مركز الاهتزاز - ثابتة دورياً

نشاط (8) :

1) الطالب معدوم في مركز الاهتزاز
أعظمي (طويلة) في الوضعية الطرفية
السرعة معدومة في الوضعية الطرفية
أعظمي (طويلة) في مركز الاهتزاز
التسارع معدوم في مركز الاهتزاز
أعظمي (طويلة) في الوضعية الطرفية

2) $v_{max} = \mp \omega_0 x_{max}$

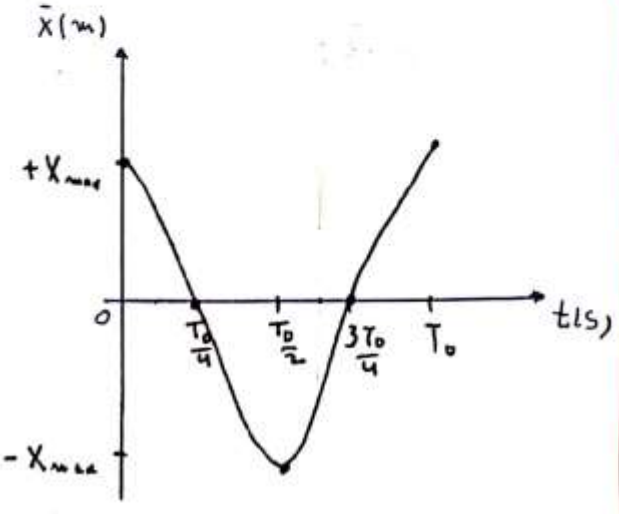
$a_{max} = \mp \omega_0^2 x_{max}$

3) $E = E_k$ معدومة في مركز الاهتزاز $> E_p$ عظمى في الوضعية الطرفية

$E = E_p$ معدومة في الوضعية الطرفية $> E_k$ عظمى في مركز الاهتزاز

نشاط (9) :

1) مخطط الطالب



5/

نشاط (10)

1) عند الاقتراب من مركز التوازن
تزداد v ← تزداد E_k ← تنقص E_p
حتى تنعدم في مركز اهتزاز
عند الابتعاد عن مركز اهتزاز
تنقص v ← تنقص E_k ← تزداد E_p
حتى تصبح نهاية في الوضعية الطرفية

2) الجواب صفحة من الكتاب

3)
$\frac{1}{2}T_0 = 10s \Rightarrow T_0 = 20s$

$2X_{max} = 10cm \Rightarrow X_{max} = 5\times10^{-2}m$

حساب E :

$E = \frac{1}{2}kX_{max}^2$

$K = \omega_0^2 m = \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \times m$

$= \left(\frac{2\pi}{20}\right)^2 \times 100\times10^{-3} = \frac{1}{10}\times10^{-1} = 10^{-2}\ N.m^{-1}$

$E = \frac{1}{2}\times10^{-2}\times(5\times10^{-2})^2 = 12.5\times10^{-6}\ J$

$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}(10^{-2})\left(\frac{X_{max}}{5}\right)^2$

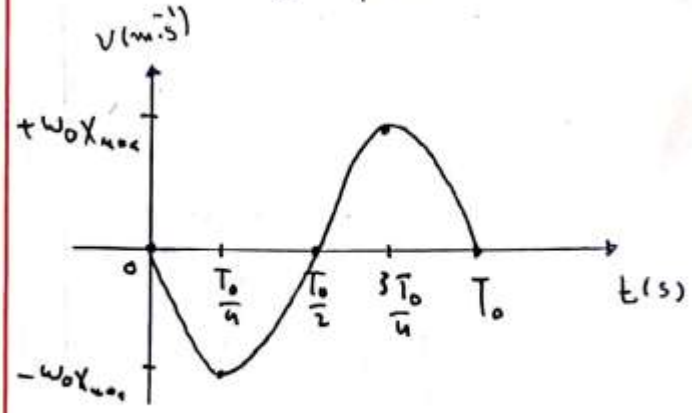
$= \frac{1}{2}(10^{-2})\left(\frac{5\times10^{-2}}{5}\right)^2 = \frac{1}{2}\times10^{-6}\ J$

$E_k = E - E_p$

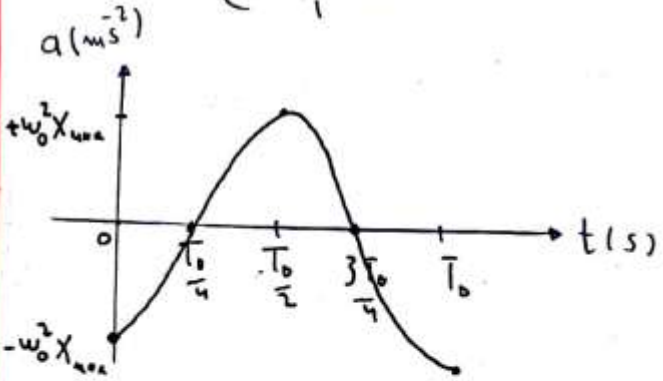
$= 12.5\times10^{-6} - 0.5\times10^{-6}$

$= 12\times10^{-6}\ J$

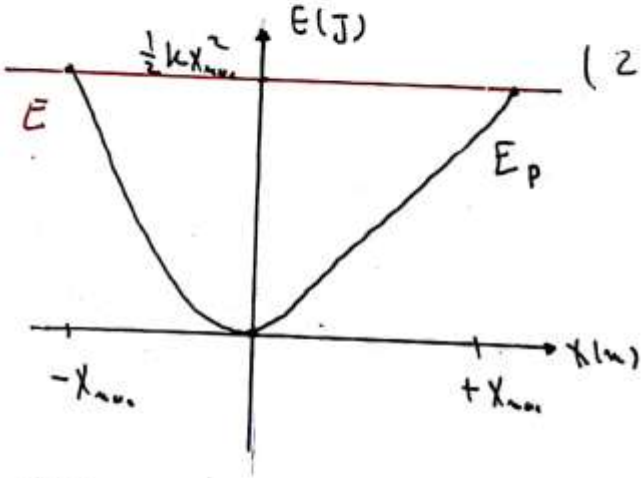
مخطط السرعة



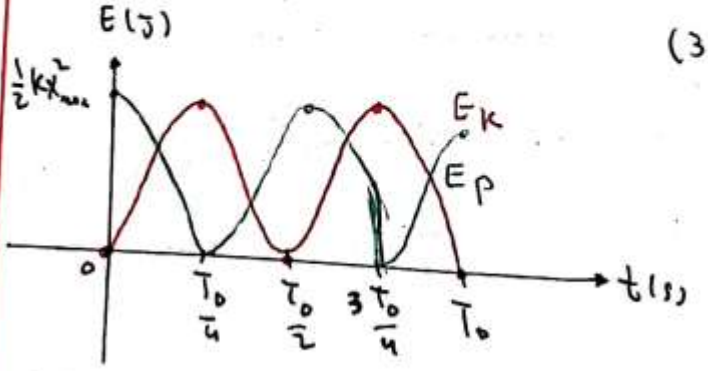
مخطط التسارع



(2



(3



4) التعريف صفحة 15 من الكتاب

نشاط (11):

(1

$$E = E_k + E_p$$

$$\frac{1}{2}kX_{max}^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}k(X_{max}^2 - x^2)$$

$$\frac{k}{\omega_0^2}v^2 = k(X_{max}^2 - x^2)$$

$$v^2 = \omega_0^2(X_{max}^2 - x^2)$$

$$\boxed{v = \omega_0\sqrt{X_{max}^2 - x^2}}$$

(2

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow k = \omega_0^2 m$$

(3

$$E = \frac{1}{2}kX_{max}^2 \Rightarrow 2E = kX_{max}^2$$

$$\Rightarrow k = \frac{2E}{X_{max}^2}$$

نشاط 11 / 12

1) $\bar{x} = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

$\omega_0 = \pi$ rad.s^{-1}

$X_{max} = 4\,cm = 4\times10^{-2}$ m

حساب $\bar{\varphi}$ من شروط البدء:

$t=0$, $x=-X_{max}$:

$$-X_{max} = X_{max}\cos\bar{\varphi}$$

$$\cos\bar{\varphi} = -1 \Rightarrow \varphi = \pi\ rad$$

b)

$$x = 4\times10^{-2}\cos(\pi t - \pi)$$

(2

$$v = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

من الشكل المجاور:

$$\frac{1}{2}T_0 = \frac{1}{2} \Rightarrow T_0 = 1\,s \Rightarrow$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi\ rad.s^{-1}$$

$$\pm\omega_0 X_{max} = \mp 0.2\pi \Rightarrow$$

$$X_{max} = \frac{0.2\pi}{\omega_0} = \frac{0.2\pi}{2\pi} = 0.1\ m$$

حساب $\bar{\varphi}$ من شروط البدء:

$t=0$, $v=0$:

$$v = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

$$0 = -\omega_0 X_{max}\sin\bar{\varphi}$$

لأن $\omega_0 \neq 0$ و $X_{max} \neq 0$

$$\sin\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = \begin{matrix}0\\ \pi\end{matrix}\ rad$$

نختار الحل الذي يجعل السرعة بعد مرور دور سالبة (أوجد خلال أرباع الدور موجبة).

$$v = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

$\varphi = 0 \Rightarrow$ حل مقبول

$$v = -2\pi \times 0.1\sin\left(2\pi\times\frac{T_0}{4} + 0\right)$$

$$v = -0.2\pi\sin\frac{\pi}{2} = -0.2\pi\ m.s^{-1}$$

$\varphi = \pi \Rightarrow$ حل مرفوض.

$$v = -2\pi \times 0.1 \sin\left(2\pi \times \frac{T_0}{4} + \pi\right)$$

$$v = -0.2\pi \sin\frac{3\pi}{2} = +0.2\pi \ m.s^{-1}$$

$$v = -0.2\pi \sin\frac{\pi}{2}t$$

نشاط (13):

$\omega_0(rad.s^{-1})$

$a(m.s^{-2})$ ، $f(N)$ ، $k(N.m^{-1})$

$E_p(J)$ ، $v(m.s^{-1})$

نشاط (14):

1) نؤثر باضطراب معدوم في مركز التوازن

$$x=0 \Rightarrow E_p = \frac{1}{2}kx^2 = 0$$

2) نؤثر k ، m مقادير موجبة دوماً

نشاط (15):

المسألة الأولى:

1)

$$X_{max} = 0.12 \ m$$

$$\omega_0 = 2\pi \ rad.s^{-1} \qquad \varphi = +\frac{\pi}{3} \ rad$$

2)

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \Rightarrow T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1 \ s$$

3)

$$t=0 \Rightarrow x = 0.12\cos\left(\frac{\pi}{3}\right)$$

$$= 0.06 \ m$$

$$t = \frac{T_0}{12} = \frac{1}{12} \ s \Rightarrow x = 0.12\cos\left(2\pi \times \frac{1}{12} + \frac{\pi}{3}\right)$$

$$x = 0.12\cos\frac{\pi}{2} = 0 \ m$$

4)

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow$$

$$m = \frac{k}{\omega_0^2} = \frac{10}{(2\pi)^2} = \frac{10}{40} = \frac{1}{4} \ kg$$

5)

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}(10)(8\times10^{-2})^2$$

$$= 32\times10^{-3} \ J$$

$$E = \frac{1}{2}kX_{max}^2 = \frac{1}{2}(10)(12\times10^{-2})^2$$

$$= 72\times10^{-3} \ J$$

$$E_k = E - E_p = 72\times10^{-3} - 32\times10^{-3}$$

$$= 40\times10^{-3} = 0.04 \ J$$

المسألة الثانية:

1)

$$a = -\omega_0^2 x = -(2\pi)^2 \times 0.5\times10^{-2}$$

$$= -40\times0.5\times10^{-2} = -0.2 \ m.s^{-2}$$

2) طول القطعة المستقيمة التي يرسمها مركز عطالة الجسم الصلب

$$2X_{max} = 2\times0.1 = 0.2 \ m$$

3)

$$\omega_0 = 2\pi \ rad.s^{-1} \Rightarrow$$

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1 \ s$$

الزمن اللازم لكي ينتقل الجسم من $+X_{max}$ إلى $-X_{max}$ هو $\frac{1}{2}T_0$

$$\frac{1}{2}T_0 = \frac{1}{2}(1) = \frac{1}{2}\,s$$

4- $v = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t+\varphi)$

لحظة المرور بوضع التوازن $\Leftarrow X=0$

$$0 = 0.1\cos 2\pi t \Rightarrow$$

$$\cos 2\pi t = 0 \Rightarrow 2\pi t = \frac{\pi}{2}+\pi k$$

$$\Rightarrow 2t = \frac{1}{2}+k \Rightarrow t = \frac{1}{4}+\frac{k}{2}$$

لما لحظة المرور الأول بوضع التوازن $k=0$

$$\Rightarrow t = \frac{1}{4}\,s$$

$$\Rightarrow v = -2\pi \times 0.1 \sin\left(2\pi \times \frac{1}{4}+0\right)$$

$$v = -0.2\pi \sin\frac{\pi}{2} = -0.2\pi \; m\,s^{-1}$$

5- $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

ومنه $4 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{1}}$

$$16 = 40\,m \Rightarrow m = \frac{16}{40} = 0.4\,kg$$

6- السألة الثالثة:

1) $\bar{X} = X_{max}\cos(\omega_0 t+\bar{\varphi})$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{10}{0.1}} = 10\ rad.s^{-1}$$

في اللحظة $t=0$ كان في مركز التوازن أي أنه السرعة عظمى

$$v_{max} = -\omega_0 X_{max} = -3\ m\,s^{-1}$$

$$-10\,X_{max} = -3 \Rightarrow X_{max} = \frac{3}{10}$$

$$= 0.3\ m$$

حساب $\bar{\varphi}$ من شروط البدء:

$$\left.\begin{matrix} t=0 \\ X=0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow X = X_{max}\cos(\omega_0 t+\bar{\varphi})$$

$$0 = X_{max}\cos\varphi$$

لما $\Leftarrow X_{max}\neq 0$

$$\cos\bar{\varphi}=0 \Rightarrow \varphi = \begin{cases}\frac{\pi}{2}\\ \frac{3\pi}{2}\end{cases} rad$$

نأخذ من كل الذي يجعل السرعة سالبة في اللحظة $t=0$

$\varphi = \frac{\pi}{2}\ rad \Rightarrow$

$$v = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t+\bar{\varphi})$$

$$v = -10 \times 0.3 \sin\left(0+\frac{\pi}{2}\right)$$

$$v = -3\ m\,s^{-1}$$ حل مقبول

$\varphi = \frac{3\pi}{2}$ rad ... ومن الرسم

$v = -10 \times 0.3 \sin\left(\frac{3\pi}{2}\right) = +3 \text{ m.s}^{-1}$

$\Rightarrow x = 0.3 \cos\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$

2) لحظة المرور بموضع التوازن $x = 0$

$\Rightarrow 0 = 0.3 \cos\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$

$\Rightarrow 10t + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2} + \pi K$

$\Rightarrow 10t = \pi K \Rightarrow t = \frac{\pi}{10} K$

لدينا لحظة المرور الثاني بموضع التوازن.

$K = 1 \Rightarrow t = \frac{\pi}{10}$ s

لحظة المرور الثالث بموضع التوازن

$K = 2 \Rightarrow t = \frac{\pi}{10}(2) = \frac{\pi}{5}$ s

3) شدة قوة الإرجاع

$F = KX = 10 \times 5 \times 10^{-2} = 0.5 \text{ N}$

4) تنعدم محصلة القوى في مركز التوازن

يسبب انعدام المطال $x = 0 \Rightarrow F = -Kx = 0$

وتكون عظمى في الوضعيتين الطرفيتين

$F = -KX_{max} = -10 \times 0.3 = -3 \text{ N}$

9/

5) يخضع الجسم الصلب في حالة السكون :

لتأثير : 1- قوة ثقله $\vec{w}$

2- قوة توتر النابض $\vec{f}_{s_0}$

$\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow$

$\vec{w} + \vec{f}_{s_0} = \vec{0}$

بإسقاط على محور شاقولي موجه نحو الأسفل

$w - f_{s_0} = 0 \Rightarrow w = f_{s_0}$

يخضع النابض لتأثير قوة شدة f'_{s_0} تسبب

له استطالة $x_0 \Leftarrow f'_{s_0} = Kx_0$

لدينا $f_{s_0} = f'_{s_0}$ قوتا شدة داخلية

$\Rightarrow \quad w = Kx_0 \Rightarrow$

$x_0 = \frac{w}{K} = \frac{mg}{K}$

$x_0 = \frac{0.1 \times 10}{10} = 0.1 \text{ m}$

المسألة الرابعة :

1) $x = X_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi)$

$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi \text{ rad.s}^{-1}$

$X_{max} = 12 \times 10^{-2} \text{ m}$

حساب φ من شروط البدء:

$t = 0$

$x = 6 \times 10^{-2} \text{ m}$

$\left.\begin{array}{l} x = X_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi) \\ 6 \times 10^{-2} = 12 \times 10^{-2} \cos\varphi \end{array}\right\}$

$\cos\varphi = \frac{6}{12} = \frac{1}{2} \Rightarrow$

$\varphi = \pm \frac{\pi}{3}$ rad

نختار الحل الذي يجعل السرعة سالبة

$\varphi = +\frac{\pi}{3}$ rad $\Rightarrow$ حل مقبول

$v = -\omega_0 X_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi)$

$v = -2\pi \times 12 \times 10^{-2} \sin\frac{\pi}{3}$

$v = -12\pi \times 10^{-2} \sqrt{3}$ m.s^{-1}

$\varphi = -\frac{\pi}{3}$ rad $\Rightarrow$ حل مرفوض

$v = -2\pi \times 12 \times 10^{-2} \sin -\frac{\pi}{3}$

$v = +12\pi \times 10^{-2} \sqrt{3}$ m.s^{-1}

$\Rightarrow X = 12 \times 10^{-2} \cos(2\pi t + \frac{\pi}{3})$

(2

$X_0 = \frac{mg}{k} = \frac{mg}{\omega_0^2 m}$

$X_0 = \frac{10}{(2\pi)^2} = \frac{10}{40} = \frac{1}{4}$ m

3) لحظة المرور بموضع التوازن

$\Leftarrow x = 0$

$\cos(2\pi t + \frac{\pi}{3}) = 0 \Rightarrow$

$2\pi t + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} + \pi k \Rightarrow$

$2t + \frac{1}{3} = \frac{1}{2} + k$

10

$2t = \frac{1}{2} - \frac{1}{3} + k = \frac{1}{6} + k$

$t = \frac{1}{12} + \frac{k}{2}$

لحظة المرور الأول $\Leftarrow k=0$ $t = \frac{1}{12}$ s

$\Leftarrow k=1$ " الثاني "

$t = \frac{1}{12} + \frac{1}{2} = \frac{7}{12}$ s

(4

$v_{max} = |\mp \omega_0 X_{max}|$

$= |2\pi \times 12 \times 10^{-2}|$

$4\pi = 12.5$

$= 24\pi \times 10^{-2} = 0.75$ m.s^{-1}

(5

$E = \frac{1}{2} k X_{max}^2 \Rightarrow k = \frac{2E}{X_{max}^2}$

$k = \frac{2 \times 0.072}{(12 \times 10^{-2})^2} = \frac{144 \times 10^{-3}}{144 \times 10^{-4}}$

$k = 10$ N.m^{-1}