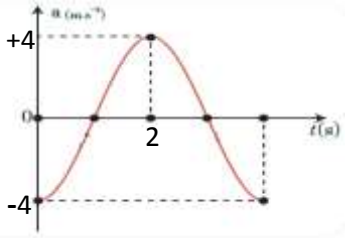
السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي وانقلها إلى ورقة إجابتك: (50 درجة)

1_ يمثل الخط البياني المجاور تغيرات التسارع بدلالة الزمن لجسم مرتبط بنابض مرن يتحرك بحركة توافقية بسيطة فيكون التابع الزمني للتسارع هو:



$a=-4\cos(\frac{\pi}{2}t+\pi)$	D	$a=-4\cos(2\pi t+\pi)$	C	$a=-4\cos\frac{\pi}{2}t$	B	$a=-4\cos 2\pi t$	A

2- هزازة توافقية بسيطة مؤلفة من نابض مرن مهمل الكتلة ثابت صلابته k يحمل في نهايته جسماً كتلته m دوره To نستبدل الكتلة m بكتلة $m'=2m$ والنابض بآخر ثابت صلابته $k'=\frac{k}{2}$ فيكون نبض النواس الجديد ω'_o هو:

$\omega'_o=\frac{1}{2}\omega_o$	D	$\omega'_o=4\omega_o$	C	$\omega'_o=2\omega_o$	B	$\omega'_o=\frac{1}{4}\omega_o$	A

3- في النواس المرن غير المتخامد تتساوى الطاقتان الكامنة والحركية عندما تكون القيمة الجبرية للمطال:

$+X_{max}$	D	$\pm\frac{X_{max}}{\sqrt{2}}$	C	$\pm\frac{X_{max}}{2}$	B	$-X_{max}$	A

4- ينتقل مركز عطالة الجسم الصلب في النواس المرن غير المتخامد في اللحظة t=0 من الوضع $+X_{max}$ إلى الوضع $-X_{max}$ فيستغرق زمناً قدره 10 S فيكون زمن الدور T_o هو:

40 S	D	5 S	C	10 S	B	20 S	A

5- حركة توافقية بسيطة لجسم كتلته m معلق بنابض مرن دور حركته T_o نجعل الكتلة $m'=2m$ فيصبح دوره الجديد:

$T'_o=\frac{1}{\sqrt{2}}T_o$	D	$T'_o=\frac{1}{2}T_o$	C	$T'_o=2T_o$	B	$T'_o=\sqrt{2}T_o$	A

السؤال الثاني: نثبت إلى بداية ساق أفقية ملساء طرف نابض مرن مهمل الكتلة ونثبت إلى نهايته الثانية جسماً صلباً كتلته m لنشكل نواس مرن حركته جيبية انسحابية التابع الزمني لمطالها $\bar{x}=X_{max}\cos(\omega_0 t+\bar{\varphi})$ والمطلوب: (25 درجة)

a) استنتج عبارة الطاقة الميكانيكية للنواس المرن .
b) حدد شكل الطاقة لحظة المرور بوضع التوازن .

السؤال الثالث: قام أحد الفيزيائيين بإعداد نواس مرن غير متخامد والمطلوب ساعد الفيزيائي بما يلي: (30 درجة)

a) اكتب المعادلة التفاضلية من المرتبة الثانية التي تقبل حلاً جيبياً .
b) انطلاقاً من المعادلة التفاضلية استنتج دور النواس المرن غير المتخامد .
c) وضح طبيعة حركة النواس .
d) بين العوامل التي يتوقف عليها دور النواس .

السؤال الرابع: برهن أن محصلة القوى المؤثرة في مركز عطالة الجسم الصلب في النواس المرن هي قوة إرجاع . (30 درجة)

السؤال الخامس: أجب عن أحد السؤالين التاليين: (25 درجة)

1) انطلاقاً من التابع الزمني لمطال الجسم المعلق بالنابض في النواس المرن $\bar{x}=X_{max}\cos\omega_0 t$:
a. استنتج تابع التسارع ثم حدد الأوضاع التي يكون فيها التسارع معدوم وأعظمي .
b. بين هل التسارع ثابت أم متغير ؟ فسر إجابتك.

0947205146 0988440574

2) في الحركة التوافقية البسيطة للنواس المرن يطلب منكم:

a. ارسم الخط البياني لتغيرات الطاقة بتغير المطال.

b. بين كيف تتغير الطاقة الكامنة المرونية عندما يتحرك الجسم من نقطة مطالها $x=+\frac{X_{max}}{2}$ إلى مركز الاهتزاز ؟ وفسر إجابتك.

السؤال السادس: حل المسائل التالية:

المسألة الأولى: تتألف هزازة توافقية بسيطة غير متخامدة من جسم صلب كتلته $m=1kg$ معلق إلى طرف نابض مرن شاقولي مهمل الكتلة حلقاته متباعدة يهتز بدور $T_0=0.4\ S$ ويرسم في أثناء حركته قطعة مستقيمة طولها $12cm$ والمطلوب: (80 درجة)

1- استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام باعتبار مبدأ الزمن عندما كان الجسم في مطاله الأعظمي الموجب.
2- احسب ثابت صلابة النابض k.
3- احسب قيمة الاستطالة السكونية للنابض.
4- عين لحظة المرور الأول والثالث للجسم في مركز الاهتزاز.
5- احسب الطاقة الكامنة المرونية للنابض في نقطة مطالها $x=4cm$ ثم احسب الطاقة الحركية عندئذ.

المسألة الثانية: تهتز نقطة مادية كتلتها m بحركة توافقية بسيطة بمرونة نابض مهمل الكتلة حلقاته متباعدة ثابت صلابته $k=1.25N.m^{-1}$ شاقولي وبدور $4\ S$ وبسعة اهتزاز $8cm$ فإذا علمت أن النقطة كانت في موضع مطاله $\frac{X_{max}}{2}$ في بدء الزمن وهي متحركة بالاتجاه السالب والمطلوب: (40 درجة)

1- استنتج التابع الزمني للمطال انطلاقاً من شكله العام.
2- احسب قيمة الكتلة المعلقة m.
3- احسب الكتلة التي تجعل الدور الخاص $1\ S$.

المسألة الثالثة: نواس مرن شاقولي مؤلف من جسم صلب كتلته $2kg$ ونابض مرن ثابت صلابته $20N.m^{-1}$ نزيح الجسم عن وضع توازنه شاقولياً نحو الأسفل بالاتجاه الموجب وضمن حدود مرونة النابض مسافة $32cm$ وتتركه دون سرعة ابتدائية في اللحظة $t=0$ والمطلوب: (40 درجة)

1- استنتج التابع الزمني للمطال انطلاقاً من شكله العام.
2- احسب قيمة السرعة العظمى (طويلة).
3- احسب الطاقة الميكانيكية للنواس.

المسألة الرابعة: نواس مرن شاقولي مؤلف من نابض مرن ونقطة مادية كتلتها $100g$ يهتز بدور $1S$ وبسعة اهتزاز $16cm$ وبفرض مبدأ الزمن عندما تكون النقطة في مطالها الأعظمي الموجب والمطلوب: (40 درجة)

1- استنتج التابع الزمني للمطال انطلاقاً من شكله العام.
2- احسب تسارع النقطة المادية في موضع مطاله $x=5cm$.
3- احسب شدة قوة الإرجاع في نقطة مطالها $x=10\ cm$.

المسألة الخامسة: هزازة توافقية بسيطة مؤلفة من نابض مرن مهمل الكتلة حلقاته متباعدة ثابت صلابته $k=10N.m^{-1}$ معلق به جسم كتلته $m=0.16kg$ وبطاقة ميكانيكية $E=0.5\ J$ والمطلوب: (40 درجة)

1- استنتج قيمة سعة الاهتزاز X_{max}.
2- احسب الدور الخاص للحركة.
3- احسب قيمة السرعة عند المرور في مركز الاهتزاز.

_____انتهت الأسئلة_____

0947205146 0988440574

اختبار النواس المرن

السؤال الأول :

1) معطيات التابع الزمني للتسارع بالملاحظة :

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

ونلاحظ من الشكل أن $\omega_0^2 X_{max} = 4$

ونلاحظ أن : $\frac{1}{2} T_0 = 2 \Rightarrow T_0 = 4\,s$

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

حساب φ من شروط البدء :

$$\left.\begin{array}{l} t=0 \\ a = -\omega_0^2 X_{max} = -4\ m.s^{-2} \end{array}\right\} \Rightarrow \text{نعوض :}$$

$$-4 = -4\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = 1$$

$$\varphi = 0\ rad$$

بالتالي التابع الزمني :

$$a = -4\cos\frac{\pi}{2} t$$

12

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

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

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

---

1)

$$E = E_p + E_k$$

لكنه عندما تتساوى : $E_p = E_k$

$$E = 2E_p$$

$$\frac{1}{2} k X_{max}^2 = 2 \times \frac{1}{2} k x^2$$

$$X_{max} = \pm \frac{x}{\sqrt{2}}$$

---

4) من $-X_{max}$ إلى $+X_{max}$ الزمن هو $\frac{T_0}{2}$

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

5)

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

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

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

السؤال الثاني : فقرة 1a : بطاقة تعريف الحركة التوافقية البسيطة صفحة 14 من الكتاب

b) عند المرور بوضع التوازن يتدم الطال

$$x = 0 \Rightarrow E_p = 0 \Rightarrow E = E_k$$

الطاقة تكون حركية.

السؤال الثالث : فقرة استثمار طبيعة حركة النواس المرن صفحة 10 + 11 من الكتاب

السؤال الرابع : فقرة قوة ارجاع صفحة 10+3 من الكتاب

السؤال الخامس : 1) فقرة إستاع صفحة 13 من الكتاب

2) مخطط إنطاقة بدلالة الطال صفحة 14 من الكتاب

b) عندما $x = +\frac{X_{max}}{2}$

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

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

عندما يصبح في مركز اهتزاز $x=0$

$$\Rightarrow E_p = 0\ J$$

بالتالي إنطاقة بكامنة إلى حركية تتناقص حتى تنعدم.

المسألة الأولى : 1)

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

نبحث عن الثوابت X_{max} ، ω_0 ، φ

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{0.4} = 5\pi\ rad.s^{-1}$$

$$X_{max} = \frac{12}{2} = 6cm = 6\times10^{-2}\ m$$

نحسب φ من شروط البدء :

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

$$\cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0\ rad$$

$$\Rightarrow x = 6\times10^{-2}\cos 5\pi t \quad (2)$$

$$K = \omega_0^2 m = (5\pi)^2 \times 1$$

$$= 250\ N.m^{-1}$$

$$X_0 = \frac{mg}{K} = \frac{1\times10}{250} = \frac{1}{25} \quad (3)$$

$$= 0.04\ m$$

4) عند المرور بمركز اهتزاز $x=0$

$$0 = 6\times10^{-2}\cos 5\pi t$$

$$\Rightarrow \cos 5\pi t = 0 \Rightarrow$$

$$5\pi t = \frac{\pi}{2} + \pi K$$

$$5t = \frac{1}{2} + K \Rightarrow t = \frac{1}{10} + \frac{K}{5}$$

لحظة المرور الأول $K=0$

$$t = \frac{1}{10} = 0.1s$$

لحظة المرور الثالث $K=2$

$$t = \frac{1}{10} + \frac{2}{5}$$

(1) (2)

$$t = \frac{5}{10} = 0.5\ s$$

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}(250)(4\times10^{-2})^2 \quad (5)$$

$$= 125\times16\times10^{-4}$$

$$= 0.2\ J$$

حساب E :

$$E = \frac{1}{2}kX_{max}^2 = \frac{1}{2}(250)(6\times10^{-2})^2$$

$$= 0.45\ J$$

$$E_k = E - E_p = 0.45 - 0.20 = 0.25\ J$$

المسألة الثانية : 1)

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

نبحث عن الثوابت : X_{max} ، ω_0 ، φ

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

$X_{max} = 8cm = 8 \times 10^{-2}$ m

نحسب φ من شروط البدء :

$t=0$, $x = \frac{X_{max}}{2}$:

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

$\frac{X_{max}}{2} = X_{max} \cos\varphi$

$\cos\varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = \pm \frac{\pi}{3}$ rad

نختار الحل الذي يجعل السرعة سالبة

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

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

$v = -\omega_0 X_{max} \sin(\frac{\pi}{3})$

$v = -\frac{\pi}{2} \times 8 \times 10^{-2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = -2\pi\sqrt{3} \times 10^{-2}$ m.s^{-1}

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

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

$= -\frac{\pi}{2} \times 8 \times 10^{-2} \sin(-\frac{\pi}{3}) = +2\pi\sqrt{3} \times 10^{-2}$ m.s^{-1}

$\Rightarrow x = 8 \times 10^{-2} \cos(\frac{\pi}{2} t + \frac{\pi}{3})$

2)

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

$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow m = \frac{k}{\omega_0^2} = \frac{1.25}{(\frac{\pi}{2})^2}$

$m = \frac{1.25}{\frac{10}{4}} = \frac{5}{10} = 0.5$ kg

3)

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

$1 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{1.25}} \Rightarrow$ نربع

$1 = 4\pi^2 \frac{m}{1.25} \Rightarrow$

$m = \frac{1.25}{40} = 0.03125$ kg

المسألة الثالثة : 1)

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

نبحث عن الثوابت ω_0 ، X_{max} ، φ

$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{20}{2}} = \sqrt{10} = \pi$ rad.s^{-1}

حساب X_{max} : بما أن

$t=0$, $v=0$ $\Rightarrow x = X_{max} = 32 \times 10^{-2}$ m

حساب φ من شروط البدء :

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

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

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

$\cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$ rad

$x = 32 \times 10^{-2} \cos(\pi t)$

0947205146
0988440574

$4\pi = 12.5 \quad 8\pi = 25 \quad 32\pi = 100$

(2

$$v_{max} = |\omega_0 X_{max}| = |\pi \times 32\times10^{-2}|$$

$$= 32\pi\times10^{-2} = 1\ m.s^{-1}$$

(3

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

$$= \frac{1}{2}(20)(32\times10^{-2})^2 = 1.024\ J$$

المسألة الرابعة : (1

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

نحسب سرعة الجملة :

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

$$X_{max} = 16\times10^{-2}\ m$$

نحسب φ من شروط البدء :

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

$$\cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0\ rad$$

$$x = 16\times10^{-2}\cos(2\pi t)$$

(2

$$a = -\omega_0^2 x = -(2\pi)^2 \times 5\times10^{-2}$$

$$= -40\times5\times10^{-2} = -2\ m.s^{-2}$$

(3 شدة قوة الإرجاع

$$F = kx$$

حساب k :

$$k = \omega_0^2 m = (2\pi)^2 \times 0.1 = 4\ N.m^{-1}$$

$$\Rightarrow F = 4\times10\times10^{-2} = 0.4\ N$$

المسألة الثانية : (1

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

$$X_{max} = \sqrt{\frac{2E}{k}} = \sqrt{\frac{2\times0.5}{10}}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{10}} = \frac{1}{\pi}\ m$$

(2

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.16}{10}}$$

$$T_0 = 0.8\ s$$

(3

$$v_{max} = \omega_0 X_{max} = \frac{2\pi}{T_0}\times X_{max}$$

$$= \frac{2\pi}{0.8}\times\frac{1}{\pi} = \frac{2}{0.8}$$

$$= 2.5\ m.s^{-1}$$

انتهى