

ورقة نشاط مطورة لبحث النواس المرن

نشاط (1): اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يلي: يمكنكم الحصول على حل ورقة النشاط عبر قناتنا على اليوتيوب: قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء

س1- هزازة توافقية بسيطة مؤلفة من نابض مرزن مهمل الكتلة ثابت صلابته k يحمل في نهايته جسماً كتلته m دوره T_0 نَسْبِد الكتلّة m بكتلة $m' = 2m$ والنابض بأخر ثابت صلابته $k' = \frac{k}{2}$ فيكون نبض النواس الجديد ω'_0 هو:							
$\omega'_0 = \frac{1}{2} \omega_0$	D	$\omega'_0 = 4\omega_0$	C	$\omega'_0 = 2\omega_0$	B	$\omega'_0 = \frac{1}{4} \omega_0$	A
س2- حركة توافقية بسيطة لجسم كتلته m معلق بنابض مرزن دور حركته T_0 نجعل الكتلّة $m' = 2m$ فيصبح دوره الجديد:							
$T'_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} T_0$	D	$T'_0 = \frac{1}{2} T_0$	C	$T'_0 = 2 T_0$	B	$T'_0 = \sqrt{2} T_0$	A
س3- نواس مرزن شاقوليّ يهتز بحركة توافقية بسيطة غير متخامدة يتصل بجسم صلب كتلته 100 g وينقل من الموضع X_{\max} إلى الموضع $-X_{\max}$ خلال زمن قدره 1 s قاطعاً مسافة قدرها 24 cm فتكون طاقته الحركية في موضع مطاله $x = 6 \text{ cm}$ هي:							
$108 \times 10^{-7} \text{ J}$	D	$54 \times 10^{-2} \text{ J}$	C	$54 \times 10^{-4} \text{ J}$	B	$216 \times 10^{-4} \text{ J}$	A
س4- نواس مرزن غير متخامد دوره 4 s فيكون تسارعه في موضع مطاله $X = 2 \text{ cm}$ هو:							
-0.1 m.s^{-2}	D	-5 m.s^{-2}	C	-0.05 m.s^{-2}	B	-0.5 m.s^{-2}	A
س5- هزازة توافقية بسيطة دورها 0.5 s وثابت صلابته النابض فيها 40 N.m^{-1} فتكون كتلة الجسم الصلب المعلق بالنابض هي:							
0.25 kg	D	0.5 kg	C	1 kg	B	$4\pi \text{ kg}$	A
س6- نواس مرزن غير متخامد ثابت صلابته 20 N.m^{-1} فتكون شدة قوة الإرجاع في موضع مطاله $x = 2 \text{ cm}$ هي:							
-40 N	D	40 N	C	0.4 N	B	-0.4 N	A
س7- نواس مرزن غير متخامد ثابت صلابته 10 N.m^{-1} فتكون كتلة الجسم الصلب التي تجعل الدور 2 s هي:							
2 kg	D	0.5 kg	C	$\pi \text{ kg}$	B	1 kg	A
س8- هزازة توافقية بسيطة تابع مطالها الزمني: $x = 0.8 \cos(2\pi t + \frac{\pi}{2})$ فتكون لحظة مرورها الثالث بوضع التوازن هو:							
$\frac{1}{4} \text{ s}$	D	$\frac{1}{2} \text{ s}$	C	0 s	B	1 s	A
س9- نواس مرزن غير متخامد دوره 0.5 s يهتز بسعة 8 cm فتكون قيمة سرعته العظمى هي:							
100 m.s^{-1}	D	1 m.s^{-1}	C	0.25 m.s^{-1}	B	0.5 m.s^{-1}	A
س10- جسم صلب كتلته 0.4 g يهتز بحركة توافقية بسيطة بتأثير نابض ثابت صلابته 10 N.m^{-1} فيكون دور النواس هو:							
1 s	D	0.2 s	C	0.4 s	B	0.04 s	A
س11- هزازة توافقية بسيطة تابع مطالها الزمني: $x = 0.4 \cos(2\pi t + \pi)$ فيكون موضع المتحرك لحظة بدء الحركة هو:							
$X = -0.4 \text{ m}$	D	$X = +0.2 \text{ m}$	C	$X = 0 \text{ m}$	B	$X = +0.4 \text{ m}$	A

نشاط (2): أكمل الفراغات التالية بما يناسبها:

- 1- تعطى قوة الإرجاع بالعلاقة _____ وهي تتناسب طردياً مع _____ وتعاكسه بـ _____ وتعيد الجسم الصلب إلى _____ دوماً .
- 2- نواس مرن دوره $T_0 = 0.5 \text{ S}$ فيكون نبضه الخاص _____ .
- 3- تغير قيمة التسارع وذلك بتغير _____ .
- 4- عند سكون النواس المرن تؤثر في النابض قوة شد تسبب له استطالة _____ وتعطى بالعلاقة _____ .
- 5- تسمى قوة الإرجاع بالقوة _____ أو _____ المؤثرة في الجسم الصلب .

نشاط (3): فسر كلاماً يلي:

- 1- حركة الجسم الصلب في النواس المرن حركة اهتزازية .
- 2- حركة مركز عطالة الجسم الصلب مستقيمة متسارعة نحو مركز الاهتزاز .
- 3- الطاقة الميكانيكية على شكل طاقة كامنة مرونية في الوضعين الطرفين .
- 4- نواس مرن ينجز 12 هزة خلال 3 S فيكون دوره $T_0 = 0.25 \text{ S}$ ونبضه $\omega_0 = 8\pi \text{ rad.S}^{-1}$.
- 5- حركة توافقية بسيطة سعة اهتزازها $X_{max} = 5 \text{ cm}$ ودورها $T_0 = 5 \text{ S}$ تضاعف سعة الاهتزاز لتصبح $X_{max} = 10 \text{ cm}$ فيبقى دور الاهتزاز $T_0 = 5 \text{ S}$.
- 6- قوة الإرجاع عظمى في الوضعين الطرفين ومعدومة في مركز التوازن .

نشاط (4): أكمل الجدول التالي:

من معادلة المطال والسرعة والتسارع بأبسط أشكالها حدد قيم كل من أجل الأزمنة التالية:								
$\frac{5T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{2}$	$\frac{5T_0}{4}$	T_0	$\frac{3T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{T_0}{4}$	0	
								المطال \bar{x}
								السرعة \bar{v}
								التسارع \bar{a}

نشاط (5): استنتج ما يلي:

- 1- انطلاقاً من معادلة المطال استنتج تابع السرعة والتسارع.
- 2- انطلاقاً من علاقة نبض النواس استنتج دور النواس مبيناً العوامل التي يتوقف دور النواس المرن .
- 3- انطلاقاً من معادلة المطال بشكله العام استنتج تابع المطال بشكل مختزل (مختصر).
- 4- انطلاقاً من علاقة الطاقة الحركية الانسحابية بشكلها العام استنتج الطاقة الحركية الانسحابية للنواس المرن .

نشاط (6): وصل العبارات A بما يناسبها من العبارات B:

B	A
$-\frac{k}{m}\bar{x}$	في حالة سكون الجسم الصلب $\sum F = 0$ تساوي:
$\frac{1}{3} k X_{max}^2$	يخضع النابض في حالة الحركة لقوة شد F_s هي:
$\vec{0}$	المعادلة التفاضلية من المرتبة الثانية للنواس المرن " (X) " هي:
$K(x_0 + \bar{x})$	تكون قيمة الطاقة الكامنة المرونية في نقطة مطالها $\bar{x} = \frac{X_{max}}{2}$ هي:
$\frac{1}{8} k X_{max}^2$	تكون قيمة الطاقة الحركية في نقطة مطالها $\bar{x} = \frac{X_{max}}{\sqrt{3}}$ هي:

نشاط (7): صحح العبارات التالية:

- 1- محصلة القوى المؤثرة في مركز عتالة الجسم الصلب في حالة الحركة هي: $\sum F = W + F_s = ma$.
- 2- عند دراسة النواس المرن دراسة تحريكية يتم إسقاط العلاقات الشعاعية على محور أفقي موجه بجهة الحركة.
- 3- يعطى مطال النواس المرن غير المتخامد بالعلاقة: $\bar{x} = X_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi)$.
- 4- تتألف الطاقة الميكانيكية للنواس المرن من مجموع طاقتين حركية وكامنة تعالوية.
- 5- تناسب الطاقة الميكانيكية طرداً مع سعة الاهتزاز وتكون على شكل طاقة كامنة مرونية في مركز الاهتزاز وهي مقدار متغير دورياً.

نشاط (8): قارن بين كل من:

- 1- المطال والسرعة والتسارع من حيث: متى تكون **معدومة** ومتى تكون **عظمى** (طويلة).
- 2- قانون السرعة العظمى v_{max} وقانون التسارع الأعظمى a_{max} .
- 3- الطاقة الحركية والطاقة الكامنة المرونية من حيث: متى تكون **معدومة** ومتى تكون **عظمى**.

نشاط (9): ارسم الخط البياني لكل من:

- 1- مطال وسرعة وتسارع النواس المرن خلال دور كامل من أدوار حركة النواس.
- 2- الطاقة الكامنة المرونية والطاقة الميكانيكية بدلالة مطال النواس.
- 3- الطاقة الكامنة المرونية والطاقة الحركية خلال دور كامل من أدوار حركة النواس.

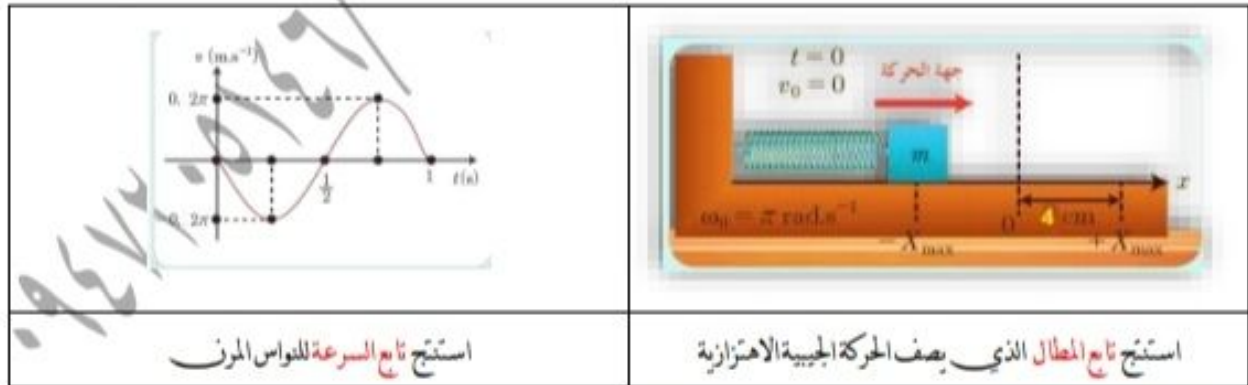
نشاط (10): تفكر ثم أجب:

- 1- كيف يحدث تحول الطاقة عند اقتراب ومن ثم ابتعاد مركز عطالة الجسم الصلب من مركز الاهتزاز.
- 2- ماهي عناصر شعاع فينيل موضحاً بالرسم.
- 3- نابض مرن يهتز بحركة توافقية بسيطة يتصل بجسم صلب كتلته 100 g وينطلق في مبدأ الزمن من نقطة مطالها $X_{max} +$ إلى المطال المناظر $-X_{max}$ خلال 10 S قاطعاً مسافة 10 cm فما هي طاقته الحركية في نقطة مطالها $\bar{x} = \frac{X_{max}}{5}$.
- 4- عرف النواس المرن موضحاً طبيعة حركته.

نشاط (11): برهن صحة العلاقات التالية:

$$K = \frac{2E}{X_{max}^2} \quad (3) \quad k = \omega_0^2 m \quad (2) \quad v = \omega_0 \sqrt{X_{max}^2 - x^2} \quad (1)$$

نشاط (12): أجب من خلال الشكل:



نشاط (13): رتب المقادير الفيزيائية مع ما يناسبها من وحدات القياس:

النابض ω_0 - التسارع a - قوة الإرجاع F - ثابت صلابة النابض K - الطاقة الكامنة المرونية E_p - السرعة v .

نشاط (14): علل ما يلي:

- 1- تنعدم الطاقة الكامنة المرورية في مركز التوازن.
- 2- النبض الخاص للنواس المرن مقدار موجب دوماً.

نشاط (15): حل المسائل التالية:

المسألة الأولى: نواس مرن شاقولي مؤلف من جسم و نابض مرن تابعه الزمني $x=0.12 \cos(2\pi t + \frac{\pi}{3})$ والمطلوب:

- 1- حدد ثوابت الحركة لهذا النواس .
- 2- احسب دوره .
- 3- حدد موضع الجسم في اللحظة $t=0$ ثم في اللحظة $t = \frac{T_0}{12}$.
- 4- إذا علمت أن ثابت صلابة النابض $K=10N.m^{-1}$ فاحسب كتلة الجسم الصلب .
- 5- احسب الطاقة الحركية للجسم الصلب في نقطة مطالها $x=8cm$.

المسألة الثانية: نواس مرن شاقولي ثابت صلابة النابض $K=1N.m^{-2}$ تابعه الزمني $x=0.1 \cos 2\pi t$ والمطلوب:

- 1- احسب تسارع الجسم في موضع مطاله $x=0.5cm$.
- 2- ماهي طول القطعة المستقيمة التي يرسمها مركز عطالة الجسم الصلب .
- 3- ما هو الزمن اللازم كي ينتقل مركز عطالة الجسم الصلب من الوضع X_{max} إلى الوضع $-X_{max}$.
- 4- احسب قيمة السرعة لحظة المرور الأول بوضع التوازن .
- 5- احسب الكتلة التي تجعل الدور الخاص 4s .

المسألة الثالثة: نواس مرن شاقولي مؤلف من جسم صلب كتلته $0.1kg$ ونابض مرن ثابت صلابته $K=10N.m^{-1}$ فإذا علمت أن الجسم الصلب في لحظة $t=0$ كان في مركز التوازن وهو يتحرك بالاتجاه السالب وبسرعة $v = -3m.s^{-1}$ والمطلوب:

- 1- استنتج التابع الزمني للمطال انطلاقاً من شكله العام .
- 2- عين لحظتي المرور الثاني والثالث للجسم الصلب في مركز التوازن .
- 3- احسب شدة قوة الإرجاع في نقطة مطالها $x=5cm$.
- 4- حدد المواضع التي تكون فيها شدة محصلة القوى عظمى واحسب قيمتها ثم حدد المواضع التي تكون فيها معدومة .
- 5- استنتج علاقة الاستطالة السكونية للجسم واحسب قيمتها .

المسألة الرابعة: يهتز جسم معلق بنابض مرن مهمل الكتلة حلقاته متباعدة شاقولياً بحركة توافقية بسيطة بدور خاص $S=1$ وسعة اهتزاز $12cm$ وبفرض مبدأ الزمن لحظة مرور الجسم بنقطة مطالها $x=6cm$ وهو يتحرك بالاتجاه السالب والمطلوب:

- 1- استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام .
- 2- احسب مقدار الاستطالة السكونية .
- 3- عين لحظتي المرور الأول والثاني للجسم الصلب في وضع التوازن .
- 4- احسب قيمة السرعة العظمى (طويلة) .
- 5- استنتج علاقة ثابت صلابة النابض واحسب قيمتها إذا علمت أن الطاقة الميكانيكية للنواس $J=0.072$.

--- انتهت الأسئلة ---

حساب E:

$$E = \frac{1}{2} K X_{max}^2 = \frac{1}{2} (1) (2 \times 10^{-2})^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 100 \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-4} \text{ J}$$

حساب E_p:

$$E_p = \frac{1}{2} K X^2 = \frac{1}{2} (1) (6 \times 10^{-2})^2$$

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

حساب E_k:

$$E_k = E - E_p = 5 \times 10^{-4} - 18 \times 10^{-4}$$

$$= -13 \times 10^{-4} \text{ J}$$

$$a = -\omega_0^2 X = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \times 2 \times 10^{-2}$$

$$= -\left(\frac{2\pi}{4}\right)^2 \times 2 \times 10^{-2}$$

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

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

$$0.5 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{40}}$$

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

حد درجه النشاط لطوره للنواسه المرنة

نشاط (1): سب

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

$$\omega'_0 = \sqrt{\frac{k'}{m'}} = \sqrt{\frac{\frac{k}{2}}{2m}} = \sqrt{\frac{k}{4m}}$$

$$\omega'_0 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2} \omega_0$$

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

$$T'_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m'}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{2m}{k}}$$

$$T'_0 = \sqrt{2} \times 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \sqrt{2} T_0$$

منه الموضع + X_{max} الى الموضع - X_{max}

يستغرق الجسم ليعلي زمتاً قدره 1/2 T₀

$$\Rightarrow \frac{1}{2} T_0 = 1.5 \Rightarrow T_0 = 3 \text{ s}$$

منه الموضع + X_{max} الى الموضع - X_{max} يقطع

الجسم ليعلي سات 2 X_{max}

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

حساب K:

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

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

2

$32\pi = 100$

$v_{max} = 32\pi \times 10^{-2} = 1 \text{ m/s}$

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

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

لحظة $t=0$ حركة

$x = 0.4 \cos 2\pi = -0.4 \text{ m}$

نشاط (2): (1) $F = kx$ ، اطال ، بلاشارة ، وضع التوازن.

$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{0.5} = 4\pi = 12.5 \text{ rad/s}$

(3) اطال

$F'_{s0} = kx_0$ ، x_0

(5) القوة المرنة ، محصلة القوى

نشاط (3):

(1) لا نه مرتز عطان الجسم الصلب يتزعمه جانبين مرتز التوازن

(2) بانتداب الجسم الصلب منه مرتز الا هتزاز (صية كدنه بسرعة عظمى) تزداد تبعاً لسرعة وبالتالي الحركة متسارعة.

شدة قوة الجاذبية

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

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

$2 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{10}}$

$4 = 40 \frac{m}{10} \Rightarrow m = 4 \text{ kg}$

$m = 1 \text{ kg}$

لحظة المرور بوضع التوازن $x=0$

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

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

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

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

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

لحظة المرور

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

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

$= (\frac{2\pi}{T_0}) x_{max}$

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

3

نشاط (5)

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

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

$$a = (\ddot{x})_t = (\dot{v})_t$$

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

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

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

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

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

حظة بدء الحركة
 $\Leftrightarrow \begin{cases} t=0 \\ x = +X_{max} \end{cases}$

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

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

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

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

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

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

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

(3) في الوصفية الطرنية تتقدم بسرعة
 تتقدم الطلقات المرئية وبالتالي تكون
 الطلقات الميكانيكية على شكل طلقات ثابتة
 مرئية

$$T_0 = \frac{\text{زمن اهتزاز}}{\text{عدد الاهتزاز}} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4} \text{ s} \quad (4)$$

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

(5) شحنة ليدر لا علاقة له بعد الاهتزاز

(6) في الوصفية الطرنية يكون الطلقات
 أفقية تتكون قوة الرجوع على
 أساس رنين التوازن يتقدم الطلقات تتقدم
 قوة الرجوع

نشاط (4)

المتحرك	سرعة v	المجال \bar{x}
التراب	0	+X _{max} 0
-ω ₀ ² X _{max}	0	0 T ₀ /4
0	-ω ₀ X _{max}	0 T ₀ /2
+ω ₀ ² X _{max}	0	-X _{max} T ₀ /4
0	+ω ₀ X _{max}	0 T ₀
-ω ₀ ² X _{max}	0	+X _{max} T ₀ /4
0	-ω ₀ X _{max}	0 3T ₀ /4
+ω ₀ ² X _{max}	0	-X _{max} T ₀
+ω ₀ ² X _{max}	0	-X _{max} 5T ₀ /4

نشاط (6):

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

(1)

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

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

$$= \frac{1}{8} k x_{max}^2$$

(5)

$$E_k = E - E_p$$

$$= \frac{1}{2} k x_{max}^2 - \frac{1}{8} k x_{max}^2$$

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

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

$$= \frac{1}{3} k x_{max}^2$$

نشاط (7):

$$\Sigma F = W - F_s = ma \quad (1)$$

(2) صور شاتولير موجب نحو اليمين

$$\bar{x} = x_{max} \cos(\omega t + \phi) \quad (3)$$

(4) حركة وكمية سرية

(5) طرف اليمين مربع سرعة الاهتزاز - وتكون عند

شكل طانة حركية في مركز الاهتزاز - ثابت دورياً

نشاط (8):

(1) ابطال معدوم في مركز الاهتزاز
 اعطيه (طولية) من الوصفية الطرفية
 السوت معدوم في الوصفية الطرفية
 واعطيه (طولية) في مركز الاهتزاز
 السارح معدوم في مركز الاهتزاز
 اعطيه (طولية) من الوصفية الطرفية

$$v_{max} = \omega_0 x_{max} \quad (2)$$

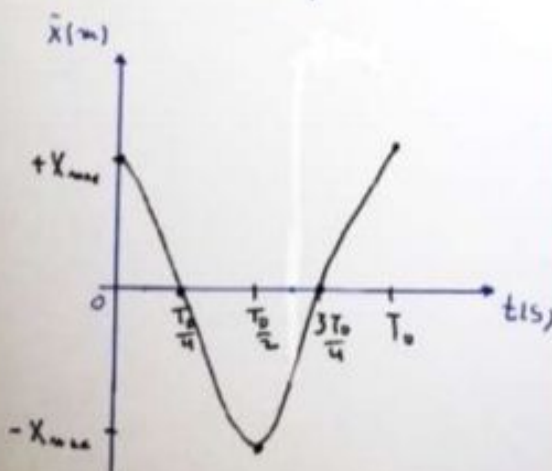
$$a_{max} = \omega_0^2 x_{max}$$

(3) E_p \leftarrow معدوم في مركز الاهتزاز $E = E_k$
 اعطيه في الوصفية الطرفية

E_k \leftarrow معدوم في الوصفية الطرفية $E = E_p$
 اعطيه في مركز الاهتزاز

نشاط (9):

مخطط ابطال



9

نشاط (10)

- 1) عند التذبذب من درجتين متوازنتين
 تزداد v ← تزداد E_k ← تنقص E_p
 عند تنقص من درجتين متوازنتين
 عند التذبذب من درجتين متوازنتين
 تنقص v ← تنقص E_k ← تزداد E_p
 عند تصعب عجلة في الوصفين المتوازنين
- 2) البواب صمد من التذبذب

3) $\frac{1}{2} T_0 = 10s \Rightarrow T_0 = 20s$
 $2X_{max} = 100m \Rightarrow X_{max} = 5 \times 10^{-2} m$
 حساب E :

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

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

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

$$E = \frac{1}{2} \times 10^{-2} \times (5 \times 10^{-2})^2 = 12.5 \times 10^{-6} J$$

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

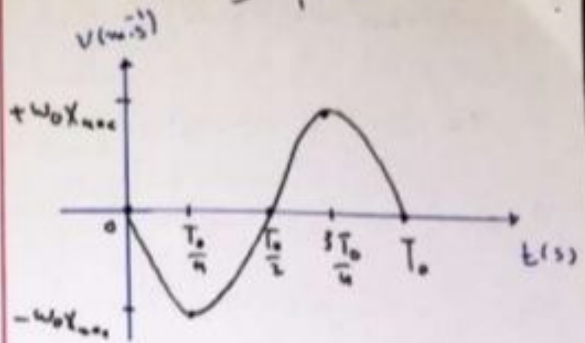
$$= \frac{1}{2} (10^{-2}) \left(\frac{5 \times 10^{-2}}{5}\right)^2 = \frac{1}{2} \times 10^{-6} J$$

$$E_k = E - E_p$$

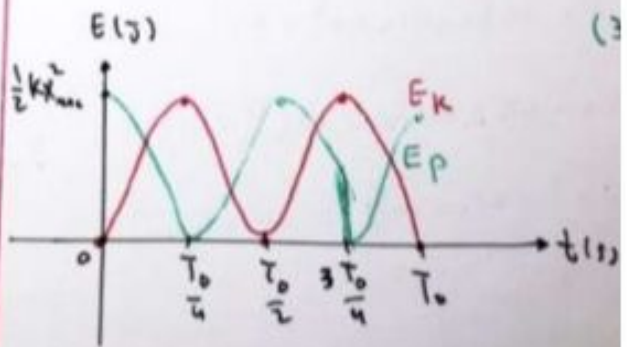
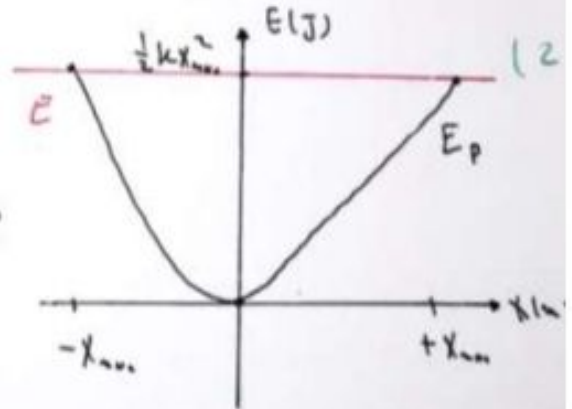
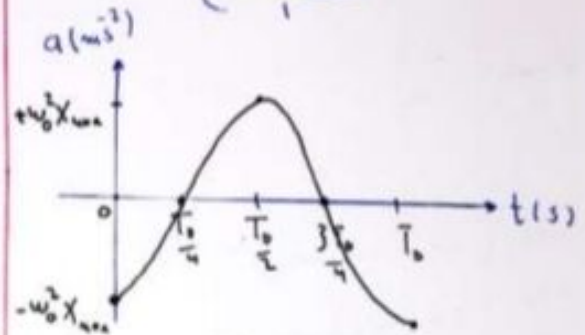
$$= 25 \times 10^{-6} - 0.5 \times 10^{-6}$$

$$= 12 \times 10^{-6} J$$

مخطط السرعة



مخطط التسارع



$$x = 4 \times 10^{-2} \cos(\pi t - \pi)$$

$$v = -\omega_0 x_{max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi}) \quad (2)$$

منه يمكن حساب T_0 :
 $\frac{1}{2} T_0 = \frac{1}{2} \Rightarrow T_0 = 1 \text{ s} \Rightarrow$

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

$$\omega_0 x_{max} = 0.2\pi \Rightarrow$$

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

حساب $\bar{\varphi}$ من شرط البداية:

$$t=0 \left\{ \begin{array}{l} v = -\omega_0 x_{max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi}) \\ v=0 \end{array} \right. \Rightarrow 0 = -\omega_0 x_{max} \sin \bar{\varphi}$$

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

$$\Leftrightarrow x_{max} \neq 0 \quad \omega_0 \neq 0 \quad \text{لانه}$$

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

نختار $\bar{\varphi} = \pi$ لانه يجعل السرعة موجبة
 سالبة (أول شرطه أرباع للسرعة موجبة).

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

عند $\bar{\varphi} = 0$:

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

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

عند $\bar{\varphi} = \pi$:

(4) لتعريف صفة من الكتاب

نشاط (11)

$$E = E_k + E_p \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} k x_{max}^2 = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} k (x_{max}^2 - x^2)$$

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

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

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

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

$$E = \frac{1}{2} k x_{max}^2 \Rightarrow 2E = k x_{max}^2 \quad (3)$$

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

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

نشاط (12)

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

$$x_{max} = 4 \text{ cm} = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$$

حساب $\bar{\varphi}$ من شرط البداية:

$$t=0 \left\{ \begin{array}{l} -x_{max} = x_{max} \cos \bar{\varphi} \\ x = -x_{max} \end{array} \right. \Rightarrow \cos \bar{\varphi} = -1 \Rightarrow \bar{\varphi} = \pi \text{ rad}$$

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

$$x = 0.12 \cos\left(\frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{3}\right) = 0.12 \cos \frac{\pi}{2} = 0 \text{ m}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow \quad (14)$$

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

$$E_p = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} (10) (8 \times 10^{-2})^2 \quad (15)$$

$$= 32 \times 10^{-3} \text{ J}$$

$$E = \frac{1}{2} k x_{\max}^2 = \frac{1}{2} (10) (12 \times 10^{-2})^2$$

$$= 72 \times 10^{-3} \text{ J}$$

$$E_k = E - E_p = 72 \times 10^{-3} - 32 \times 10^{-3}$$

$$= 40 \times 10^{-3} = 0.04 \text{ J}$$

المعادلة الثانية):

$$a = -\omega_0^2 x = -(2\pi)^2 \times 0.5 \times 10^{-2} \quad (1)$$

$$= -40 \times 0.5 \times 10^{-2} = -0.2 \text{ m/s}^2$$

(2) طول القطة المستقيمة التي يبرسها مركز
عطالة الجسم الصلب

$$2x_{\max} = 2 \times 0.1 = 0.2 \text{ m}$$

$$\omega_0 = 2\pi \text{ rad/s} \Rightarrow \quad (3)$$

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

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

$$v = -0.2\pi \sin \frac{3\pi}{2} = +0.2\pi \text{ m/s}$$

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

ω_0 (rad/s)

نشاط (13)

a (m/s²), f (N), k (N/m)

E_p (J), v (m/s)

نشاط (14)

(1) شحنة بطال معدوم في مركز التوازنة

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

(2) شحنة k , m مقادير موجبة درسا

نشاط (15)

المعادلة الأولى:

$$x_{\max} = 0.12 \text{ m}$$

$$\omega_0 = 2\pi \text{ rad/s} \quad \varphi = +\frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \Rightarrow T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1 \text{ s} \quad (2)$$

$$t=0 \Rightarrow x = 0.12 \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = 0.06 \text{ m} \quad (3)$$

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

2

المعادلة:

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

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

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

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

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

$$= 0.3 \text{ m}$$

حساب φ من شرط البداية:

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

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

بأنه $X_{max} \neq 0$

$$\cos \varphi = 0 \Rightarrow \varphi = \left\langle \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2} \right\rangle \text{ rad}$$

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

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

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

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

$$v = -3 \text{ m.s}^{-1} \quad \text{مقبول}$$

الزمن اللازم لكي يتفكك الجسم من X_{max}
ذلك X_{max} هو $\frac{1}{2} T_0$

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

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

لحظة المرور بوضع التوازن $x=0$

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

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

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

بأنه لحظة المرور الأولى بوضع التوازن $x=0$

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

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

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

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (5)$$

$$4 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1}} \quad \text{نرب:$$

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

9/ (5) في وضع الجسم الصلبين حاله يكون:

لتأثير: 1- قوة ثقله \vec{w}
2- قوة عوتر النابض \vec{f}_{s_0}

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

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

بأنه نقاط له محور شمولية موجب نحو اليمين

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

في وضع النابض لتأثير قوة f'_{s_0} سبب

$$f'_{s_0} = kx_0 \Leftrightarrow x_0 = \frac{f'_{s_0}}{k}$$

لأنه $f_{s_0} = f'_{s_0}$ في الحالة

$$\Rightarrow w = kx_0 \Rightarrow$$

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

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

المسألة الرابعة:

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

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

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

حساب φ من شروط البدء:

$$t=0 \quad \left\{ \begin{array}{l} \bar{x} = X_{\max} \cos(\omega_0 t + \varphi) \\ x = 6 \times 10^{-2} \text{ m} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} 6 \times 10^{-2} = 12 \times 10^{-2} \cos \varphi \end{array} \right.$$

$$\varphi = \frac{3\pi}{2} \text{ rad} \quad \text{طريقة أخرى}$$

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

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

(2) لحظة المرور بوضع التوازن $x=0$

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

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

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

لأنه لحظة المرور الثاني بوضع التوازن

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

لحظة المرور الثالث بوضع التوازن

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

(3) شدة قوة الرجاء

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

(4) تنعدم سرعة العتق في مركز التوازن
بسبب انعدام الطول $x=0 \Rightarrow f = -kx=0$

وتكونه عظمى في العوضين الطرفين

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

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

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

لحظة التوقف الأولى $t = \frac{1}{12} \text{ s}$ $\Leftrightarrow k=0$
 لحظة التوقف الثانية $\Leftrightarrow k=1$

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

$$v_{\text{max}} = | \mp \omega_0 x_{\text{max}} | \quad (4)$$

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

$$= 24\pi \times 10^{-2} = 0.75 \text{ m.s}^{-1} \quad (4\pi = 12.5)$$

$$E = \frac{1}{2} k x_{\text{max}}^2 \Rightarrow k = \frac{2E}{x_{\text{max}}^2} \quad (5)$$

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

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

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

$$\varphi = \mp \frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

نختار $\varphi = \frac{\pi}{3}$ rad

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

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

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

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

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

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

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

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

$$x_0 = \frac{mg}{k} = \frac{10}{10} = 1 \text{ m} \quad (2)$$

$$x_0 = \frac{10}{(12\pi)^2} = \frac{10}{40} = \frac{1}{4} \text{ m}$$

(3) لحظة التوقف بوضع التوازن $\Leftrightarrow x=0$

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

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

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