

**سليم تصحيح الفيزياء (الميكانيك 200 درجة)**

**السؤال الأول:** اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي وانقلها إلى ورقة إجابتك (20 درجة : 10 لكل جواب صحيح)

1. في الشكل المجاور يكون تابع المطال في النواس المرن مقدراً بـ  $m$  هو:

|                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------|
| $x = 3 \times 10^{-2} \cos\left(\frac{\pi}{2}t\right) - A$              |
| $\bar{x} = -3 \times 10^{-2} \cos(2\pi t - \frac{\pi}{2}) - B$          |
| $\bar{x} = 3 \times 10^{-2} \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right) - C$ |
| $\bar{x} = 3 \times 10^{-2} \cos(\pi t + \pi) - D$                      |

|                                                                                                         |                                    |                          |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 2. نواس قتل طول سلك الفتل فيه $l$ دوره $T_0$ فإذا أصبح طول سلكه ربع ماكان عليه فإن دوره الجديد $T'_0$ : |                                    |                          |                          |
| $T'_0 = \frac{1}{4} \cdot T_0 - D$                                                                      | $T'_0 = \frac{1}{2} \cdot T_0 - C$ | $T'_0 = 2 \cdot T_0 - B$ | $T'_0 = 4 \cdot T_0 - A$ |

**السؤال الثاني:**

(40 درجة)

برهن في النواس المرن أن محصلة القوى المؤثرة في الجسم المعلق إلى النابض هي قوة ارجاع تتناسب شدتها طردياً مع المطال.

|                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>يخسر الطالب درجة عند إغفال الشعاع</p> <p>5</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>لا يحاسب الطالب على إشارة القيم الجبرية</p> <p>5</p> | <p>جملة المقارنة : خارجية</p> <p>الجملة المدروسة: ( جسم صلب - نابض )</p> <p>حالة السكون:</p> <p>يؤثر في مركز عطالة الجسم : قوة ثقل الجسم <math>\vec{w}</math> ، <math>\vec{F}_{s_0}</math> : قوة توتر النابض</p> <p><math>\sum \vec{F} = \vec{0}</math></p> <p><math>\vec{w} + \vec{F}_{s_0} = \vec{0}</math></p> <p>بالإسقاط على محور شاقولي موجه نحو الأسفل نجد : <math>w - F_{s_0} = 0</math></p> <p><math>\Rightarrow w = F_{s_0} \dots \dots \dots (*)</math></p> <p>يؤثر على النابض : قوة توتر النابض <math>\vec{F}'_{s_0}</math> التي تسبب له الاستطالة <math>x_0</math></p> <p>ولكن لنفس النابض <math>F'_{s_0} = F_{s_0} = kx_0</math> بالتعويض في (*) نجد :</p> <p><math>w = kx_0 \dots \dots \dots (1)</math></p> <p>حالة الحركة:</p> <p>يؤثر في مركز عطالة الجسم : قوة ثقل الجسم <math>\vec{w}</math> ، <math>\vec{F}_s</math> : قوة توتر النابض</p> <p>فيخضع الجسم لتأثير قوتين:</p> <p>○ قوة توتر النابض <math>F_s = k(x_0 + \bar{x})</math></p> <p>○ قوة ثقل الجسم <math>\vec{w}</math> ، ويؤثر في نهاية النابض قوة <math>\vec{F}'_s = \vec{F}_s</math></p> <p><math>\sum \vec{F} = m \vec{a}</math></p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |                                                                                                       |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | $\vec{w} + \vec{F}_s = m \vec{a}$                                                                     |
| 2 | بالإسقاط على محور xx' نحو الأسفل نجد: $w - F_s = m \vec{a} \dots \dots \dots (**) \quad -$            |
| 3 | يؤثر على النابض : قوة توتر النابض $\vec{F}'_s$ التي تسبب له الاستطالة $(x_0 + \bar{x})$               |
| 2 | ولكن لنفس النابض $F'_s = F_s = k(x_0 + \bar{x})$ بالتعويض في $(**) \quad -$ نجد :                     |
| 3 | $w - k(x_0 + \bar{x}) = m \vec{a} \xrightarrow{\text{ننشر } (-k) \text{ على القوس و من (1) نعوض } w}$ |
| 2 | $kx_0 - kx_0 - k\bar{x} = m \vec{a}$                                                                  |
| 3 | $-k\bar{x} = m \vec{a}$                                                                               |
| 2 | $-$                                                                                                   |
| 3 | $k\bar{x} = \sum \vec{F} = \vec{F}$                                                                   |
| 5 | $\boxed{\vec{F} = -k\bar{x}}$                                                                         |

(30 درجة)

السؤال الثالث :

انطلاقاً من العلاقة  $-k.\bar{\theta} = I_{\Delta}.\bar{\alpha}$  استنتج طبيعة الحركة في النواس الفتل، ومن ثم استنتج دوره الخاص

|   |                                                                                                                         |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | $-k.\bar{\theta} = I_{\Delta}.\bar{\alpha}$                                                                             |
| 3 | - التسارع الزاوي هو المشتق الثاني لتابع الفاصلة الزاوية $\bar{\alpha} = (\bar{\theta})''_t$                             |
| 5 | $-k\bar{\theta} = I_{\Delta}(\bar{\theta})''_t \Rightarrow$                                                             |
| 2 | $(\bar{\theta})''_t = -\frac{k}{I_{\Delta}}\bar{\theta} \dots (1)$                                                      |
| 2 | - معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل:                                                          |
| 1 | $\bar{\theta} = \theta_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$                                                         |
| 2 | نشتق مرتين:                                                                                                             |
| 2 | $\bar{\omega} = (\bar{\theta})'_t = -\omega_0 \theta_{\max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$                           |
| 1 | $\bar{\alpha} = (\bar{\theta})''_t = -\theta_{\max} \omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$                        |
| 5 | $\boxed{\bar{\alpha} = -\omega_0^2 \bar{\theta} \dots (2)}$                                                             |
| 2 | بالمساواة (2), (1) نجد: $-\omega_0^2 \bar{\theta} = -\frac{k}{I_{\Delta}} \bar{\theta}$                                 |
| 2 | - النبض الخاص للنواس الفتل : $\omega_0^2 = \frac{k}{I_{\Delta}} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{I_{\Delta}}} > 0$ |
| 3 | طبيعة حركة النواس الفتل : جيبيّة دورانية نبضها الخاص $\omega_0$ بشرط $k$ و $I_{\Delta}$ موجبان                          |
| 2 | - استنتاج الدور : $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k}{I_{\Delta}}}}$                              |
| 3 | أي أن الدور الخاص للنواس الفتل $\boxed{T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{k}}}$                                         |

**السؤال الرابع:** حل كلاً من المسائل الآتية:

(110 درجة)

60/ درجة/

**المسألة الأولى:**

تهتز نقطة مادية كتلتها  $m = 0.5 \text{ kg}$  حركة توافقية بسيطة بمرونة نابض مهمل الكتلة حلقاته متباعدة فينجز 8 هزات في 2 s ويرسم أثناء حركته قطعة مستقيمة طولها 16 cm فإذا علمت أن النقطة كانت في موضع مطاله  $\frac{X_{max}}{2}$  في بدء الزمن وهي متحركة بالاتجاه السالب، والمطلوب:

1. استنتج التابع الزمني لمطال حركة هذه النقطة بعد تعيين قيمة الثوابت.
  2. أحسب الاستطالة السكونية لهذا النابض .
  3. احسب قيمة ثابت صلابة النابض .
  4. احسب تسارع الجسم لحظة مروره في وضع مطاله  $-X_{max}$ .
  5. احسب قوة الإرجاع في نقطة مطالها 2 cm .
  6. احسب الطاقة الكامنة في نقطة مطالها  $x = -2 \text{ cm}$ ، واحسب طاقته الحركية عندئذ .
- باعتبار  $(g = 10 \text{ m.s}^{-2}, \pi^2 = 10)$

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| درجة 20                  | <p>1. استنتج التابع الزمني لمطال حركة هذه النقطة بعد تعيين قيمة الثوابت.</p> <p>المعطيات: <math>m = 0.5 \text{ kg}</math> , <math>2X_{max} = 16 \text{ cm}</math></p> $X_{max} = \frac{16}{2} = 8 \text{ cm} \rightarrow X_{max} = 8 \times 10^{-2} \text{ m}$ $T_0 = \frac{\text{زمن الهزات}}{\text{عددها}} = \frac{t}{N} = \frac{2}{8} \Rightarrow T_0 = \frac{1}{4} \text{ s}$ $\left( t = 0, \bar{x} = \frac{X_{max}}{2}, \bar{v} < 0 \right)$ $\bar{x} = X_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi)$ $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{\frac{1}{4}} = 8\pi \text{ rad.s}^{-1} \Rightarrow \omega_0 = 8\pi \text{ rad.s}^{-1}$ $\cos \varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = +\frac{\pi}{3} \text{ rad} \text{ أو } \varphi = +\frac{5\pi}{3} \text{ rad}$ $t = 0 \quad \bar{v} = -\omega_0 X_{max} \sin \varphi$ $20 \varphi = \frac{5\pi}{3} \text{ rad} \Rightarrow \sin \varphi < 0 \Rightarrow \bar{v} > 0 \text{ مرفوض}$ $\varphi = +\frac{\pi}{3} \text{ rad} \Rightarrow \sin \varphi > 0 \Rightarrow \bar{v} < 0 \text{ مقبول}$ $\boxed{\varphi = +\frac{\pi}{3} \text{ rad}}$ $\boxed{\bar{x} = 8 \times 10^{-2} \cos \left( 8\pi t + \frac{\pi}{3} \right) \dots \dots \dots (m)}$ |
| درجة واحدة للجواب الصحيح |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| درجة واحدة للواحدة       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| درجة 7                   | <p>2. الاستطالة السكونية لهذا النابض</p> $\Rightarrow mg = kx_0 \Rightarrow \boxed{x_0 = \frac{m.g}{k}}$ $x_0 = \frac{m.g}{m.\omega_0^2} \Rightarrow \boxed{x_0 = \frac{g}{\omega_0^2}} = \frac{10}{64\pi^2} \Rightarrow \boxed{x_0 = \frac{1}{64} \text{ m}}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| درجة 8                   | <p>3. احسب قيمة ثابت صلابة النابض وهل تتغير هذه القيمة باستبدال الكتلة المعلقة؟</p> $\omega_0^2 = \frac{K}{m} \Rightarrow k = m\omega_0^2 = \frac{1}{2} \times 64\pi^2 = 320 \text{ N.m}^{-1}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|         |                                                                                           |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 درجة  | 4. احسب تسارع الجسم لحظة مروره في وضع مطاله $-X_{max}$ .                                  |
| 5 درجة  | 5. احسب قوة الإرجاع في نقطة مطالها $2\text{ cm}$ .                                        |
| 15 درجة | 6. احسب الطاقة الكامنة في نقطة مطالها $\bar{x} = -2\text{ cm}$ واحسب طاقته الحركية عندئذ. |
|         | طريقة 1:                                                                                  |
|         | طريقة 2: نحسب الطاقة الميكانيكية                                                          |

50/ درجة

المسألة الثانية :

يتألف نواس قتل من قرص متجانس كتلته  $1\text{ kg}$  معلق بسلك قتل شاقولي، فإذا علمت أن عزم عطالة القرص حول محور عمودي على مستويهِ ومار من مركز عطالته  $0,02\text{ Kg.m}^2$  ودوره الخاص  $2\text{ s}$ ، المطلوب:

1. حساب نصف قطر القرص.
2. حساب قيمة ثابت القتل لسلك التعليق.
3. استنتج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام، باعتبار أن مبدأ الزمن هو اللحظة التي ترك فيها القرص دون سرعة ابتدائية بعد أن ندير القرص بمقدار نصف دورة من موضع توازنه بالاتجاه الموجب.
4. حساب السرعة الزاوية للقرص لحظة المرور الأول في موضع توازنه.
5. حساب التسارع الزاوي للقرص لحظة مرور القرص بموضع  $-\frac{\pi}{2}\text{ rad}$ .

|        |                                                                                                  |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 درجة | المعطيات: $m = 1\text{ kg}$ , $I_{\Delta} = 2 \times 10^{-2}\text{ Kg.m}^2$ , $T_0 = 2\text{ s}$ |
| 5 درجة | 1- حساب نصف قطر القرص.                                                                           |
|        | 2- حساب قيمة ثابت القتل لسلك التعليق.                                                            |

15 درجة

-3 ملاحظة: (قد يأتي ربع دورة  $(\frac{\pi}{2})$ ، نصف دورة  $(\pi)$ ، دورة كاملة  $(2\pi)$ )

$$(t = 0, \theta = +\pi \text{ rad}, w = 0)$$

$$\theta_{max} = \theta_{max} \cos \varphi : (\theta = \theta_{max}, t = 0)$$

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

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

$$\boxed{\bar{\theta} = \pi \cos(\pi t + 0) \dots \dots \dots (rad)}$$

15 درجة

$$\bar{w} = -\omega_0 \theta_{max} \sin(\omega_0 t + \theta)$$

في اللحظة  $t = 0$  القرص في أحد الوضعين الطرفين

زمن المرور الأول

$$t_1 = \frac{T_0}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} s$$

$$\bar{w} = -\pi \cdot \pi \sin\left(\pi \cdot \frac{1}{2}\right)$$

$$\boxed{\bar{w} = -10 \text{ rad} \cdot s^{-1}}$$

10 درجة

$$\bar{\alpha} = -\omega_0^2 \cdot \bar{\theta} = -\pi^2 \left(-\frac{\pi}{2}\right)$$

$$\boxed{\bar{\alpha} = +5\pi \text{ rad} \cdot s^{-2}}$$

مع أنس أحمد

انتهت السلم  
أرجو لكم التوفيق  
محبتكم : أ.أنس أحمد