



الفيزياء، البكالوريا، الفرع العلمي

ورقة تمارين: الحركة التوافقية البسيطة والنّوَّاس المرن

الحركة والتحرك . 12 أسئلة . اختر إجابة واحدة لكل سؤال

1. بأيّ واحدة يُقدَّر النبض الخاص ω_0 ؟

(أ) s

(ب) m

(ج) rad.s^{-1} 2. في تمثيل فريزل، ماذا يقابل النبض الخاص ω_0 ؟(أ) السرعة الزاوية الثابتة التي تدور بها النقطة M .(ب) طول الشعاع $\overrightarrow{OM}$.(ج) الزاوية بين الشعاع $\overrightarrow{OM}$ والمحور في اللحظة $t = 0$.

3. يهتز جسمٌ بنبضٍ خاص $\omega_0 = \pi \text{ rad.s}^{-1}$ بين الموضعين $-X_{\max}$ و $+X_{\max}$ ، والمسافة بين مركز الاهتزاز والموضع $+X_{\max}$ تساوي 8 cm . في اللحظة $t = 0$ يكون ساكناً في الموضع $-X_{\max}$. أيّ تابع يصف مطاله مقدراً بالمتر؟

(أ) $\bar{x} = 8 \cos(\pi t - \pi)$ (ب) $\bar{x} = 0.08 \cos(\pi t + \pi)$ (ج) $\bar{x} = 0.08 \cos(\pi t)$

4. كرة معلقةً بنابضٍ شاقولي، ساكنةٌ في موضع توازنها. ما محصلة القوى الخارجيّة المؤثرة في مركز عطالتها؟
(أ) ثقلها $\vec{w}$ ، نحو الأسفل.

(ب) معدومة: $\vec{w} + \vec{F}_{s_0} = \vec{0}$.(ج) قوّة توتر النابض $\vec{F}_{s_0}$ ، نحو الأعلى.

5. استطالة نابضٍ في التوازن 5 cm . نشد الكرة 3 cm تحت موضع توازنها، وتركها دون سرعة ابتدائية. ما سعة الاهتزاز؟

(أ) 5 cm

(ب) 8 cm

(ج) 3 cm

6. المحور الشاقوليّ موجّهٌ نحو الأسفل، والجسم تحت مركز الاهتزاز، فمطاله $\bar{x} > 0$. إلى أين تشير قوّة الإرجاع؟

(أ) نحو الأعلى، أي نحو مركز الاهتزاز، لأنّ $\vec{F} = -k \bar{x} < 0$.

(ب) نحو الأسفل، في اتجاه المطال.

(ج) لا تشير إلى جهة، فهي معدومة ما دام الجسم يتحرّك.

7. لماذا لا يظهر الثقل $m g$ في علاقة قوّة الإرجاع $\vec{F} = -k \bar{x}$ للنّوَّاس المرن الشاقوليّ؟

(أ) لأنّه يُختصر في الحساب مع $k x_0$ ، إذ $w = k x_0$.

(ب) لأنّ الثقل لا يؤثّر في الجسم وهو يتحرّك.

(ج) لأنّ الثقل صغيرٌ مهملاً أمام قوّة توتر النابض.

8. نشتق $\bar{x} = X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$ مرتين بالنسبة للزمن. ما $(\bar{x})''_t$ ؟

(أ) $(\bar{x})''_t = \omega_0^2 X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

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

(ج) $(\bar{x})''_t = -\omega_0^2 X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

9. في البرهان نكتب $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} > 0$. لماذا نأخذ الجذر الموجب؟

(أ) لأنّ الجسم يتحرّك في الاتجاه الموجب للمحور.

(ب) لأنّ k و m مقداران موجبان، والنّيب الخاص مقدار موجب.

(ج) لأنّ الإشارة السالبة في المعادلة التفاضلية تُلغي الجذر السالب.

10. نؤاّش مرّ نبضه الخاص ω_0 . نستبدل بالجسم جسماً كتلته $m' = 2m$ ، وبالنابض نابضاً ثابت صلابته $k' = \frac{k}{2}$.

ما النبض الخاص الجديد؟

(أ) $\omega'_0 = \omega_0$

(ب) $\omega'_0 = \frac{\omega_0}{4}$

(ج) $\omega'_0 = \frac{\omega_0}{2}$

11. هزّازتان تنطلقان في اللحظة نفسها من الموضع $+X_{\max}$ دون سرعة: في الأولى $k_1 = 10 \text{ N.m}^{-1}$ و

$m_1 = 1 \text{ kg}$ ، وفي الثانية $k_2 = 20 \text{ N.m}^{-1}$ و $m_2 = 0.5 \text{ kg}$. أين تكونان بعد 3 s ؟ نأخذ $\pi^2 = 10$.

(أ) تلتقيان في مركز الاهتزاز.

(ب) الأولى في $-X_{\max}$ والثانية في $+X_{\max}$.

(ج) تلتقيان في الموضع $+X_{\max}$.

12. نجعل كتلة الجسم أربعة أضعافها، ونضاعف سعة الاهتزاز أيضاً. كيف يتغيّر الدور الخاص؟

(أ) يتضاعف.

(ب) يصير أربعة أضعافه: يتضاعف بسبب الكتلة، ثمّ يتضاعف مرّة أخرى بسبب السعة.

(ج) لا يتغيّر، لأنّ أثر الكتلة وأثر السعة يتعادلان.

سَلَم التصحيح

1. ج نعم. النبض الخاصّ يقابل السرعة الزاويّة التي تدور بها النقطة M في تمثيل فرينل، فيُقَدَّر بالراديان في الثانية.
2. أ نعم، كما يستنتج الكتاب في الصفحة 5: النبض الخاصّ للحركة يقابل السرعة الزاويّة الثابتة التي تدور بها النقطة M .
3. ب نعم. في $t = 0$ يعطي $\bar{x} = 0.08 \cos \pi = -0.08$ ، وهو الموضع $-X_{\max}$. هذا سؤال الكتاب في الصفحة 13.
4. ب نعم. الكرة ساكنة، فمحّصلة الثقل وقوّة توتّر النابض معدومة. هكذا يبدأ الكتاب في الصفحة 6، وهكذا سأل امتحان الدورة الأولى 2024.
5. ج نعم. تركناها ساكنةً على بعد 3 cm من مركز الاهتزاز، فهذا أبعد ما تبتعده عنه: $X_{\max} = 3 \text{ cm}$.
6. أ نعم. قوّة الإرجاع تعاكس المطال بالإشارة، فتعيد الجسم دوماً نحو مركز الاهتزاز.
7. أ نعم. الثقل موجودٌ في معادلة الإسقاط، لكنّ حالة السكون تعطي $w = k x_0$ ، فيختصر الحدّان ويبقى $-k \bar{x}$.
8. ج نعم، ومنها $(\bar{x})_t'' = -\omega_0^2 \bar{x}$ ، وهي المعادلة (3) التي نطبقها مع المعادلة التفاضليّة.
9. ب نعم. يقول الكتاب في الصفحة 7: «وهذا محقّق لأنّ k, m موجبان». وسَلَم التصحيح يقبل هذا التعليل.
10. ج نعم: $\omega'_0 = \sqrt{\frac{k/2}{2m}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{\omega_0}{2}$. هذا سؤال امتحان الدورة الأولى 2018.
11. ب نعم. $T_{0_1} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{10}} = 2 \text{ s}$ ، فبعد 3 s أتمّت الأولى دوراً ونصفاً وهي في $-X_{\max}$. و
- $T_{0_2} = 2\pi \sqrt{\frac{0.5}{20}} = 1 \text{ s}$ ، فأتمّت الثانية ثلاثة أدوار وعادت إلى $+X_{\max}$. هذا سؤال الكتاب في الصفحة 13.
12. أ نعم. $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$: الكتلة تحت الجذر، فإذا صارت أربعة أضعافها تضاعف الدور، لأنّ $\sqrt{4} = 2$ ، والسعة لا تظهر في العلاقة.