

بسيطة ✨

الفيزياء، البكالوريا، الفرع العلمي

ورقة تمارين: نؤاس الفتل

الحركة والتحرك . 12 أسئلة . اختر إجابة واحدة لكل سؤال

1. بأي علاقة يُعطى عزم الإرجاع في نؤاس الفتل؟

(أ) $\bar{\Gamma} = k \bar{\theta}$

(ب) $\bar{\Gamma} = -k \bar{\theta}$

(ج) $\bar{\Gamma} = -k \bar{\theta}^2$

2. حركة نؤاس الفتل غير المتخامد جيبيّة دورانيّة. ما المعادلة التفاضليّة التي تصف هذه الحركة؟

(أ) $(\bar{\theta})''_t = -\frac{k}{I_{\Delta}} \bar{\theta}$

(ب) $(\bar{\theta})''_t = -\frac{I_{\Delta}}{k} \bar{\theta}$

(ج) $(\bar{\theta})''_t = -\frac{k}{m} \bar{\theta}$

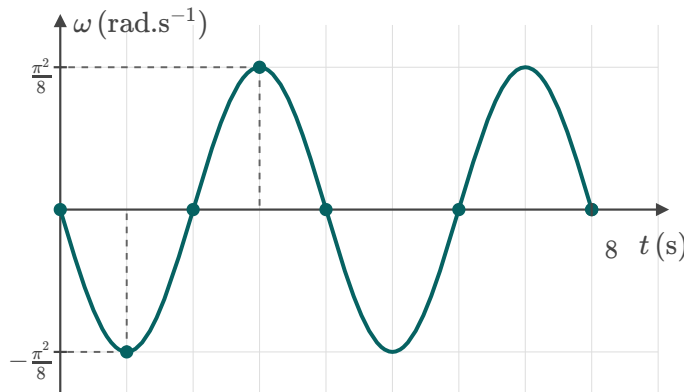
3. نؤاس فتلٍ دوره الخاص $T_0 = 2 \text{ s}$. نُدير ساقه في مستوٍ أفقيّ بزاوية 60° في الجهة الموجبة عن وضع توازنها، ونتركها دون سرعة ابتدائية في اللحظة $t = 0$. ما التابع الزمني لمطالها الزاوي، مقدراً بالراديان؟

(أ) $\bar{\theta} = 60 \cos \pi t$

(ب) $\bar{\theta} = \frac{\pi}{3} \cos(\pi t + \pi)$

(ج) $\bar{\theta} = \frac{\pi}{3} \cos \pi t$

4. يمثل الرسم البياني المجاور تغيّرات السرعة الزاويّة لنؤاس فتلٍ بتغيّر الزمن. ما تابع السرعة الزاويّة الذي يمثله هذا المنحني؟



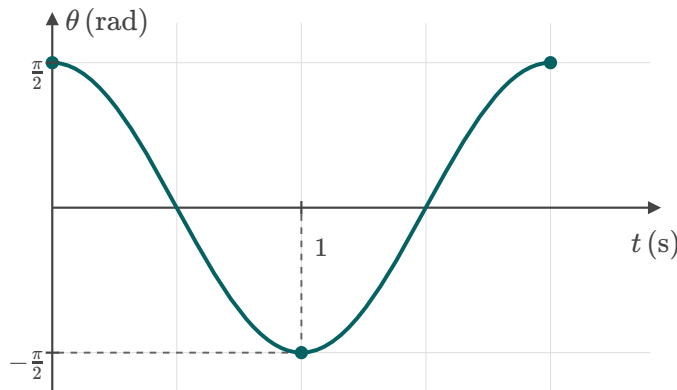
تغيّرات السرعة الزاويّة $\bar{\omega}$ مع الزمن t . عن الكتاب، الصفحة 23.

(أ) $\bar{\omega} = -\frac{\pi^2}{8} \sin \frac{\pi}{2} t$

(ب) $\bar{\omega} = +\frac{\pi^2}{8} \sin \frac{\pi}{2} t$

(ج) $\bar{\omega} = -\frac{\pi^2}{8} \sin \frac{\pi}{4} t$

5. يمثّل الشكل المجاور تغيّرات المطال الزاويّ لنؤاس فتليّ غير متخامد بدلالة الزمن. ما تابع التسارع الزاويّ لحركة هذا النؤاس؟
نأخذ $\pi^2 = 10$.



تغيّرات المطال الزاويّ $\bar{\theta}$ بدلالة الزمن t . عن امتحان الدورة الأولى 2024.

(أ) $\bar{\alpha} = -5 \cos \pi t$

(ب) $\bar{\alpha} = -5\pi \cos \pi t$

(ج) $\bar{\alpha} = -20\pi \cos 2\pi t$

6. التابع الزمنيّ لمطال نؤاس فتليّ $\bar{\theta} = \frac{\pi}{4} \cos 2\pi t$ ، مقدراً بالراديان. ما سرعته الزاويّة لحظة مروره الثاني بوضع التوازن؟
نأخذ $\pi^2 = 10$.

(أ) $\bar{\omega} = -5 \text{ rad.s}^{-1}$

(ب) $\bar{\omega} = 2\pi \text{ rad.s}^{-1}$

(ج) $\bar{\omega} = +5 \text{ rad.s}^{-1}$

7. نؤاس فتليّ مؤلّف من ساقٍ مهملة الكتلة في طرفيها كتلتان نقطيتان متساويتان، معلّقة من منتصفها بسلك فتليّ، ودوره الخاص T_0 . نقرّب الكتلتين من السلك بالمقدار نفسه، حتّى يصبح البعد بينهما نصف ما كان عليه. ما الدور الخاصّ الجديد T'_0 ؟

(أ) $T'_0 = \frac{T_0}{4}$

(ب) $T'_0 = \frac{T_0}{\sqrt{2}}$

(ج) $T'_0 = \frac{T_0}{2}$

8. ساقٌ طولها 80 cm وعزم عطالتها حول منتصفها $4 \times 10^{-3} \text{ kg.m}^2$ ، معلّقة من منتصفها بسلك فتليّ شاقوليّ، ودورها الخاصّ $T_0 = 1 \text{ s}$. تثبت في كلّ من طرفيها كتلة نقطيّة 25 g. ما الدور الخاصّ الجديد T'_0 ؟

(أ) $T'_0 = 3 \text{ s}$

(ب) $T'_0 = \sqrt{3} \text{ s}$

(ج) $T'_0 = \sqrt{2} \text{ s}$

9. نؤاس فتليّ غير متخامد يهتزّ بسعة زاويّة $\theta_{\max}$ ، ثمّ نضاعف سعة اهتزازه. ما المقدار الذي لا يتغيّر؟

(أ) دوره الخاصّ T_0 .

(ب) سرعته الزاويّة العظمى.

(ج) طاقته الميكانيكيّة.

10. نؤاس فتلي طول سلكه l ودوره الخاص T_0 . نجعل طول سلك الفتل نصف ما كان عليه. ما دوره الخاص الجديد T'_0 ؟

$$T'_0 = \frac{T_0}{2} \quad (\text{أ})$$

$$T'_0 = \sqrt{2} T_0 \quad (\text{ب})$$

$$T'_0 = \frac{T_0}{\sqrt{2}} \quad (\text{ج})$$

11. ميفاتيئة تعتمد في عملها على نؤاس فتل: قرص معلق بسلك فتل. لتصحيح التأخير الحاصل بالوقت فيها قدّم الطلاب مقترحاتهم. ما الاقتراح الصحيح؟

(أ) إنقاص طول سلك الفتل بمقدار ضئيل.

(ب) زيادة طول سلك الفتل بمقدار ضئيل.

(ج) زيادة كتلة القرص مع المحافظة على قطره.

12. نؤاس فتلي غير متخامد، ثابت فتل سلكه $k = 0.32 \text{ m.N.rad}^{-1}$ ، يهتز بسعة زاوية $\theta_{\max} = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$. ما طاقته

الحركية حين يكون مطاله الزاوي $\bar{\theta} = \frac{\pi}{8} \text{ rad}$ ؟ نأخذ $\pi^2 = 10$.

$$E_k = 2.5 \times 10^{-2} \text{ J} \quad (\text{أ})$$

$$E_k = 7.5 \times 10^{-2} \text{ J} \quad (\text{ب})$$

$$E_k = 5 \times 10^{-2} \text{ J} \quad (\text{ج})$$

سَلَمُ التصحيح

1. ب نعم. عزم مزدوجة الفتّل يتناسب طردياً مع زاوية الفتّل $\bar{\theta}$ ويعاكسها بالإشارة، فيعيد الساق نحو وضع توازنها من الجهتين. هذه علاقة الكتاب في الصفحة 18.
2. أ نعم. العلاقة الأساسية في التحريك الدوراني تعطي $-k\bar{\theta} = I_{\Delta}(\bar{\theta})''_t$ ، فنقسم الطرفين على I_{Δ} . هذا سؤال امتحان 2025.
3. ج نعم. نحوّل الزاوية إلى الراديان: $60^\circ = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$. والنّبض $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \pi \text{ rad.s}^{-1}$. والساق تبدأ ساكنة عند سعتها الموجبة، ف $\theta_{\max} = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$ و $\bar{\varphi} = 0$.
4. أ نعم. بين 0 و 8 s يتمّ المنحني دورين، ف $T_0 = 4 \text{ s}$ و $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{\pi}{2} \text{ rad.s}^{-1}$. والسرعة الزاوية تبدأ من الصفر وتنزل إلى القيم السالبة، كما في $\bar{\omega} = -\omega_0\theta_{\max} \sin \omega_0 t$ ، وطوليتها العظمى $\frac{\pi^2}{8} \text{ rad.s}^{-1}$. هذا سؤال الكتاب في الصفحة 23.
5. ب نعم. من الشكل $\theta_{\max} = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$ ، والساق تبلغ $-\theta_{\max}$ بعد نصف دورٍ في $t = 1 \text{ s}$ ، ف $T_0 = 2 \text{ s}$ و $\omega_0 = \pi \text{ rad.s}^{-1}$. والتسارع الزاوي $\bar{\alpha} = -\omega_0^2 \bar{\theta}$ ، أي $\bar{\alpha} = -\pi^2 \times \frac{\pi}{2} \cos \pi t$ ، ومع $\pi^2 = 10$ نجد $\bar{\alpha} = -5\pi \cos \pi t$. هذا سؤال امتحان الدورة الأولى 2024.
6. ج نعم. النّبض $\omega_0 = 2\pi \text{ rad.s}^{-1}$ ، فالدور $T_0 = 1 \text{ s}$. والساق تمرّ بوضع التوازن حين $\cos 2\pi t = 0$: أوّل مرّة في $t = \frac{T_0}{4} = 0.25 \text{ s}$ ، وثاني مرّة بعد نصف دورٍ آخر، في $t = \frac{3T_0}{4} = 0.75 \text{ s}$. نعوّض في $\bar{\omega} = -\omega_0\theta_{\max} \sin \omega_0 t$ ، أي $\bar{\omega} = -2\pi \times \frac{\pi}{4} \sin \frac{3\pi}{2}$ ، فالدور في $\bar{\omega} = +\frac{\pi^2}{2} = +5 \text{ rad.s}^{-1}$. في المرور الثاني تعود الساق من الجهة السالبة، فتدور في الجهة الموجبة.
7. ج نعم. صار بعد كلّ كتلةٍ عن السلك نصف ما كان، وعزم عطالتها $m r^2$ يتبع مربّع البعد، فصار عزم عطالة الجملة ربع ما كان. والدور يتناسب مع الجذر التربيعي لعزم العطالة: $T'_0 = T_0 \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{T_0}{2}$. هذا سؤال امتحان 2025.
8. ب نعم. كلّ كتلةٍ على بعد $\frac{l}{2} = 0.4 \text{ m}$ من السلك، و $m = 0.025 \text{ kg}$ ، فعزم عطالة الكتلتين $2 \times 0.025 \times (0.4)^2 \text{ kg.m}^2$ ، أي $8 \times 10^{-3} \text{ kg.m}^2$. وعزم عطالة الجملة $I' = 4 \times 10^{-3} + 8 \times 10^{-3}$ ، أي $I' = 1.2 \times 10^{-2} \text{ kg.m}^2$ ، ثلاثة أضعاف عزم عطالة الساق. والسلك نفسه، ف $\frac{T'_0}{T_0} = \sqrt{\frac{I'}{I}} = \sqrt{3}$.
9. أ نعم. السعة الزاوية لا تدخل في $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{k}}$ ، وهذا ما وجده الكتاب بالتجربة في الصفحة 19. هذا سؤال امتحان 2025.

10. ج نعم. الطول في مقام $k = k' \frac{(2r)^4}{l}$ ، فنصف الطول يعطي ضعف ثابت الفتل، وعزم العطالة لم يتغيّر:

$$\frac{T_0}{T_0} = \sqrt{\frac{k}{2k}} = \frac{1}{\sqrt{2}} . \text{ هذا سؤال امتحان الدورة الأولى 2022.}$$

11. أ نعم. الميقاتية تتأخّر لأنّ دور نوّاسها أطول ممّا يجب، فتعدّ في المدّة نفسها نوساتٍ أقلّ ممّا ينبغي. والسلك الأقصر ثابت فتله أكبر، فيصغر الدور وتلحق الميقاتية بالوقت. هذا سؤال الكتاب في الصفحة 22.

12. ب نعم. الطاقة الميكانيكية ثابتة: $E = \frac{1}{2} k \theta_{\max}^2$ ، أي $E = \frac{1}{2} \times 0.32 \times \frac{\pi^2}{16} = 0.1 \text{ J}$. والطاقة الكامنة في هذا الوضع $E_p = \frac{1}{2} k \theta^2 = 2.5 \times 10^{-2} \text{ J}$. والباقي حركي: $E_k = E - E_p = 7.5 \times 10^{-2} \text{ J}$.

نوّاس الفتل . المصدر: الفيزياء، الصفحات 17 إلى 21 . basita123.com