

☆ بسيطة

الفيزياء، البكالوريا، الفرع العلمي

ورقة تمارين: النّوّاس الثّقليّ البسيط

الحركة والتّحريك . 12 أسئلة . اختر إجابة واحدة لكل سؤال

1. ما تعريف النّوّاس الثّقليّ البسيط نظريّاً، كما في الكتاب؟

(أ) كرة صغيرة كثافتها النسبيّة كبيرة، معلّقة بخيطٍ مهمل الكتلة لا يمتدّ.

(ب) نقطة ماديّة تهتزّ بتأثير ثقلها على بعدٍ ثابتٍ من محورٍ أفقيّ ثابت.

(ج) نقطة ماديّة معلّقة بنابضٍ مرنيٍّ شاقوليٍّ، تهتزّ صعوداً ونزولاً.

2. كرة نوّاسٍ ثّقليٍّ بسيطٍ كتلتها m وطول خيطه l ، مُزاحّة عن الشاقول بزاويّة $\bar{\theta} \neq 0$. تؤثّر فيها قوتان: ثقلها وتوتّر الخيط. ما عزمهما حول محور الدوران؟

(أ) عزم توتّر الخيط معدوم، وعزم الثقل $-m g l \sin \bar{\theta}$.

(ب) عزم الثقل معدوم، وتوتّر الخيط هو الذي يعيد الكرة.

(ج) عزم توتّر الخيط معدوم، وعزم الثقل $+m g l \sin \bar{\theta}$.

3. معادلة حركة النّوّاس الثّقليّ البسيط $(\bar{\theta})''_t = -\frac{g}{l} \sin \bar{\theta}$. في الساعات الزاويّة الصغيرة تصير حركته جيبيّةً دورانيّةً. ما نبضها الخاصّ؟

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (\text{أ})$$

$$\omega_0 = \frac{g}{l} \quad (\text{ب})$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (\text{ج})$$

4. نوّاسٍ ثّقليٍّ بسيطٍ طول خيطه 36 cm، يهتزّ بسعةٍ زاويّةٍ صغيرة. ما دوره الخاصّ؟ نأخذ $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ و

$$\pi^2 = 10$$

$$T_0 = 12 \text{ s} \quad (\text{أ})$$

$$T_0 = 0.6 \text{ s} \quad (\text{ب})$$

$$T_0 = 1.2 \text{ s} \quad (\text{ج})$$

5. نوّاسٍ ثّقليٍّ بسيطٍ يهتزّ بسعةٍ زاويّةٍ صغيرة، فينجز 10 نوساتٍ في 14 s. ما طول خيطه؟ نأخذ $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ و

$$\pi^2 = 10$$

$$l = 0.49 \text{ m} \quad (\text{أ})$$

$$l = 49 \text{ m} \quad (\text{ب})$$

$$l = 0.35 \text{ m} \quad (\text{ج})$$

6. نستبدل بكرة نوّاسٍ ثّقليٍّ بسيطٍ كرةً من الخشب بالقطر نفسه، مع الخيط نفسه، ويبقى الاهتزاز بسعةٍ صغيرة. كيف يتغيّر دوره الخاصّ؟

(أ) يصغر، لأنّ الكرة الخشبيّة أخفّ.

(ب) لا يتغيّر.

(ج) يكبر، لأنّ الكرة الخشبيّة أخفّ.

7. نّوّاس ثقليّ بسيط غير متخامد يهتزّ بسعة 6° ، ثمّ نتركه من 12° . كيف يتغيّر دوره الخاصّ؟

- (أ) يبقى نفسه، فالسعتان صغيرتان.
 (ب) يتضاعف، لأنّ السعة تضاعفت.
 (ج) يقصر، لأنّ الكرة تمرّ بسرعة أكبر.

8. ساعة يضبط حركتها نّوّاس ثقليّ بسيط، فإذا هي تتقدّم: تشير بعد يومٍ إلى وقتٍ أكبر من الوقت الصحيح. كيف نصحّحها؟

- (أ) نقصّر خيط النّوّاس قليلاً.
 (ب) نستبدل بالكرة كرة أثقل منها.
 (ج) نطيل خيط النّوّاس قليلاً.

9. نّوّاس ثقليّ بسيط غير متخامد دوره في الساعات الصغيرة $T_0 = 1.5 \text{ s}$. نزيح كرتة عن الشاقول بزاوية 0.8 rad ونتركها

دون سرعة ابتدائية. ما دوره عندئذٍ؟

- (أ) 1.5 s
 (ب) 1.56 s
 (ج) 1.575 s

10. كرة نّوّاس ثقليّ بسيط كتلتها m ، مُزاحة عن الشاقول بزاوية $\bar{\theta} > 0$. نُسقط ثقلها وتوتّر الخيط على المماس الموجه

بجهة إزاحة الكرة. ما مجموع المسقطين؟

- (أ) $+m g \sin \bar{\theta}$
 (ب) $-m g \sin \bar{\theta}$
 (ج) $-m g \sin \bar{\theta} + T$

11. في التعريف العمليّ للنّوّاس الثّقليّ البسيط كرة كثافتها النسبية كبيرة. لماذا هذا الشرط؟

- (أ) ليطول دور النّوّاس.
 (ب) ليقلّ امتطاط الخيط.
 (ج) ليصغر أثر الهواء في الكرة بالنسبة لثقلها.

12. نّوّاسان ثقلّيان بسيطان في المكان نفسه، طول خيط الثاني أربعة أضعاف طول خيط الأوّل، وكلاهما يهتزّ بسعة صغيرة. كم

يساوي دور الثاني الخاصّ؟

- (أ) ضعف دور الأوّل.
 (ب) أربعة أضعاف دور الأوّل.
 (ج) نصف دور الأوّل.

سَلَمُ التصحيح

1. ب نعم، هذا تعريف الكتاب في الصفحة 29، وطلبه امتحان الدورة الثانية 2022 بلفظه تقريباً. والكرة الحقيقية تقترب من هذا النموذج بشروط التعريف العمليّ.
2. أ نعم: حامل التوتّر على امتداد الخيط، فهو يمرّ من المحور دائماً، وعزمه معدوم. والثقل يدير الكرة نحو وضع التوازن، فعزمه يعاكس المطال الزاويّ بالإشارة، والبعد بين حامله والمحور $l \sin \theta$.
3. ج نعم: في الساعات الصغيرة $\sin \bar{\theta} \approx \bar{\theta}$ ، فتصير المعادلة $(\bar{\theta})''_t = -\frac{g}{l} \bar{\theta}$. وبالمطابقة مع $(\bar{\theta})''_t = -\omega_0^2 \bar{\theta}$ نجد $\omega_0^2 = \frac{g}{l}$ ، والجذر موجب.
4. ج نعم: $l = 0.36 \text{ m}$ ، و $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{0.36}{10}} = \sqrt{40 \times 0.036}$ ، أي $T_0 = \sqrt{1.44} = 1.2 \text{ s}$.
5. أ نعم: $T_0 = \frac{14}{10} = 1.4 \text{ s}$. ومن $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ نجد $l = \frac{g T_0^2}{4\pi^2} = \frac{10 \times 1.96}{40}$ ، أي $l = 0.49 \text{ m}$.
6. ب نعم: $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ليس فيها كتلة ولا مادة، وهذا ما يستنتجه الكتاب من النشاط، الصفحة 31: «لا يتعلّق دور النّوّاس البسيط بكتلته، ولا بنوع مادّة كرتّه».
7. أ نعم: 12° نحو 0.21 rad ، أصغر من 0.24 rad ، والنوسات صغيرة السعة لها الدور نفسه، «متواقة فيما بينها» كما في الكتاب، الصفحة 31. تقطع الكرة قوساً أطول بسرعة أكبر، في الزمن نفسه.
8. ج نعم: الساعة التي تتقدّم ينجز نّوّاسها نوساتٍ أكثر ممّا يجب، فدوره أقصر ممّا يجب. والدور يتناسب طردياً مع الجذر التربيعي لطول الخيط، فنطيل الخيط ليطول الدور.
9. ب نعم: 0.8 rad أكبر من 0.24 rad ، فنستعمل علاقة الكتاب في الصفحة 31: $T'_0 \approx 1.5 \left[1 + \frac{(0.8)^2}{16} \right]$ ، أي $T'_0 \approx 1.5 \times 1.04 = 1.56 \text{ s}$.
10. ب نعم: مسقط الثقل على المماس $-m g \sin \bar{\theta}$ ، يتّجه نحو وضع التوازن. والتوتّر على امتداد الخيط، عموديّ على المماس، فمسقطه معدوم، كما في الطريقة الثانية في الكتاب، الصفحة 30.
11. ج نعم: الكرة الكثيفة ثقلها كبير بالنسبة لحجمها، فيصغر أثر الهواء فيها بالنسبة لثقلها، وتقترب من النموذج: لا يؤثّر فيها إلّا ثقلها وتوتّر الخيط.
12. أ نعم: الدور يتناسب طردياً مع الجذر التربيعي لطول الخيط، كما يستنتج الكتاب في الصفحة 31، و $\sqrt{4} = 2$.