

بسيطة

الفيزياء، البكالوريا، الفرع العلمي

ورقة تمارين: النّوّاس الثّقليّ المركّب

الحركة والتّحريك . 12 أسئلة . اختر إجابة واحدة لكل سؤال

1. جسم صلب يمكن أن يدور حول محور ثابت. متى يهتز بتأثير ثقله نوّاساً ثقلياً مركّباً؟

(أ) حين يكون المحور أفقياً ولا يمرّ من مركز عطالته.

(ب) حين يكون المحور أفقياً ويمرّ من مركز عطالته.

(ج) حين يكون المحور شاقولياً ولا يمرّ من مركز عطالته.

2. نوّاس ثقلّيّ مركّب غير متخامد كتلته m ، وعزم عطالته حول محور دورانه I_{Δ} ، ومركز عطالته على بعد d من المحور. ما المعادلة التفاضليّة لحركته، دون أيّ تقريب في السعة؟

$$(A) \quad (\bar{\theta})''_t = -\frac{m g d}{I_{\Delta}} \bar{\theta}$$

$$(B) \quad (\bar{\theta})''_t = -\frac{I_{\Delta}}{m g d} \sin \bar{\theta}$$

$$(C) \quad (\bar{\theta})''_t = -\frac{m g d}{I_{\Delta}} \sin \bar{\theta}$$

3. في النّوّاس الثّقليّ المركّب تؤثر قوتان: الثقل وردّ فعل محور الدوران. لماذا لا يظهر عزم ردّ فعل المحور في المعادلة التفاضليّة؟

(أ) لأنّ ردّ فعل المحور صغيرٌ بالنسبة للثقل، فنهمل عزمه.

(ب) لأنّ ردّ فعل المحور يعاكس الثقل، فيُلغى عزمه عزم الثقل.

(ج) لأنّ حامل ردّ فعل المحور يمرّ من محور الدوران، فعزمه حوله معدوم.

4. نوّاس ثقلّيّ مركّب غير متخامد. بأيّ سعة زاويّة من الآتية نعدّ حركته جيبيّة دورانيّة؟

$$(A) \quad \theta_{\max} = 20^\circ$$

$$(B) \quad \theta_{\max} = 12^\circ$$

$$(C) \quad \theta_{\max} = 0.3 \text{ rad}$$

5. ساق شاقوليّة مهملة الكتلة طولها 0.8 m ، تهتزّ حول محور أفقيّ يمرّ من نقطة منها على بعد 0.2 m من طرفها

العلويّ. في طرفها العلويّ كتلة نقطيّة $m_1 = 0.2 \text{ kg}$ ، وفي طرفها السفليّ كتلة نقطيّة $m_2 = 0.6 \text{ kg}$. ما بعد مركز

عطالة الجملة عن المحور؟

$$(A) \quad d = 0.4 \text{ m}$$

$$(B) \quad d = 0.5 \text{ m}$$

$$(C) \quad d = 0.2 \text{ m}$$

6. ساق متجانسة طولها $L = 1.2 \text{ m}$ وكتلتها $M = 0.5 \text{ kg}$ ، تهتزّ حول محور أفقيّ عموديّ عليها يمرّ من نقطة على

بعد 0.1 m من طرفها العلويّ. ما عزم عطالتها حول هذا المحور؟ علماً أنّ $I_{\Delta/c} = \frac{1}{12} M L^2$.

$$(A) \quad I_{\Delta} = 0.065 \text{ kg.m}^2$$

$$(B) \quad I_{\Delta} = 0.185 \text{ kg.m}^2$$

$$(C) \quad I_{\Delta} = 0.125 \text{ kg.m}^2$$

7. ساق متجانسة طولها L وكتلتها M ، تهتزّ حول محورٍ أفقيٍّ يمرّ من طرفها العلويّ، وفي طرفها السفليّ كتلة نقطيّة $\frac{M}{2}$.
 ما الدور الخاصّ لهذا النّوَّاس في الساعات الزاويّة الصغيرة؟ علماً أنّ عزم عطالة الساق وحدها حول هذا المحور $\frac{1}{3} M L^2$.

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{5L}{3g}} \quad (\text{أ})$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2L}{3g}} \quad (\text{ب})$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{5L}{6g}} \quad (\text{ج})$$

8. ساق شاقوليّة مهملة الكتلة طولها 0.72 m ، تهتزّ حول محورٍ أفقيٍّ يمرّ من منتصفها. في طرفها العلويّ كتلة نقطيّة $m_1 = 0.3 \text{ kg}$ ، وفي طرفها السفليّ كتلة نقطيّة $m_2 = 0.5 \text{ kg}$. ما دورها الخاصّ في الساعات الزاويّة الصغيرة؟ نأخذ $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ و $\pi^2 = 10$.

$$T_0 = 2.4 \text{ s} \quad (\text{أ})$$

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

$$T_0 = 2 \text{ s} \quad (\text{ج})$$

9. قرص متجانس نصف قطره $r = 0.2 \text{ m}$ وكتلته M ، يهتزّ في مستوٍ شاقوليٍّ حول محورٍ أفقيٍّ عموديٍّ على مستويّه يمرّ من نقطة على محيطه. ما طول النّوَّاس البسيط المواقّت له؟ علماً أنّ $I_{\Delta/c} = \frac{1}{2} M r^2$.

$$l = 0.3 \text{ m} \quad (\text{أ})$$

$$l = 0.2 \text{ m} \quad (\text{ب})$$

$$l = 0.1 \text{ m} \quad (\text{ج})$$

10. نوّاس ثقليّ مركّب يهتزّ بسعة زاويّة صغيرة، ومركز عطالته تحت المحور. نثبتّ عليه كتلة نقطيّة صغيرة فوق المحور، ويبقى مركز عطالة الجملة تحت المحور. كيف يتغيّر دوره الخاصّ؟
 (أ) يقصر، لأنّ الكتلة الكلّيّة تزداد.
 (ب) يطول.
 (ج) لا يتغيّر، لأنّ الكتلة تُختصر من علاقة الدور.

11. ننقل نوّاساً ثقليّاً مركّباً من الأرض إلى سطح القمر، حيث تسارع الجاذبيّة أصغر. كيف يتغيّر طول النّوَّاس البسيط المواقّت له؟
 (أ) يكبر، لأنّ g أصغر.
 (ب) يصغر، لأنّ الدور يكبر.
 (ج) لا يتغيّر.

12. نوّاس ثقليّ مركّب كتلته $m = 2 \text{ kg}$ ، وعزم عطالته حول محور دورانه $I_{\Delta} = 0.5 \text{ kg.m}^2$ ، ومركز عطالته على بعد 25 cm من المحور. ما دوره الخاصّ في الساعات الزاويّة الصغيرة؟ نأخذ $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ و $\pi^2 = 10$.

$$T_0 = 0.2 \text{ s} \quad (\text{أ})$$

$$T_0 = 2 \text{ s} \quad (\text{ب})$$

$$T_0 = 20 \text{ s} \quad (\text{ج})$$

سَلَمُ التصحيح

1. أ نعم، كما في تعريف الكتاب، الصفحة 34. حين نزيح الجسم يبتعد حامل ثقله عن المحور، فيصير للثقل عزْمٌ يعيده نحو موضع توازنه.

2. ج نعم: عزم الثقل $-m g d \sin \bar{\theta}$ وعزم ردّ فعل المحور معدوم، فالعلاقة الأساسية في التحريك الدورانيّ تعطي $-m g d \sin \bar{\theta} = I_{\Delta} (\bar{\theta})''_t$. ثمّ نقسم الطرفين على I_{Δ} .

3. ج نعم: ردّ الفعل يؤثّر في الجسم على المحور نفسه، فالبعد بين حامله والمحور صفر، وعزمه معدومٌ مهما كانت شدّته. كما في الكتاب، الصفحة 27.

4. ب نعم: $12^\circ = \frac{\pi}{15} \approx 0.21 \text{ rad}$ ، أصغر من 0.24 rad ، فيصحّ $\sin \bar{\theta} \approx \bar{\theta}$ ، وتصير المعادلة التفاضليّة من شكل معادلة الحركة الجبّيّة.

5. أ نعم: $\bar{r}_1 = -0.2 \text{ m}$ و $\bar{r}_2 = +0.6 \text{ m}$ ، ف $d = \frac{0.2 \times (-0.2) + 0.6 \times 0.6}{0.8}$ أي $d = \frac{0.32}{0.8} = 0.4 \text{ m}$ ، ومركز العطالة تحت المحور.

6. ب نعم: البعد بين المحور ومنتصف الساق $d = 0.6 - 0.1 = 0.5 \text{ m}$ ، ف $M d^2 = 0.5 \times (0.5)^2 = 0.125$ ، $I_{\Delta} = 0.06 + 0.125 = 0.185 \text{ kg.m}^2$ أي $I_{\Delta} = 0.06 + 0.125$.

7. ج نعم: الكتلة الكليّة $\frac{3M}{2}$ ، ومجموع $m \bar{r}$ هو $M \frac{L}{2} + \frac{M}{2} L = M L$ ، ف $d = \frac{2L}{3}$ ، و $m g d = M g L$. وعزم العطالة $\frac{1}{3} M L^2 + \frac{M}{2} L^2 = \frac{5}{6} M L^2$. وبالتعويض تُختصر M .

8. أ نعم: $\bar{r}_1 = -0.36 \text{ m}$ و $\bar{r}_2 = +0.36 \text{ m}$ ، ف $d = \frac{0.5 \times 0.36 - 0.3 \times 0.36}{0.8}$ أي $d = 0.09 \text{ m}$. و $I_{\Delta} = 0.8 \times (0.36)^2 = 0.10368 \text{ kg.m}^2$ ، أي $I_{\Delta} = 0.10368 \text{ kg.m}^2$. النسبة $\frac{I_{\Delta}}{m g d} = \frac{0.10368}{0.72} = 0.144$ ، ف $T_0 = \sqrt{40 \times 0.144} = 2.4 \text{ s}$.

9. أ نعم: بنظرية هايفنز $I_{\Delta} = \frac{1}{2} M r^2 + M r^2 = \frac{3}{2} M r^2$ ، و $d = r$ ، ف $l = \frac{I_{\Delta}}{M d} = \frac{3r}{2} = 0.3 \text{ m}$.

10. ب نعم: الكتلة الجديدة تزيد عزم العطالة بـ $m r^2$ ، وتنقص $m g d$ لأنّ $\bar{r}$ لها سالب. البسط تحت الجذريّكبر والمقام يصغر، فيطول الدور، كما في مثالنا في آخر الدرس.

11. ج نعم: $l = \frac{I_{\Delta}}{m d}$ يتعلّق بالجسم ومحوره وحدهما، ولا يدخله g . ودور النّوَّاس المركّب ودور النّوَّاس البسيط المواقف يكبران على القمر بالنسبة نفسها.

12. ب نعم: $d = 25 \text{ cm} = 0.25 \text{ m}$ ، و $\frac{I_{\Delta}}{m g d} = \frac{0.5}{2 \times 10 \times 0.25} = 0.1$ ، ف $T_0 = \sqrt{40 \times 0.1} = 2 \text{ s}$.

النّوَّاس الثّقليّ المركّب . المصدر: [الفيزياء](#)، الصفحات 25 إلى 28 . basita123.com