



الفيزياء، البكالوريا، الفرع العلمي

ورقة تمارين: الطاقة في النّوَّاس: السرعة وتوتّر الخيط

الحركة والتّحريك . 12 أسئلة . اختر إجابة واحدة لكل سؤال

1. كرة نوّاسٍ بسيطٍ طول خيطه $l = 0.5 \text{ m}$ تُترك دون سرعةٍ ابتدائيةٍ، والخيط يصنع مع الشاقول زاويةً $\theta_{\max}$ حيث $\cos \theta_{\max} = 0.8$. ما سرعتها لحظة المرور بالشاقول؟ نأخذ $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

(أ) $v = 2\sqrt{2} \text{ m.s}^{-1}$

(ب) $v = 1 \text{ m.s}^{-1}$

(ج) $v = \sqrt{2} \text{ m.s}^{-1}$

2. كرة نوّاسٍ بسيطٍ كتلتها $m = 0.25 \text{ kg}$ ، تُترك دون سرعةٍ ابتدائيةٍ والخيط يصنع مع الشاقول زاويةً $\theta_{\max} = 60^\circ$. ما شدة توتّر الخيط لحظة مرورها بالشاقول؟ نأخذ $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

(أ) $T = 5 \text{ N}$

(ب) $T = 2.5 \text{ N}$

(ج) $T = 6.25 \text{ N}$

3. تُترك كرة نوّاسٍ بسيطٍ طول خيطه $l = 0.9 \text{ m}$ دون سرعةٍ ابتدائيةٍ، فتمرّ بالشاقول بسرعة $v = 3 \text{ m.s}^{-1}$. ما الزاوية التي تُركت منها؟ نأخذ $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

(أ) $\theta_{\max} = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$

(ب) $\theta_{\max} = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$

(ج) $\theta_{\max} = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$

4. تنزل كرة نوّاسٍ بسيطٍ من وضع الترك إلى الشاقول. لماذا عمل توتّر الخيط في هذا الانتقال معدوم؟

(أ) لأنّ التوتّر صغيرٌ بالنسبة للثقل.

(ب) لأنّ حامل التوتّر يعامد انتقال الكرة في كلّ لحظة.

(ج) لأنّ التوتّر يساوي الثقل ويعاكسه.

5. كرة نوّاسٍ بسيطٍ كتلتها 0.2 kg تمرّ بالشاقول بسرعة 2 m.s^{-1} . ما الطاقة الميكانيكية للنّوَّاس، إذا أخذنا مبدأ قياس الطاقة الكامنة الثقالية كما في الكتاب؟

(أ) $E = 0.4 \text{ J}$

(ب) $E = 0.8 \text{ J}$

(ج) $E = 0 \text{ J}$

6. نوّاسٌ ثقليٌّ مرّكبٌ كتلته $m = 0.9 \text{ kg}$ ، وعزم عطالته حول محور دورانه $I_{\Delta} = 0.05 \text{ kg.m}^2$ ، ومركز عطالته على بُعد $d = 0.2 \text{ m}$ من المحور. نتركه دون سرعةٍ ابتدائيةٍ من $\theta_{\max} = 60^\circ$. ما سرعته الزاوية لحظة المرور بالشاقول؟ نأخذ $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

(أ) $\omega = 5\sqrt{2} \text{ rad.s}^{-1}$

(ب) $\omega = 6\sqrt{2} \text{ rad.s}^{-1}$

(ج) $\omega = 6 \text{ rad.s}^{-1}$

7. ساق متجانسة طولها L وكتلتها M ، تدور حول محورٍ أفقيٍّ يمرّ من طرفها العلويّ، وعزم عطالتها حول هذا المحور $\frac{1}{3}ML^2$. نتركها دون سرعةٍ ابتدائيةٍ من الوضع الأفقيّ. ما سرعتها الزاوية لحظة مرورها بالشاقول؟

(أ) $\omega = \sqrt{\frac{3g}{L}}$

(ب) $\omega = 2\sqrt{\frac{g}{L}}$

(ج) $\omega = \sqrt{\frac{6g}{L}}$

8. ساق شاقوليةٍ مهملة الكتلة طولها 1 m ، تدور حول محورٍ أفقيٍّ يمرّ من نقطةٍ منها على بُعد 0.2 m من طرفها العلويّ. في طرفيها كتلتان نقطيتان متساويتان، m_1 في الأعلى و m_2 في الأسفل، فمركز عطالة الجملة على بُعد 0.3 m من المحور. تمرّ الجملة بالشاقول بسرعةٍ زاويةٍ $\omega = 2.5\text{ rad.s}^{-1}$. ما السرعة الخطية للكتلة m_2 عندئذٍ؟

(أ) $v = 0.75\text{ m.s}^{-1}$

(ب) $v = 2\text{ m.s}^{-1}$

(ج) $v = 3.125\text{ m.s}^{-1}$

9. ساق تدور حول محورٍ ثابتٍ يمرّ من طرفها. لماذا لا نحسب طاقتها الحركية بالعلاقة $\frac{1}{2}mv^2$ ؟

(أ) لأنّ الساق الدائرة حول محورٍ ثابت ليست لها طاقة حركية.

(ب) لأنّ كتلة الساق لا تدخل في طاقتها الحركية.

(ج) لأنّ نقاط الساق تتحرّك بسرعاتٍ مختلفة، فلا سرعة واحدة نعّوضها.

10. نطبّق نظرية الطاقة الحركية على نوّاسٍ ثقليٍّ مرّكبٍ يدور حول محورٍ ثابت. لماذا نعدّ عمل قوّة ردّ فعل المحور معدوماً؟

(أ) لأنّ شدّتها تساوي شدّة الثقل.

(ب) لأنّ حاملها يبقى شاقولياً في أثناء الحركة.

(ج) لأنّ نقطة تأثيرها على المحور، وهي لا تنتقل.

11. نوّاسٍ ثقليٍّ بسيطٍ غير متخامد، طاقته الميكانيكية 0.5 J . في وضعٍ ما من حركته تكون طاقته الكامنة الثقالية 0.2 J . ما طاقته الحركية في هذا الوضع؟

(أ) $E_k = 0.7\text{ J}$

(ب) $E_k = 0.3\text{ J}$

(ج) $E_k = 0.5\text{ J}$

12. كرة نوّاسٍ بسيطٍ كتلتها $m = 0.2\text{ kg}$ وطول خيطه $l = 0.5\text{ m}$ ، تمرّ بالشاقول بسرعةٍ $v = 1\text{ m.s}^{-1}$. ما شدّة توتّر الخيط عندئذٍ؟ نأخذ $g = 10\text{ m.s}^{-2}$.

(أ) $T = 2.4\text{ N}$

(ب) $T = 2\text{ N}$

(ج) $T = 1.6\text{ N}$

سَلَم التصحيح

1. ج نعم: الكرة تنزل $h = l(1 - \cos \theta_{\max})$ ، أي $h = 0.5 \times 0.2 = 0.1 \text{ m}$ ، و $\frac{1}{2} m v^2 = m g h$ ، تعطي $v^2 = 2 g h = 2$ ، أي $v = \sqrt{2} \text{ m.s}^{-1}$.

2. أ نعم: $T = m g (3 - 2 \cos \theta_{\max})$ ، و $m g = 2.5 \text{ N}$ ، ف $T = 2.5 \times (3 - 1) = 5 \text{ N}$ ، ضعف ثقل الكرة.

3. ب نعم: $v^2 = 2 g l (1 - \cos \theta_{\max})$ ، أي $9 = 18 (1 - \cos \theta_{\max})$ ، ف $\cos \theta_{\max} = 0.5$ ، و $\theta_{\max} = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$ ، أي 60° .

4. ب نعم، كما في الكتاب، الصفحة 32: الكرة تتحرّك على قوسي من دائرة مركزها على المحور، والخيط على نصف القطر، فالتوتّر عمودي على الانتقال في كلّ لحظة، وعمله معدوم.

5. أ نعم: مبدأ قياس الطاقة الكامنة الثقاليّة في الكتاب المستوي الأفقيّ المارّ من مركز عطالة الكرة عند مرورها بالشاقول، فهناك $E_p = 0$ ، والطاقة كلّها حركيّة: $E = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 2^2 = 0.4 \text{ J}$.

6. ج نعم: $\frac{1}{2} I_{\Delta} \omega^2 = m g d (1 - \cos 60^\circ)$ ، أي $0.025 \omega^2 = 0.9$ ، ف $\omega^2 = 36$ و $\omega = 6 \text{ rad.s}^{-1}$.

7. أ نعم: من الوضع الأفقيّ $\cos \theta_{\max} = 0$ ، فينزل مركز العطالة $d = \frac{L}{2}$ ، و $\frac{1}{2} M L^2 \omega^2 = M g \frac{L}{2}$ ، ف $\omega^2 = \frac{3g}{L}$.

8. ب نعم: نقاط الساق كلّها تدور بالسرعة الزاويّة نفسها، والكتلة m_2 تتحرّك على دائرة نصف قطرها 0.8 m : $v = \omega r = 2.5 \times 0.8 = 2 \text{ m.s}^{-1}$.

9. ج نعم: سرعة كلّ نقطة $v = \omega r$ تتعلّق ببعدها عن المحور. لذلك نكتب الطاقة الحركيّة بالسرعة الزاويّة: $E_k = \frac{1}{2} I_{\Delta} \omega^2$ ، وسَلَم تصحيح الدورة الأولى 2019 لا يقبل $\frac{1}{2} m v^2$ هنا.

10. ج نعم، وهكذا تعلّلها سلالم التصحيح: قوّة لا تنتقل نقطة تأثيرها لا تعمل، ف $\vec{W}_R = 0$ ، ويبقى عمل النقل وحده.

11. ب نعم: الطاقة الميكانيكيّة ثابتة بإهمال القوى المبدّدة، كما في الكتاب، الصفحة 33، و $E = E_k + E_p$ ، ف $E_k = 0.5 - 0.2 = 0.3 \text{ J}$.

12. أ نعم: عند الشاقول $T - m g = m \frac{v^2}{l}$ ، ف $T = 0.2 \times 10 + 0.2 \times \frac{1^2}{0.5}$ ، أي $T = 2 + 0.4 = 2.4 \text{ N}$.