



الفيزياء، البكالوريا، الفرع العلمي

ورقة تمارين: الطاقة والكتلة في الميكانيك النسبي

الحركة والتحرك . 12 أسئلة . اختر إجابة واحدة لكل سؤال

1. جسم ساكن على سطح الأرض. طاقته الكلية وفق الميكانيك النسبي:

(أ) معدومة، لأن طاقته الحركية معدومة.

(ب) أكبر من طاقته السكونية.

(ج) تساوي طاقته السكونية $E_0 = m_0 c^2$.

2. تُعطى الطاقة الحركية لجسيم في الميكانيك النسبي بالعلاقة:

(أ) $E_k = (\gamma - 1) E_0$

(ب) $E_k = \gamma E_0$

(ج) $E_k = \frac{1}{2} \gamma m_0 v^2$

3. جسيم طاقته الحركية وفق الميكانيك النسبي $E_k = 1.5 E_0$. ما قيمة معامل لورينتز لحركته؟

(أ) $\gamma = 1.5$

(ب) $\gamma = 2.5$

(ج) $\gamma = 0.5$

4. يتحرك جسيم كتلته السكونية m_0 بسرعة $v = 0.6 c$. ما كتلته عند الحركة؟

(أ) $m = 0.8 m_0$

(ب) $m = 1.25 m_0$

(ج) $m = m_0$

5. جسيم كتلته عند الحركة ثلاثة أمثال كتلته السكونية. ما سرعته؟

(أ) $v = \frac{1}{3} c$

(ب) $v = \frac{8}{9} c$

(ج) $v = \frac{2\sqrt{2}}{3} c$

6. إلكترون كتلته السكونية $9 \times 10^{-31} \text{ kg}$ يكتسب طاقة حركية $8.1 \times 10^{-15} \text{ J}$. ما النسبة المئوية لزيادة كتلته؟ نعدّ

$c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

(أ) 10 %

(ب) 0.1 %

(ج) 1000 %

7. ما الطاقة السكونية لبروتون كتلته السكونية $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ؟ نعدّ $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

(أ) $E_0 \approx 5 \times 10^{-19} \text{ J}$

(ب) $E_0 \approx 7.5 \times 10^{-11} \text{ J}$

(ج) $E_0 \approx 1.5 \times 10^{-10} \text{ J}$

8. الطاقة الكلية لبروتون متحرك ثلاثة أمثال طاقته السكونية. ما طاقته الحركية؟

أ) $E_k = 3 E_0$

ب) $E_k = 2 E_0$

ج) $E_k = 4 E_0$

9. عند سرعة صغيرة جداً أمام سرعة الضوء، تؤول الطاقة الحركية النسبية $m_0 c^2 (\gamma - 1)$ إلى:

أ) $\frac{1}{2} m_0 v^2$

ب) $\gamma m_0 c^2$

ج) $m_0 c^2$

10. يتحرك جسيم كتلته السكونية m_0 بسرعة $v = 0.6 c$ ، فمعامل لورينتز لحركته $\gamma = 1.25$. ما كمية حركته في

الميكانيك النسبي؟

أ) $p = m_0 v$

ب) $p = 0.8 m_0 v$

ج) $p = 1.25 m_0 v$

11. يمكن إهمال آثار النسبية الخاصة في دراسة حركة جسيم إذا كانت:

أ) سرعته صغيرة جداً أمام سرعة انتشار الضوء في الخلاء.

ب) كتلته صغيرة جداً.

ج) سرعته قريبة من سرعة الضوء.

12. هل يمكن تسريع جسيم له كتلة سكونية حتى يبلغ سرعة الضوء في الخلاء تماماً؟

أ) نعم، إذا أُعطي طاقة حركية تساوي $\frac{1}{2} m_0 c^2$.

ب) لا، لأن طاقته الحركية تزداد بلا حد كلما اقتربت سرعته من c .

ج) نعم، إذا كانت كتلته السكونية صغيرة جداً كالإلكترون.

سَلَم التصحيح

1. ج نعم: طاقته الحركية معدومة لأنه ساكن، ف $E = E_0 + E_k = E_0$. وبهذا جاء سؤال امتحان 2020، النظام الحديث.

2. أ نعم: $E_k = E - E_0$ ، و $E = \gamma m_0 c^2$ ، ف $E_k = (\gamma - 1) E_0$. وبهذه العلاقة جاء سؤال الدورة الأولى 2024.

3. ب نعم: $E = E_0 + E_k = 2.5 E_0$ ، و $E = \gamma E_0$ ، ف $\gamma = 2.5$.

4. ب نعم: $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - 0.36}}$ ، أي $\frac{1}{0.8} = 1.25$ ، و $m = \gamma m_0$.

5. ج نعم: $\gamma = 3$ ، و $\frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{1}{9} = \frac{8}{9}$ ، ف $v = \frac{2\sqrt{2}}{3} c \approx 0.94 c$. وبهذا جاء سؤال امتحان 2026.

6. أ نعم: $\Delta m = \frac{E_k}{c^2} = 9 \times 10^{-32} \text{ kg}$ ، و $\frac{\Delta m}{m_0} \times 100 = 10 \%$.

7. ج نعم: $E_0 = m_0 c^2$ ، أي $1.67 \times 10^{-27} \times 9 \times 10^{16}$ ، ف $E_0 \approx 1.503 \times 10^{-10} \text{ J}$.

8. ب نعم: $E_k = E - E_0$ ، أي $3E_0 - E_0 = 2E_0$. وهذا من المسألة الثالثة في الكتاب، الصفحة 62.

9. أ نعم: $\gamma \approx 1 + \frac{v^2}{2c^2}$ ، ف $(\gamma - 1) m_0 c^2 \approx \frac{1}{2} m_0 v^2$ ، علاقة الميكانيك الكلاسيكي.

10. ج نعم: $p = m v = \gamma m_0 v$ ، أي $1.25 m_0 v$.

11. أ نعم: عندها $\gamma \approx 1$ ، وتؤول العلاقات إلى شكلها الكلاسيكي، كما يستنتج الكتاب في الصفحة 57.

12. ب نعم: γ يكبر بلا حد قرب c ، ومعه $E_k = (\gamma - 1) m_0 c^2$ ، فلا تكفي أي طاقة محدودة.

الطاقة والكتلة في الميكانيك النسبي . المصدر: الفيزياء، الصفحات 56 إلى 59 . basita123.com