

大学物理 B 相对论作业

1. 关于同时性的以下结论中, 正确的是: [C]

- (A) 在一惯性系同时发生的两个事件, 在另一惯性系一定不同时发生
- (B) 在一惯性系不同地点同时发生的两个事件, 在另一惯性系一定同时发生
- (C) 在一惯性系同一地点同时发生的两个事件, 在另一惯性系一定同时发生
- (D) 在一惯性系不同地点不同时发生的两个事件, 在另一惯性系一定不同时发生

2. 一火箭的固有长度为 L , 相对于地面作匀速直线运动的速度为 v_1 , 火箭上有一个人从火箭的后端向火箭前端上的一个靶子发射一颗相对于火箭的速度为 v_2 的子弹. 在火箭上测得子弹从射出到击中靶的时间间隔是: (c 表示真空中光速) [B]

- (A) $\frac{L}{v_1 + v_2}$ (B) $\frac{L}{v_2}$ (C) $\frac{L}{v_2 - v_1}$ (D) $\frac{L}{v_1 \sqrt{1 - (v_1/c)^2}}$

3. 在速度 $v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$ 情况下粒子的动量等于非相对论动量的两倍.

4. 某加速器将电子加速到能量 $E = 2 \times 10^6 \text{ eV}$ 时, 该电子的动能是 $1.49 \times 10^6 \text{ eV}$.

电子静止质量 $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$

5. 一体积为 V_0 , 质量为 m_0 的立方体沿其一棱的方向相对于观察者 A 以速度 v 运动. 求: 观察者 A 测得其密度是多少?

解: 设观测者测得立方体的长宽高为 a, b, c . 则

$$a = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \sqrt[3]{V_0}; b = \sqrt[3]{V_0}; c = \sqrt[3]{V_0}$$

测得体积

$$V = abc = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} V_0$$

相对论质量

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_0}{(1 - \frac{v^2}{c^2})V_0}$$

6. 一艘宇宙飞船的船身固有长度为 $L_0 = 90\text{m}$ ，相对于地面以 $v = 0.8c$ （ c 为真空中光速）的匀速度在地面观测站的上空飞过.

(1) 观测站测得飞船的船身通过观测站的时间间隔是多少？

(2) 宇航员测得船身通过观测站的时间间隔是多少？

解: (1) 观测站测得船身的长度

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

所以观测站测得飞船的船身通过观测站的时间间隔

$$t = \frac{L}{v} = 2.25 \times 10^{-7} (\text{s})$$

(2) 宇航员测得船身通过观测站的时间间隔是

$$t = \frac{L_0}{v} = 3.75 \times 10^{-7} (\text{s})$$

7. (1) 如果将电子由静止加速到速率为 $0.1c$ ，须对它作多少功？

(2) 如果将电子由速率为 $0.8c$ 加速到 $0.9c$ ，又须对它作多少功？

解: (1)

$$W = \Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 4.1 \times 10^{-16}$$

(2)

$$W = \Delta E_k = E_{k2} - E_{k1} = (m_2 c^2 - m_0 c^2) - (m_1 c^2 - m_0 c^2) = (m_2 - m_1) c^2$$

$$= \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{u_2^2}{c^2}}} - \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{u_1^2}{c^2}}} \right) m_0 c^2 = 1.4 \times 10^{-13}$$