

相对论与量子力学初步练习题

一、选择题

1、狭义相对性原理指出 (C)

- A、描述一切力学过程，所有惯性系等价；
- B、描述一切力学过程，所有非惯性系等价；
- C、描述一切物理过程，所有惯性系等价；
- D、描述一切物理过程，所有参照系等价；

2、康普顿效应说明在光和微观粒子的相互作用过程中，以下定律严格适用：(D)

- A、动量守恒、动能守恒； B、牛顿定律、动能定律；
- C、动能守恒、机械能守恒； D、动量守恒、能量守恒。

3、普朗克量子假说是为解释 (C)

- A. 光电效应实验规律而提出来的 B. X 射线散射的实验规律而提出来的
- C. 黑体辐射的实验规律而提出来的 D. 原子光谱的规律性而提出的

4、在惯性系 S 中某一地点先后发生两事件 A 和 B，其中事件 A 超前于事件 B。则以下说法哪个是正确的 [B]

- A、在惯性系 S' 中，事件 A 和 B 一定发生在同一地点；
- B、在惯性系 S' 中，事件 A 一定超前于事件 B；
- C、在惯性系 S' 中，事件 A 和 B 同时发生；
- D、在惯性系 S' 中，事件 A 落后于事件 B。

5、按照狭义相对论的时空观，以下说法正确的是 (C)

- A、在一个惯性系中，两个同时的事件，在另一个惯性系中一定是同时的；
- B、在一个惯性系中，两个同时的事件，在另一个惯性系中一定是不同时的；
- C、在一个惯性系中，两个同时又同地的事件，在另一个惯性系中一定是同时的；
- D、在一个惯性系中，两个同时不同地的事件，在另一个惯性系中一定是同时的；

6. 关于光的性质，有以下说法：（ B ）

- （1）不论真空或介质中的速度都是 c ； （2）它的静止质量为零；
（3）它的总能量就是它的动能； （4）它有动量和能量，但没有质量。

其中正确的是

- A. （1）（2） B. （2）（3） C. （3）（4） D. （1）（2）（3）（4）

7. 物体相对于观察者静止时，其密度为 ρ_0 ，若物体以高速 u 相对于观察者运动，观察者测得物体的密度为 ρ ，则 ρ 与 ρ_0 的关系为（ A ）

- （A） $\rho > \rho_0$ （B） $\rho = \rho_0$ （C） $\rho < \rho_0$ （D）无法确定

二、填空题

1. 一粒子的速率由 $\frac{\sqrt{2}}{2}C$ 增加到 $\frac{\sqrt{3}}{2}C$ ，则该粒子的动量变为原来的 $\sqrt{3}$ 倍，动能变为原来的 $\sqrt{2}+1$ 倍。

2. 一静质量为 m_0 的质点，当它以 $\frac{\sqrt{3}}{2}c$ 运动时，则它的相对论质量为 $2m_0$ 、所具有的动量为 $\sqrt{3}m_0c$ ，能量为 $2m_0c^2$ 、动能为 m_0c^2 。

三、计算题

1. 一静止时的长度为 $100m$ 的宇宙飞船，相对地面以 $0.80c$ 的速度飞行。

（1）在地面上观测，飞船的长度是多少？

（2）如果地面上的观察者发现有两束光脉冲同时击中飞船的前后两端，那么飞船上的观察者看到的是哪一端先被击中，击中飞船两端的时间间隔是多少？

解：（1）在地面上观测，飞船的长度是 $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 60m$

（2）地面为 S 系，飞船为 s' 系，有 $\Delta t = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} (\Delta t' + \frac{v}{c^2} \Delta x') = 0$

$$\therefore \Delta t' + \frac{v}{c^2} \Delta x' = 0$$

$$\Delta t' = -\frac{v}{c^2} \Delta x' = -\frac{0.8c}{c^2} \times 100 = -2.67 \times 10^{-7} s, \text{ 所以尾先击中。}$$

2、在 S 系中发生两个事件，它们的空间间隔为 300m ，时间间隔为 $2.0 \times 10^{-6}\text{s}$ 。

(1) 设有一个相对 S 系作匀速直线运动的参考系 S' ，在 S' 系中这两个事件在同一地点发生，求 S' 系相对 S 系的运动速度。

(2) 在 S' 系中这两个事件的时间间隔是多少？

解：(1) 在 S' 系中这两个事件在同一地点发生，所以 $\Delta x' = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} (\Delta x - v\Delta t) = 0$ ，

$$\text{则 } v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{300}{2 \times 10^{-6}} = 1.5 \times 10^8 \text{ m/s}$$

(2) 在 S' 系中这两个事件的时间间隔

$$\Delta t' = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left(\Delta t - \frac{v}{c^2} \Delta x \right) = \frac{2}{\sqrt{3}} \left(2 \times 10^{-6} - \frac{300}{2 \times 3 \times 10^8} \right) = \sqrt{3} \times 10^{-6} \text{ s}$$