

### 《第3章狭义相对论》

#### 一 选择题

1. 两只相对运动的标准时钟 A 和 B, 从 A 所在惯性系观察, 哪个钟走得更快? 从 B 所在惯性系观察, 又是如何呢? 有以下一些说法:

- (1) 从 A 所在惯性系观察, A 钟走得更快.
- (2) 从 A 所在惯性系观察, B 钟走得更快.
- (3) 从 A 所在惯性系观察, A 钟走得更快; 从 B 所在惯性系观察, B 钟走得更快.
- (4) 从 A 所在惯性系观察, B 钟走得更快; 从 B 所在惯性系观察, A 钟走得更快.

上述说法中正确的是

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

[      ]

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)

- (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. 两个惯性系  $S$  和  $S'$ , 沿  $x(x')$  轴方向作匀速相对运动. 设在  $S'$  系中某点先后发生两个事件, 用静止于该系的钟测出两事件的时间间隔为  $\tau_0$ , 而用固定在  $S$  系的钟测出这两个事件的时间间隔为  $\tau$ . 又在  $S'$  系  $x'$  轴上放置一静止于该系. 长度为  $l_0$  的细杆, 从  $S$  系测得此杆的长度为  $l$ , 则

- (A)  $\tau < \tau_0; l < l_0$ .      (B)  $\tau < \tau_0; l > l_0$ .
- (C)  $\tau > \tau_0; l > l_0$ .      (D)  $\tau > \tau_0; l < l_0$ .

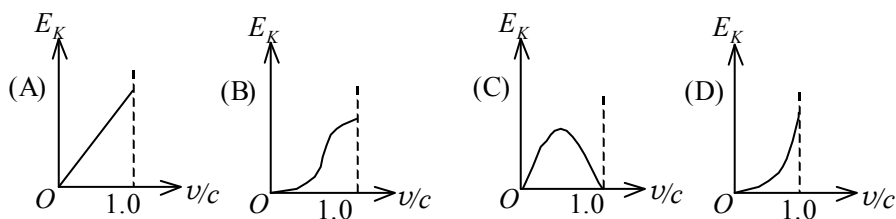
[      ]

4. 根据狭义相对论力学的基本方程  $\vec{F} = d\vec{p}/dt$ , 以下论断中正确的是

- (A) 质点的加速度和合外力必在同一方向上, 且加速度的大小与合外力的大小成正比.
- (B) 质点的加速度和合外力可以不在同一方向上, 但加速度的大小与合外力的大小成正比.
- (C) 质点的加速度和合外力必在同一方向上, 但加速度的大小与合外力可不成正比.
- (D) 质点的加速度和合外力可以不在同一方向上, 且加速度的大小不与合外力大小成正比.

[      ]

5. 令电子的速率为  $v$ ，则电子的动能  $E_K$  对于比值  $v/c$  的图线可用下列图中哪一个图表示？（ $c$  表示真空中光速）



[      ]

## 二 填空题

1.  $\pi^+$  介子是不稳定的粒子，在它自己的参照系中测得平均寿命是  $2.6 \times 10^{-8}$  s，如果它相对于实验室以  $0.8c$  ( $c$  为真空中光速) 的速率运动，那么实验室坐标系中测得的  $\pi^+$  介子的寿命是\_\_\_\_\_s.

2. 地面上的观察者测得两艘宇宙飞船相对于地面以速度  $v = 0.90c$  逆向飞行，其中一艘飞船测得另一艘飞船速度的大小  $v' =$ \_\_\_\_\_.

3. 当粒子的动能等于它的静止能量时，它的运动速度为\_\_\_\_\_.

4. 一电子以  $0.99c$  的速率运动(电子静止质量为  $9.11 \times 10^{-31}$  kg，则电子的总能量是\_\_\_\_\_J，电子的经典力学的动能与相对论动能之比是\_\_\_\_\_.

5. 观察者甲以  $\frac{4}{5}c$  的速度 ( $c$  为真空中光速) 相对于静止的观察者乙运动，若甲携带一长度为  $l$ 、截面积为  $S$ ，质量为  $m$  的棒，这根棒安放在运动方向上，则

(1) 甲测得此棒的密度为\_\_\_\_\_；

(2) 乙测得此棒的密度为\_\_\_\_\_.

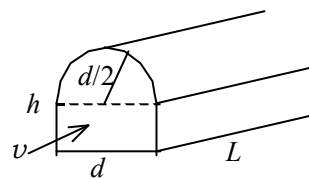
## 三 计算题

1. 在  $K$  惯性系中，相距  $\Delta x = 5 \times 10^6$  m 的两个地方发生两事件，时间间隔  $\Delta t = 10^{-2}$  s；而在相对于  $K$  系沿正  $x$  方向匀速运动的  $K'$  系中观测到这两事件却是同时发生的，试计算在  $K'$  系中发生这两事件的地点间的距离  $\Delta x'$  是多少？

2. 一隧道长为  $L$ ，宽为  $d$ ，高为  $h$ ，拱顶为半圆，如图．设想一列车以极高的速度  $v$  沿隧道长度方向通过隧道，若从列车上观测，

(1) 隧道的尺寸如何？

(2) 设列车的长度为  $l_0$ ，它全部通过隧道的时间是多少？



3. 在惯性系  $S$  中，有两事件发生于同一地点，且第二事件比第一事件晚发生  $\Delta t = 2\text{s}$ ；而在另一惯性系  $S'$  中，观测第二事件比第一事件晚发生  $\Delta t' = 3\text{s}$ ．那么在  $S'$  系中发生两事件的地点之间的距离是多少？

4. 一飞船和彗星相对于地面分别以  $0.6c$  和  $0.8c$  速度相向运动，在地面上观察， $5\text{s}$  后两者将相撞，问在飞船上观察，二者将经历多长时间间隔后相撞？

5. 设有一个静止质量为  $m_0$  的质点，以接近光速的速率  $v$  与一质量为  $M_0$  的静止质点发生碰撞结合成一个复合质点．求复合质点的速率  $v_f$ ．

#### 四 研讨题

1. 相对论的时间和空间概念与牛顿力学的有何不同？有何联系？
2. 同时的相对性是什么意思？为什么会有这种相对性？如果光速是无限大，是否还会有同时性的相对性？
3. 在某一参考系中同一地点、同一时刻发生的两个事件，在任何其他参考系中观察观测都将是同时发生的，对吗？这里的参考系均指惯性系。
- 4.[CCBP练习题] 推导加速电子的经典速度(平方)和相对论速度(平方)与动能的关系式，模拟相对论极限速率的实验结果，说明：在高速运动领域必须应用相对论理论。