

《大学物理 AI》作业 No.05 狭义相对论

班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

*****本章教学要求*****

- 1、理解伽利略力学相对性原理和伽利略变换；
- 2、理解狭义相对论的两条基本原理：狭义相对性原理和光速不变原理；
- 3、理解狭义相对论时空观的特点；会判断原时和非原时、原长和非原长，并能相互推算；
- 4、掌握洛仑兹坐标变换公式，能对不同参考系中的时间、空间间隔进行换算；
- 5、掌握狭义相对论中质速关系、质能关系、能量与动量关系，能熟练进行相关运算。

一、选择题

1. 有下列几种说法：(1) 所有惯性系对物理基本规律都是等价的；(2) 在真空中，光的速度与光的频率、光源的运动状态无关；(3) 在任何惯性系中，光在真空中沿任何方向的传播速率都相同。请问哪些说法是正确的， 答案是[]

- (A) 只有(1)、(2)是正确的； (B) 只有(1)、(3)是正确的；
(C) 只有(2)、(3)是正确的； (D) 三种说法都是正确的。

2. (1) 对某观察者来说，发生在某惯性系中同一地点、同一时刻的两个事件，对于相对该惯性系作匀速直线运动的其它惯性系中的观察者来说，它们是否同时发生？(2) 在某惯性系中发生于同一时刻、不同地点的两个事件，它们在其它惯性系中是否同时发生？关于上述两个问题的正确答案是[]

- (A) (1)同时，(2)不同时； (B) (1)不同时，(2)同时；
(C) (1)同时，(2)同时； (D) (1)不同时，(2)不同时。

3. 一宇宙飞船相对于地球以 $0.8c$ (c 表示真空中光速) 的速度飞行。现在一光脉冲从船尾传到船头，已知飞船上的观察者测得飞船长为 90m ，则地球上的观察者测得光脉冲从船尾发出和到达船头两个事件的空间间隔为[]

- (A) 270 m ； (B) 150 m ； (C) 90 m ； (D) 54 m 。

4. 边长为 a 的正方形薄板静止于惯性系 K 的 Oxy 平面内，且两边分别与 x ， y 轴平行。今有惯性系 K' 系以 $0.8c$ (c 为真空中光速) 的速度相对于 K 系沿 x 轴作匀速直线运动，则从该惯性系系测得薄板的面积为[]

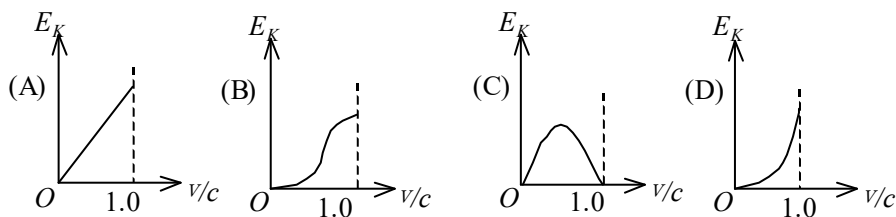
- (A) $a^2/0.6$ ； (B) $0.6a^2$ ； (C) $0.8a^2$ ； (D) a^2 。

5. 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 τ_0 , 而用固定在 S 系的钟测出这两个事件的时间间隔为 τ 。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) $\tau > \tau_0; l < l_0$

6. 令电子的速率为 v , 则电子的动能 E_k 于 v/c 的关系可用下面哪一个图表示? []

(c 表示真空中光速)



7. 真空中光速 $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。一静质量为 $m_0 = 0.500 \text{ mg}$ 的质点, 当其速率 $v = \alpha c$ 时, 其动能为 E_k , 则 $E_k / (m_0 c^2) = []$ 。参数: $\alpha = 0.830$

- (A) 1.3; (B) 0.90; (C) 0.79; (D) 0.60。

8. 某加速器将电子加速到能量 $E = \alpha \text{ MeV}$ 时, 该电子的动能 $E_k = []$ 。(两位有效数字, 真空中光速 $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$, 电子的静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, $1 \text{ MeV} = 1.60 \times 10^{-13} \text{ J}$) 参数: $\alpha = 4.00$

- (A) 2.0 MeV; (B) 2.5 MeV; (C) 3.0 MeV; (D) 3.5 MeV。

二、填空题

1. 爱因斯坦狭义相对论的两条基本假设:

(1) 相对性原理: _____;

(2) 光速不变原理: _____。

2. 牛郎星距离地球约 16 光年, 宇宙飞船若以 _____ 的速度匀速飞行, 将用 4 年的时间 (飞船上的时间) 抵达牛郎星。

3. 观察者甲以 $0.8c$ 的速度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, 则甲测得此棒的密度为 _____; 乙测得此棒的密度为 _____。

4. 半人马星座 α 星是距离太阳系最近的恒星, 它距离地球 $S = 4.3 \times 10^{16} \text{ m}$ 。设有一宇宙飞船自地球飞到半人马星座 α 星, 若宇宙飞船相对于地球的速度为 $v = 0.999c$, 按地球上的时钟计算要用 _____ 年时

间？如以飞船上的时钟计算，所需时间又为_____年？

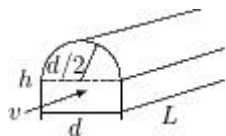
5. 地面参照系 S 中，在 x 处，于 t 时刻爆炸了一颗炸弹。如果有一沿 x 轴方向，以 u 速率运动的飞船，则在飞船参考系 S' 中的观测者测得这颗炸弹的空间坐标 x' 为_____和时间坐标 t' 为_____。

6. 要把一个静止质量为 m_0 的粒子，由静止加速到 $0.6c$ ，则需作的功是静能的_____倍。

7. 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 =_____。

三、计算题

1. 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？



2. 观测者甲和乙分别静止于两个惯性参照系 K 和 K' 中，甲测得在同一地点发生的两个事件的时间间隔为 4 s ，而乙测得这两个事件的时间间隔为 5 s ，求：(1) K' 相对于 K 的运动速度；(2) 乙测得这两个事件发生的地点的距离。

3. 两个质点 A 和 B ，静止质量均为 m_0 。质点 A 静止，质点 B 的动能为 $6m_0c^2$ 。设 A 、 B 两质点相撞并结合成为一个复合质点。求复合质点的静止质量。