



“红师行动”——2018 军队文职备考计划

数学 2+物理专业科目练习题

物理部分 第五篇 相对论



课程报名电话：400-848-8001

红师教育军队文职教研中心

2018 年 8 月



第一章 狭义相对论

第一节 狭义相对论产生的背景

1. 下列关于经典时空观及经典力学的说法正确的是 ()
 - A. 经典时空观认为空间和时间是独立于物体及其运动而存在的
 - B. 经典力学的基础是牛顿运动定律, 它适用于宏观和微观世界
 - C. 在经典力学中, 物体的质量是随运动状态而改变的
 - D. 经典力学也适用于高速运动的宏观物体
2. 下面关于伽利略相对性原理的说法中, 错误的是 ()
 - A. 力学规律在任何参考系中都是相同的
 - B. 惯性系不一定是静止不动的参考系
 - C. 如果牛顿运动定律在某个参考系中成立, 这个参考系叫做惯性系, 相对一个惯性系做匀速直线运动的另一个参考系也叫惯性系
 - D. 力学规律在任何惯性系中都是相同的
3. 爱因斯坦提出相对论时参考的实验 ()
 - A. 迈克尔逊实验
 - B. 斐索实验
 - C. 洛伦兹实验
 - D. 庞加莱实验

习题解析

1. 【答案】A。解析: 本题考查牛顿力学绝对时空观。
2. 【答案】A。解析: 伽利略相对性原理指力学规律在所有惯性系中都是成立的, 这里参考系必须是惯性系, 非惯性系不适合。
3. 【答案】B。解析: 本题主要考查对近代物理学史的了解。

第二节 狭义相对论产生的基本原理

1. 判断下面三种说法种正确的是 ()
 - (1) 所有惯性系对物理定律都是等价的
 - (2) 在真空中, 光速与光的频率和光源的运动无关。

(3) 在任何惯性系中，光在真空中沿任何方向传播的速度都相同。

- A. 只有(1)(2)正确 B. 只有(1)(3)正确
C. 只有(2)(3)正确 D. 三种说法都正确

2. 光速不变原理指的是 ()

- A. 在任何媒质中光速都相同
B. 任何物体的速度不能超过光速
C. 任何参考系中光速不变
D. 一切惯性系中，真空中光速为一相同值

3. 狭义相对论的相对性原理告诉我们 ()

- A. 描述一切力学规律，所有惯性系等价
B. 描述一切物理规律，所有惯性系等价
C. 描述一切物理规律，所有非惯性系等价
D. 描述一切物理规律，所有参考系等价

4. 已知惯性系 S' 相对于惯性系 S 系以 $0.5c$ 的匀速度沿 x 轴的方向运动，若从 S' 系的坐标原点 o' 沿 x 轴正方向发出一光波，则 S 系中测得此光波的波速为 ()

- A. $0.5c$ B. $0.25c$ C. $0.75c$ D. c

5. 对狭义相对论的相对性原理理解错误的是 ()

- A. 物理定律在所有的参考系中都有相同的数学形式
B. 即所有的惯性系对研究物理现象都是等价的
C. 从一个惯性系变换到另一个惯性系，物理规律的数学表达式不变
D. 绝对静止的参照系是根本不存在的

6. 对狭义相对论的光速不变原理理解错误的是 ()

- A. 在所有惯性系中，真空中光速都具有相同的值
B. 真空中光速是常量，不依赖惯性系的选择，但与光源或观察者的运动有

关

C. 光速不变原理是爱因斯坦创立狭义相对论的基本出发点之一

D. 光速不变原理为迈克尔逊—莫雷实验所证实

7. 以下关于狭义相对论的理解错误的是 ()

- A. 狭义相对论认为光速是自然界速度的极限

- B. 光速不变原理是狭义相对论的两个基本假设之一
- C. 火车以接近光速通过站台时，车上乘客观察到站在站台上旅客变矮
- D. 相对论认为空间和时间都是相互联系的，与物质的运动状态有关
8. 关于相对性原理和光速不变原理，下列说法正确的是（ ）
- A. 相对性原理是指，物理规律在一切参考系中都具有相同的形式
- B. 光速不变原理是指，在一切参考系中，测量到真空中的光速都一样
- C. 光速不变原理是指，在一切惯性参考系中，测量到真空中的光速都一样
- D. 以上所述均不正确
9. 下列说法中错误的是（ ）
- A. 静止或匀速直线运动的参考系是惯性系
- B. 任何惯性系中的力学规律都相同
- C. 在不同的惯性系中，光速是不相同的
- D. 在真空中，光的速度与光源的运动状态无关

习题解析

1. 【答案】D。解析：本题主要考察对爱因斯坦的两条基本原理的理解。
2. 【答案】D。解析：本题主要考察对爱因斯坦两条基本原理中光速不变原理的理解。
3. 【答案】B。解析：本题主要考察对爱因斯坦两条基本原理的适用范围。
4. 【答案】D。解析：本题主要考察对爱因斯坦两条基本原理中光速不变原理的理解。
5. 【答案】A。解析：物理定律在所有的惯性系中都有相同的数学形式。并不是针对所有的参考系。
6. 【答案】B。解析：真空中光速是常量，不依赖惯性系的选择，也与光源或观察者的运动无关。
7. 【答案】C。解析：狭义相对论条件下的尺缩效应只发生在运动方向上。
8. 【答案】C。解析：本题属于狭义相对论基础理论题。
9. 【答案】C。解析：本题属于狭义相对论基础理论题。

第三节 洛伦兹变换

1. 地面上的观察者测得两艘宇宙飞船相对于地面以速度 v 逆向飞行。其中一艘飞船测得另一艘飞船速度的大小为 ()

- A. $\frac{2v}{1+v^2/c^2}$ B. $2v$ C. $2v/\sqrt{1-(v/c)^2}$ D. $2v\sqrt{1-(v/c)^2}$

2. 两个惯性系存在接近光速的相对运动，相对速率为 u (其中 u 为正值)，根据狭义相对论，在相对运动方向上的坐标满足洛伦兹变换，下列不可能的是 ()

- A. $x' = (x - ut) / \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}$ B. $x' = (x + ut) / \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}$
 C. $x = (x' + ut') / \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}$ D. $x' = x + ut$

3. 两个惯性系中的观察者 O 和 O' 以 $0.8c$ 的相对速度互相接近，如果 O 测得两者的初始距离是 20 m ，则 O' 测得两者相遇所用时间为 ()

- A. $5.0 \times 10^{-7} \text{ s}$ B. $2.5 \times 10^{-8} \text{ s}$ C. $5.0 \times 10^{-8} \text{ s}$ D. $1.0 \times 10^{-8} \text{ s}$

4. 任意两个存在相对运动的惯性系，时间坐标满足洛伦兹变换，下列表达式正确的是 ()

- A. $t' = (t - \frac{u}{c^2}x)$ B. $t' = (t + \frac{u}{c^2}x) / \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}$
 C. $t = t'$ D. $t' = (t - \frac{u}{c^2}x) / \sqrt{1 + \frac{u^2}{c^2}}$

5. 两只飞船相向运动，它们的相对速度为 v ，在飞船 A 中有一边长为 a 的正方形，飞船 A 沿正方形的一条边飞行，求飞船 B 中的观察者测得该图形的周长为 ()

- A. $2a[1 + \sqrt{1 + (v/c)^2}]$ B. $2a[1 - \sqrt{1 + (v/c)^2}]$
 C. $2a[1 + \sqrt{1 - (v/c)^2}]$ D. $2a[2 - \sqrt{1 + (v/c)^2}]$

6. K 系与 K' 系是坐标轴相互平行的两个惯性系， K' 系相对于 K 系沿 ox 轴正方向匀速运动。一根刚性尺静止在 K' 系中，与 $o'x'$ 轴成 30° 角。今在 K 系中

观测得该尺与 ox 轴成 45° 角，则 K' 系相对于 K 系的速度是 ()

- A. $\frac{2c}{3}$ B. $\frac{c}{3}$ C. $(\frac{2}{3})^{\frac{1}{2}}c$ D. $(\frac{1}{3})^{\frac{1}{2}}c$

7. 一个放射性原子核以 $v = 0.5c$ 的速度沿 x 轴方向相对于实验室运动。当核发生衰变时，以相对于核为 $0.9c$ 的速度沿其运动方向发射出一个电子，则该电子相对于实验室的速度为 ()

- A. $0.966c$ B. $0.4c$ C. $0.9c$ D. $0.81c$

8. 一个放射性原子核以 $v = 0.5c$ 的速度沿 x 轴方向相对于实验室运动。当核发生衰变时，以相对于核为 $0.9c$ 的速度沿其运动方向发射出一个光子，则该光子相对于实验室的速度为 ()

- A. $0.966c$ B. c C. $0.9c$ D. $0.81c$

9. 两个电子沿相反方向飞离一个放射性样品，每个电子相对于样品的速度大小为 $0.5c$ ，则两个电子的相对速度大小为 ()

- A. $0.6c$ B. $0.8c$ C. c D. $0.75c$

10. S 系与 S' 系是坐标轴相互平行的两个惯性系， S' 系相对于 S 系沿 ox 轴正方向匀速运动。一根刚性尺静止在 S' 系中，与 $o'x'$ 轴成 30° 角。今在 S 系中观测得该尺与 ox 轴成 45° 角，则 S' 系相对与 S 系的速度是 ()

- A. $2/3c$ B. $1/3c$ C. $(2/3)^{1/2}c$ D. $(1/3)^{1/2}c$

习题解析

1. 【答案】A. 解析：根据洛伦兹速度变换公式：
$$v' = \frac{v - (-v)}{1 - \frac{(-v)}{c^2}v} = \frac{2v}{1 + v^2/c^2}.$$

2. 【答案】D. 解析：除 D 选项外，其余三项均满足洛伦兹空间坐标变换。

3. 【答案】C. 解析： $l_0 = 20 \text{ m}$ ， $l = l_0 \sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2} = 12 \text{ m}$ ， $\Delta t' = \frac{l}{v} = 5 \times 10^{-8} \text{ s}$ 。

4. 【答案】B. 解析：本题主要考查两种时空坐标变换的公式。

5. 【答案】A. 解析： $l = 2a + 2a\sqrt{1 - (v/c)^2} = 2a[1 + \sqrt{1 - (v/c)^2}]$ 。

6. 【答案】C. 解析： K' 系中： $l'_x = l_0 \cos 30^\circ$ ， $l'_y = l_0 \sin 30^\circ$ ， K 系中：

$$l_x = l'_x \sqrt{1 - (v/c)^2} = l'_y \tan 45^\circ = l'_y \Rightarrow 1 - (v/c)^2 = 1/3 \Rightarrow v = c\sqrt{2/3}.$$

7. 【答案】A。解析：
$$u_x = \frac{u'_x + v}{1 + \frac{v}{c^2} u'_x} = \frac{0.9c + 0.5c}{1 + \frac{0.5c}{c^2} \times 0.9c} = 0.966c。$$

8. 【答案】B。解析：若发射的是光子，同理， $u'_x = c$ ，则光子相对于 S 系的速度为：
$$u_x = \frac{u'_x + v}{1 + \frac{v}{c^2} u'_x} = \frac{c + 0.5c}{1 + \frac{0.5c}{c^2} \times c} = c。$$

9. 【答案】B。解析：
$$u'_x = \frac{u_x - v}{1 - \frac{u_x v}{c^2}} = \frac{0.5c + 0.5c}{1 - \frac{0.5c}{c^2} (-0.5c)} = 0.8c。$$

10. 【答案】C。解析： $l \sin 45^\circ = l' \sin 30^\circ$ ， $l \cos 45^\circ = l' \cos 30^\circ \sqrt{1 - \beta^2}$ ， $\tan 30^\circ = \sqrt{1 - \beta^2}$ ， $u = (2/3)^{1/2} c$ 。

第四节 狭义相对论时空观

1. 宇宙飞船相对于地面以速度 v 作匀速直线飞行，某一时刻飞船头部的宇航员向飞船尾部发出一个光讯号，经过 Δt (飞船上的钟) 时间后，被尾部的接收器收到，则由此可知飞船的固有长度为 (c 表示真空中光速) ()

A. $c \cdot \Delta t$ B. $v \cdot \Delta t$ C. $c \cdot \Delta t / \sqrt{1 - (v/c)^2}$ D. $c \cdot \Delta t \cdot \sqrt{1 - (v/c)^2}$

2. 宇宙飞船相对于地面以速度 v 作匀速直线飞行，某一时刻飞船头部的宇航员向飞船尾部发出一个光讯号，经过 Δt (飞船上的钟) 时间后，被尾部的接收器收到，则由此可知地面上的观察者测量飞船的长度为 (c 表示真空中光速) ()

A. $c \cdot \Delta t$ B. $v \cdot \Delta t$ C. $c \cdot \Delta t / \sqrt{1 - (v/c)^2}$ D. $c \cdot \Delta t \cdot \sqrt{1 - (v/c)^2}$

3. 在某地发生两件事，静止位于该地的甲测得时间间隔为 4 s，若相对于甲作匀速直线运动的乙测得时间间隔为 5 s，则乙相对于甲的运动速度是 (c 表示真空中光速) ()

A. $\frac{c}{5}$ B. $\frac{2c}{5}$ C. $\frac{3c}{5}$ D. $\frac{4c}{5}$

4. 飞船 A 以 $0.8c$ 的速度相对地球向正东飞行，飞船 B 以 $0.6c$ 的速度相对地球向正西方向飞行。当两飞船即将相遇时 A 飞船在自己的天窗处相隔 2 s 发射两颗信号弹。在 B 飞船的观测者测得两颗信号弹相隔的时间间隔为 ()

- A. 2 s B. 3.15 s C. 1.27 s D. 6.17 s

5. 飞船 A 以 v 的速度相对于飞船 B 飞行。当两船即将相遇时 A 飞船在自己的天窗处相隔 2 s 发生两颗信号弹，在 B 飞船的观测者测得两颗信号弹相隔的时间间隔为 ()

- A. $\frac{2}{\sqrt{1+(v/c)^2}}$ B. $\frac{2}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$ C. $2\sqrt{1-(v/c)^2}$ D. $2\sqrt{1+(v/c)^2}$

6. 有两只对准的钟，一只留在地面上，另一只带到以一定速率作匀速直线飞行的飞船上，则下列说法正确的是 ()

- A. 飞船上人看到自己的钟比地面上的钟慢
 B. 地面上人看到自己的钟比飞船上的钟慢
 C. 飞船上人觉得自己的钟比原来慢了
 D. 地面上人看到自己的钟比飞船上的钟快

7. 两个惯性系 S 和 S' ，沿 $x(x')$ 轴方向作匀速相对运动，相对速度为 u 。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且长度为 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. $\tau > \tau_0; l < l_0$

8. 根据天体物理学的观察和推算，宇宙正在膨胀，太空中的天体都离开我们的星球而去。假定在地球参考系上观察到一颗脉冲星的脉冲周期为 0.5 s，且这颗星正在以运行速度 $0.8c$ 离我们而去，那么这颗星的固有脉冲周期应是 ()

- A. 0.5 s B. 0.3 s C. 0.1 s D. 0.8 s

9. 测得不稳定 π^+ 介子的固有寿命平均值是 2.6×10^{-8} s，当它相对某实验室以 $0.8c$ 的速度运动时，实验室所测得的寿命应是 ()

- A. 4.33×10^{-7} s B. 4.33×10^{-8} s C. 4.33×10^{-9} s D. 2.16×10^{-8} s

10. S 系内发生的两事件 P_1 和 P_2 ，其时空坐标分别为 $P_1(x_1, t)$ 和 $P_2(x_2, t)$ ， S' 系以高速 v 相对于 S 系沿 x 轴方向运动，则 S' 系测得这两件事必是 ()

- A. 同时事件 B. 不同地点发生的同时事件
 C. 既非同时，也非同地 D. 无法确定

习题解析

1. 【答案】A。解析：飞船固有长度为飞船上宇航员测得的长度，即为 $c \cdot \Delta t$ 。
2. 【答案】D。解析：地面上的观察者测量的是飞船的运动长度，由于长度收缩效应，测得的长度，即为 $c \cdot \Delta t \cdot \sqrt{1 - (v/c)^2}$ 。
3. 【答案】C。解析： $\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$ ， $v = c \sqrt{1 - \left(\frac{4}{5}\right)^2} = \frac{3}{5}c$ 。
4. 【答案】D。解析：以地面为 K 系，飞船 A 为 K' 系，以正东为 x 轴正向；
 则 B 相对于 A 的相对速度： $v'_{B/A} = \frac{v_B - v_A}{1 - \frac{v_A}{c^2} v_B} = -0.946c$ ， $\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - (v'_{B/A}/c)^2}} = 6.17 \text{ s}$ 。
5. 【答案】B。解析： $\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$ ， $\Delta t = 2 \text{ s}$ 。
6. 【答案】D。解析：本题主要考察对时缓效应的理解。注意区分固有时间和测量时间的区别。
7. 【答案】D。解析：根据 $\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$ 和 $l = l_0 \sqrt{1 - u^2/c^2}$ 可知， $\tau > \tau_0$ ； $l < l_0$ 。
8. 【答案】B。解析： $\tau = 0.5 \text{ s}$ ， $u = 0.8c$ ， $\tau = \tau_0 / \sqrt{1 - (u/c)^2}$ ， $\tau_0 = 0.6\tau = 0.30 \text{ s}$ 。
9. 【答案】B。解析： $\Delta t = \frac{\tau}{\sqrt{1 - 0.8^2}} = 4.33 \times 10^{-8} \text{ s}$ 。
10. 【答案】C。解析： $\Delta x = x_2 - x_1 \neq 0$ ， $\Delta t = 0$ ， $\Delta x' = \frac{\Delta x - v \Delta t}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \neq 0$ ，
 $\Delta t' = \frac{\Delta t - \frac{v}{c^2} \Delta x}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \neq 0$ ，所以， S' 系测得这两件事必是既非同时，也非同地。

本章练习题

1. 在狭义相对论中，下列说法中正确的是（ ）
 - (1) 一切运动物体相对于观察者的速度都不能大于真空中的光速
 - (2) 质量、长度、时间的测量结果都随物体与观察者的相对运动状态改变
 - (3) 在一惯性系中发生于同一时刻，不同地点的两个事件在其他一切惯性系中也是同时发生的
 - (4) 惯性系中的观察者观察一个与他作匀速相对运动的时钟时，会看到这时钟比与他相对静止的相同的时钟走得慢些。

A. (1) (3) (4)

B. (1) (2) (4)

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

2. 以下关于狭义相对论的理解错误的是 ()

- A. 狭义相对论认为光速是自然界速度的极限
 B. 光速不变原理是狭义相对论的两个基本假设之一
 C. 火车以接近光速通过站台时, 车上乘客观察到站在站台上旅客变矮
 D. 相对论认为空间和时间都是相互联系的, 与物质的运动状态有关
3. 在相对论的时空观中, 以下判断正确的是 ()
- 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不同时
 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同时
 C. 在一个惯性系中, 两个同时同地的事件, 在另一惯性系中一定同时同地
 D. 在一个惯性系中, 两个同时不同地的事件, 在另一惯性系中只可能同时不同地

4. 静止时边长为 a 的正立方体, 当它以速率 v 沿与它的一个边平行的方向运动时, 测得它的运动体积将是 ()

- A. $a^3 \sqrt{1+(v/c)^2}$ B. $a^3 \sqrt{1-(v/c)^2}$
 C. $a^3 \left[1 - \sqrt{1-(v/c)^2} \right]$ D. $a^3 \left[1 + \sqrt{1-(v/c)^2} \right]$

5. 静止参照系 S 中有一尺子沿 x 方向放置不动, 运动参照系 S' 沿 x 轴运动, S 、 S' 的坐标轴平行。在不同参照系测量尺子的长度时必须注意 ()

- A. S' 与 S 中的观察者可以不同时地去测量尺子两端的坐标
 B. S' 中的观察者可以不同时, 但 S 中的观察者必须同时测量尺子两端坐标
 C. S' 中的观察者必须同时, 但 S 中的观察者可以不同时测量尺子两端坐标
 D. S' 与 S 中的观察者都必须同时去测量尺子两端的坐标

6. 两个惯性系 S 和 S' , S' 系以 $v = 0.6c$ 相对于 S 系沿 x 轴运动, 在 S 系中相距 100 km 的 x_1 和 x_2 处同时发生了两事件。在 S' 系测得这两事件相距 ()

- A. 100 km B. 125 km C. 50 km D. 80 km

7. 飞船以 $0.99c$ 的速率平行于地面飞行, 宇航员测得此飞船的长度为 400 m, 则地面上的观察者测得飞船长度是 ()

- A. 36.4 m B. 46.4 m C. 66.4 m D. 56.4 m

8. 一个在实验室中以 $0.8c$ 的速度运动的粒子飞行了 3 m 后衰变。实验室中

观察者与粒子一起运动的另一观察者测得该粒子在衰变前存在的时间之比为 ()

- A. $\frac{5}{4}$ B. $\frac{5}{2}$ C. $\frac{5}{3}$ D. $\frac{3}{2}$

9. 一火箭固有长度为 L , 相对地面作匀速直线运动的速度为 v_1 , 火箭上一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. $\frac{L}{v_1 - v_2}$ D. $\frac{L}{v_1 \sqrt{1 - (v_1/c)^2}}$

10. 下列几种说法中正确的是 ()

- (1) 所有惯性系对一切物理规律都是等价的
 (2) 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度都相同

- 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

11. 设 S' 系以速率 $v=0.6c$ 相对于 S 系沿 xx' 轴运动, 且在 $t=t'=0$ 时, $x=x'=0$ 。若有一事件, 在 S 系中发生于 $t=2.0 \times 10^{-7} \text{ s}$, $x=50 \text{ m}$ 处, 则该事件在 S' 系中发生时刻为 ()

- A. $1.25 \times 10^{-6} \text{ s}$ B. $2.05 \times 10^{-7} \text{ s}$ C. $1.25 \times 10^{-7} \text{ s}$ D. $2.50 \times 10^{-7} \text{ s}$

12. 设 S' 系以速率 $v=0.6c$ 相对于 S 系沿 xx' 轴运动, 且在 $t=t'=0$ 时, $x=x'=0$ 。如有两事件发生于 S 系中的时空坐标分别为: $t=2.0 \times 10^{-7} \text{ s}$, $x=50 \text{ m}$ 和 $t=3.0 \times 10^{-7} \text{ s}$, $x=10 \text{ m}$, 在 S' 系中测得这两个事件的时间间隔为 ()

- A. $1.25 \times 10^{-6} \text{ s}$ B. $2.05 \times 10^{-7} \text{ s}$ C. $1.25 \times 10^{-7} \text{ s}$ D. $2.25 \times 10^{-7} \text{ s}$

13. 设有两个参考系 S 和 S' , 它们的原点在 $t=t'=0$ 时重合在一起。有一事件, 在 S' 系中发生在 $t'=8.0 \times 10^{-8} \text{ s}$, $x'=60 \text{ m}$, 处。若 S' 系相对于 S 系以速率 $v=0.6c$ 沿 xx' 轴运动, 问该事件在 S 系中的时空坐标为 ()

- A. 93 m B. 83 m C. 63 m D. 43 m

14. 设有两个参考系 S 和 S' , 它们的原点在 $t=t'=0$ 时重合在一起。有一事件, 在 S' 系中发生在 $t'=8.0 \times 10^{-8} \text{ s}$, $x'=60 \text{ m}$, 处。若 S' 系相对于 S 系以速率 $v=0.6c$ 沿 xx' 轴运动, 问该事件在 S 系中的时刻为 ()

- A. $1.25 \times 10^{-7} \text{ s}$ B. $2.5 \times 10^{-7} \text{ s}$ C. $5.0 \times 10^{-7} \text{ s}$ D. $7.5 \times 10^{-7} \text{ s}$

15. 两个惯性系中的观察者 O 和 O' 以 $0.6c$ 的相对速度互相接近, 如果 O 测得两者的初始距离是 20 m , 则 O' 测得两者相遇时使用时间为时间 ()

- A. $4.89 \times 10^{-8} \text{ s}$ B. $6.89 \times 10^{-8} \text{ s}$ C. $8.89 \times 10^{-8} \text{ s}$ D. $8.89 \times 10^{-7} \text{ s}$

16. 牛郎星距离地球约 16 光年, 如宇航员希望用 4 年的时间 (宇宙飞船上的钟指示的时间) 抵达牛郎星, 则宇宙飞船的速度应为 ()

- A. $2.10 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ B. $2.23 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
 C. $2.75 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ D. $2.91 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

17. 电子的静止质量 $m_{e0} = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$, 某加速器将电子加速到能量 $E = 2.0 \times 10^6 \text{ eV}$ 时, 该电子的动能为 ()

- A. $1.49 \times 10^5 \text{ eV}$ B. $1.49 \times 10^7 \text{ eV}$ C. $1.49 \times 10^8 \text{ eV}$ D. $1.49 \times 10^6 \text{ eV}$

18. 在惯性系 S 中, 某事件 A 发生在 x_1 处, $2.0 \times 10^{-6} \text{ s}$ 后, 另一事件 B 发生在 x_2 处, 已知 $x_2 - x_1 = 300 \text{ m}$ 。则在 S' 系中, 上述两事件之间的时间间隔为 ()

- A. $1.73 \times 10^{-6} \text{ s}$ B. $1.73 \times 10^{-5} \text{ s}$ C. $3.78 \times 10^{-6} \text{ s}$ D. $9.51 \times 10^{-6} \text{ s}$

19. 在 S 系中有一长为 l_0 的棒沿 x 轴放置, 并以速率 u 沿 xx' 轴运动。若有一 S' 系以速率 v 相对 S 系沿 xx' 轴运动, 试问在 S' 系中测得此棒的长度为 ()

- A. $l_0 [(c^2 - u^2)(c^2 - v^2)]^{1/2}$ B. $\frac{l_0}{c^2 - uv} [(c^2 - u^2)(c^2 - v^2)]^{1/2}$

- C. $\frac{l_0}{c^2 - uv} (c^2 - v^2)^{1/2}$ D. $\frac{l_0}{c^2 - uv} (c^2 - u^2)^{1/2}$

20. 若一电子的总能量为 5.0 MeV , 则电子的速率为 ()

- A. $0.995c$ B. $0.911c$ C. $0.900c$ D. $0.889c$

习题解析

- 【答案】B。解析: 本题考查对同时的相对性的理解。(3)的表述是误。
- 【答案】C。解析: 尺缩效应发生在相对运动方向上, 乘客的身高并没有发生变化。

3. 【答案】C。解析提示： $\Delta x' = \frac{\Delta x - v\Delta t}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ ， $\Delta t' = \frac{\Delta t - \frac{v}{c^2}\Delta x}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ 。

4. 【答案】B。解析：正方体只在运动方向上的边长由于尺缩效应而变化。

5. 【答案】C。解析提示： S 系中测量的长度为固有长度，测量时间无关。

而在 S' 中测量的长度则不同： $\Delta x' = \frac{\Delta x - v\Delta t}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ 。

6. 【答案】B。解析。由洛伦兹变换得： $\Delta x' = \frac{\Delta x - v\Delta t}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = 25 \times 10^5 \text{ m}$ ，表明

在 S' 系中观测到这两事件的空间间隔为 125 km。

7. 【答案】D。解析： $l_0 = 400 \text{ m}$ ， $l = l_0 \sqrt{1 - (v/c)^2} = 56.4 \text{ m}$ 。

8. 【答案】C。解析： $\tau_0 = \tau \sqrt{1 - (v/c)^2}$ 。

9. 【答案】B。解析：根据固有长度的定义，可知火箭相对观测者长度为 L ，而 v_2 是子弹相对于观测者的速度，因而选项 B 是正确的。

10. 【答案】D。解析：本题考查相对论基本理论。

11. 【答案】C。解析： $t' = \frac{t_1 - \frac{v}{c^2}x_1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = 1.25 \times 10^{-7} \text{ s}$ 。

12. 【答案】D。解析：思路同上题， $\Delta t' = t'_2 - t'_1 = 2.25 \times 10^{-7} \text{ s}$ 。

13. 【答案】A。解析： $x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = 93 \text{ m}$ 。

14. 【答案】B。解析： $t = \frac{t' + \frac{vx'}{c^2}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = 2.5 \times 10^{-7} \text{ s}$ 。

15. 【答案】C。解析： $l_0 = 20$ ， $l = l_0 \sqrt{1 - \beta^2} = 16$ ， $\Delta t' = \frac{l}{u} = 8.89 \times 10^{-8} \text{ s}$ 。

16. 【答案】A。解析： $l_0 = 16 \text{ 光年} = 16c \text{ 年}$ ， $l = 4u \text{ 年}$ ， $4u \text{ 年} = 16c \text{ 年} \sqrt{1 - (u/c)^2}$ ，

$u = \sqrt{\frac{16}{17}}c = 2.91 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

17. 【答案】D。解析： $E_0 = 0.511 \times 10^6 \text{ eV}$ ， $E_k = E - E_0 = 1.49 \times 10^6 \text{ eV}$ 。

18. 【答案】A。解析： $t'_2 - t'_1 = \frac{(t_2 - t_1) - \frac{v}{c^2}(x_2 - x_1)}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = (t_2 - t_1) \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ 。

19. 【答案】B。解析：设 u' 是棒相对观察者的速度，则有 $u' = \frac{(u-v)}{1-uv/c^2}$ 和

$$l = l_0 \sqrt{1-u'^2/c^2} \text{ 解上述两式，可得： } l = \frac{l_0}{c^2 - uv} [(c^2 - u^2)(c^2 - v^2)]^{1/2}。$$

20. 【答案】A。解析： $E = E_0(1 - \frac{v^2}{c^2})^{1/2}$ $v = c(\frac{E^2 - E_0^2}{E^2})^{1/2} = 0.995c。$

第二章 相对论质点力学

第一节 相对论质点力学方程

- 从狭义相对论出发，我们可以得到下列哪些结论（ ）
 - 同时的绝对性
 - 事件的因果关系可以颠倒
 - 运动的时钟变快
 - 物体质量随速度增大而增大
- 狭义相对论质点力学的基本方程为（ ）
 - $\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$
 - $\vec{F} = \vec{v} \frac{dm}{dt}$
 - $\vec{F} = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \frac{d\vec{v}}{dt}$
 - $\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{v} \frac{dm}{dt}$
- 要使一粒子的速度从 $3c/5$ 增大到 $4c/5$ ，需要对它做的功是其静止能量的（ ）
 - $5/12$
 - $7/25$
 - $2/5$
 - $5/3$
- 根据相对论力学，动能为 $1/4\text{MeV}$ 的电子，其运动速度约等于（ ）
 - $0.1c$
 - $0.5c$
 - $0.75c$
 - $0.8c$
- 观测者甲以 $\frac{4}{5}c$ 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，则乙测得此棒的密度为（ ）
 - $\frac{25m}{9LS}$
 - $\frac{5m}{4LS}$
 - $\frac{25m}{16LS}$
 - $\frac{m}{LS}$
- 匀质细棒静止时质量为 m_0 ，长度 l_0 ，当它沿棒长方向作高速匀速直线运动时，测得长为 l ，那么棒的运动速度（ ）

A. $c\sqrt{1+(\frac{l}{l_0})^2}$ B. $c\sqrt{(\frac{l_0}{l})^2-1}$ C. $c\frac{l}{l_0}$ D. $c\sqrt{1-(\frac{l}{l_0})^2}$

7. 设电子静止质量为 m_0 ，若将一个电子从静止加速到速率 $0.6c$ (c 为真空中光速)，需做功 ()

A. $\frac{1}{4}M_e c^2$ B. $\frac{3}{4}M_e c^2$ C. $\frac{4}{3}M_e c^2$ D. $\frac{3}{5}M_e c^2$

8. 一静止质量为 m_0 ，带电量为 q 的粒子，其初速为零，在均匀电场 E 中加速，在时刻 t 时它所获得的速度是 ()

A. $\frac{qEct}{\sqrt{(qEt)^2 + m_0^2 c^2}}$ B. $\frac{qEt}{m_0}$ C. $\frac{qEct}{\sqrt{(qEt)^2 - m_0^2 c^2}}$ D. $\frac{qEct}{\sqrt{m_0^2 c^2 - (qEt)^2}}$

9. 一匀质矩形薄板，在它静止时测得其长为 a ，宽为 b ，质量为 m_0 。假定该薄板沿长度方向以接近光速的速度 v 作匀速直线运动，此时再测算该矩形薄板的面积密度则为 ()

A. $\frac{m_0 \sqrt{1-(v/c)^2}}{ab}$ B. $\frac{m_0}{ab \sqrt{1-(v/c)^2}}$
 C. $\frac{m_0}{ab[1-(v/c)^2]}$ D. $\frac{m_0}{ab[1-(v/c)^2]^{3/2}}$

10. 设一飞船以速度 $\frac{\sqrt{2}}{2}c$ 相对地球飞行，试求地球上的观察者测得飞船中的物体的质量密度与飞船中测得密度之比为 ()

A. $\frac{\sqrt{2}}{2}$ B. $\frac{1}{2}$ C. $\sqrt{2}$ D. 2

习题解析

1. 【答案】D。解析：本题考查狭义相对论的基本结论。

2. 【答案】D。解析：注意方程中的质量和速度都是变量。

3. 【答案】A。解析：由 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$ 公式和 $E = mc^2$ 代入 $3c/5$ 和 $4c/5$ ，可知 A 选项正确。

4. 【答案】C。解析： $E_k = mc^2 - m_0 c^2$ 。

5. 【答案】A。解析：根据密度公式，需同时考虑运动方向上的长度收缩和质量变大两个方面， $L' = \frac{3}{5}L$ ， $m' = \frac{5}{3}m$ 。

6. 【答案】D。解析： $l = l_0 \sqrt{1-(v/c)^2}$ 整理可得 $v = c\sqrt{1-(l/l_0)^2}$ 。

7. 【答案】A。解析： $W = E_k = mc^2 - m_0c^2$ $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$ 。

8. 【答案】A。解析： $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$ ， $qEt = mv$ 。

9. 【答案】C。解析： $a' = a\sqrt{1-(v/c)^2}$ ， $b' = b$ ， $m = m_0/\sqrt{1-(v/c)^2} \rightarrow \sigma' = \frac{m}{a'b'}$ 。

10. 【答案】D。解析：需要同时考虑质量增大和尺缩效应两方面。

第二节 质量—能量、动量—能量关系

1. 设某微观粒子的总能量是它的静止能量的 K 倍，则其运动速度的大小为（以 c 表示真空中的光速）（ ）

A. $\frac{c}{K-1}$ B. $\frac{c}{K}\sqrt{1-K^2}$ C. $\frac{c}{K}\sqrt{K^2-1}$ D. $\frac{c}{K+1}\sqrt{K(K+2)}$

2. 当粒子的动量等于非相对论动量的两倍时，其速度的大小为（ ）

A. $\frac{\sqrt{2}}{2}c$ B. $\frac{\sqrt{3}}{3}c$ C. $\frac{\sqrt{3}}{2}c$ D. $\frac{1}{2}c$

3. 当粒子的动能等于其静止能量时，其速度的大小为（ ）

A. $\frac{\sqrt{2}}{2}c$ B. $\frac{\sqrt{3}}{3}c$ C. $\frac{1}{2}c$ D. $\frac{\sqrt{3}}{2}c$

4. 已知一静止质量为 m_0 的粒子，其固有寿命为实验室测量到的寿命的 $1/n$ ，则此粒子的动能是（ ）

A. $(n-1)m_0c^2$ B. nm_0c^2 C. $\frac{1}{n-1}m_0c^2$ D. $\frac{n}{n-1}m_0c^2$

5. 在惯性系中，有两个静止质量都是 m_0 的粒子 A 和 B，它们以相同的速率 v 相向运动，碰撞后合成为一个粒子，则这个粒子的静止质量为（ ）

A. $\frac{2m_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$ B. $\frac{m_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$ C. $m_0\sqrt{1-(v/c)^2}$ D. $2m_0\sqrt{1-(v/c)^2}$

6. 把静止质量为 m_0 的电子的速度从 v_1 增加到 v_2 需要对做功的大小为（ ）

A. $(\frac{1}{\sqrt{1-(v_2/c)^2}} - \frac{1}{\sqrt{1-(v_1/c)^2}})m_0c^2$ B. $(\frac{1}{\sqrt{1-(v_2/c)^2}} + \frac{1}{\sqrt{1-(v_1/c)^2}})m_0c^2$

C. $\frac{1}{2}m_0(v_2^2 - v_1^2)$

D. $\frac{1}{2}m_0(v_2^2 + v_1^2)$

7. 已知 μ 子的静止质量为 m_0 ，当其动能为 E_k 时，其速度大小可表示为（ ）

A. $c\sqrt{1 + \left(\frac{m_0c^2}{m_0c^2 + E_k}\right)^2}$

B. $c\sqrt{1 - \left(\frac{m_0c^2}{m_0c^2 + E_k}\right)^2}$

C. $c\sqrt{1 - \left(\frac{m_0c^2}{m_0c^2 - E_k}\right)^2}$

D. $c\sqrt{1 - \left(\frac{m_0c^2}{m_0c^2 - E_k}\right)^2}$

8. 设电子静止质量为 m_0 ，将一个电子从静止加速到速率为 $0.6c$ ，需做功（ ）

A. $0.25m_0c^2$ B. $0.50m_0c^2$ C. $0.75m_0c^2$ D. $0.80m_0c^2$

9. 设有一静止质量为 m_0 、电荷量为 q 的粒子，其初速为零，在均匀电场 E 中加速，在时刻 t 时它所获得的速度为（ ）

A. $\frac{qEct}{\sqrt{m_0^2c^2 + q^2E^2t^2}}$

B. $\frac{qEct}{\sqrt{m_0^2c^2 - q^2E^2t^2}}$

C. $\sqrt{\frac{2E}{m_0}}$

D. $\frac{qE}{\sqrt{m_0^2c^2 + q^2E^2t^2}}$

习题解析

1. 【答案】C。解析： $E = Km_0c^2$ ， $m = Km_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$ ， $v = c\sqrt{1 - (1/K)^2}$ 。

2. 【答案】C。解析： $p = mv = 2m_0v \Rightarrow m = 2m_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$ 。

3. 【答案】D。解析： $E_k = mc^2 - m_0c^2 = 2m_0c^2$ ， $m = 2m_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$ ， $v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$ 。

4. 【答案】A。解析： $\sqrt{1 - (v/c)^2} = \frac{\Delta t_0}{\Delta t} = \frac{1}{n}$ ， $E_k = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} - m_0c^2$ 。

5. 【答案】A。解析：由动量守恒知：碰后形成的粒子静止。由能量守恒得：

$$E = m'_0c^2 = E_A + E_B = 2 \frac{m_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} c^2, \quad m'_0 = \frac{2m_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}。$$

6. 【答案】A。解析： $A = \Delta E = E_2 - E_1 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (v_2/c)^2}} c^2 - \frac{m_0}{\sqrt{1 - (v_1/c)^2}} c^2$ 。

7. 【答案】B。解析： $E_k = mc^2 - m_0c^2 = (\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - 1)m_0c^2$ 。

8. 【答案】A。解析： $W = E - E_0 = m_0c^2(\frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}} - 1) = 0.25m_0c^2$ 。

9. 【答案】A。解析：由相对论力学的基本方程： $F = qE = \frac{d}{dt} \left[\frac{m_0v}{\sqrt{1-(v^2/c^2)}} \right]$,

对 t 积分，得 t 时刻的速度： $v = \frac{qEct}{\sqrt{m_0^2c^2 + q^2E^2t^2}}$

本章练习题

1. 一个中子的静止能量 $E_0 = 900 \text{ MeV}$ ，动能 $E_k = 60 \text{ MeV}$ ，则中子的运动速度为（ ）

- A. $0.3c$ B. $0.35c$ C. $0.40c$ D. $0.45c$

2. 一电子的总能量是静止能量的 N 倍，此时电子的速度为（ ）

- A. $c\sqrt{N^2 - 1}$ B. $cN\sqrt{N^2 - 1}$ C. $\frac{c}{N}\sqrt{N^2 + 1}$ D. $\frac{c}{N}\sqrt{N^2 - 1}$

3. 设想从某一惯性系 K' 系的坐标原点 O' 沿 x' 方向发射一光波，在 K' 系中测得光速 $u'_x = c$ ，则光对另一个惯性系 K 系的速度 u_x 应为（ ）

- A. $\frac{2}{3}c$ B. $\frac{4}{5}c$ C. $\frac{1}{3}c$ D. c

4. 电子的静止质量 $m_0 = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ，经电场加速后具有 0.25 MeV 的动能，则电子速率与真空中光速之比是（ ）

- A. 0.1 B. 0.5 C. 0.74 D. 0.85

5. 一粒子的静能量和动能分别为 E_0 和 E_k ，则相对论动量可写成（ ）

- A. $P = (2E_0E_k - E_k^2)^{1/2}/c$ B. $P = (E_0E_k + 2E_k^2)^{1/2}/c$
 C. $P = (2E_0E_k + E_k^2)^{1/2}/c$ D. $P = (E_0E_k + E_k^2)^{1/2}/c$

6. 回旋粒子加速器不能把粒子的速度无限制地增大的原因是（ ）

- A. 加速器功率有限，不能提供足够大的能量
 B. 加速器内无法产生磁感应强度足够大的磁场
 C. 加速器内无法产生电场强度足够大的电场
 D. 粒子质量随速度而增大，运行周期与交变电压不再同步，无法再加速

7. 已知一静止质量为 m_0 的粒子，其固有寿命为实验室测量到的寿命的 $1/n$ ，

则此粒子的动能为 ()

- A. $m_0 c^2 / (n-1)$ B. $m_0 c^2 / n$ C. $m_0 c^2 n$ D. $m_0 c^2 (n-1)$

8. 两个惯性系 S 和 S' , S' 系以 $v = 0.6c$ 相对于 S 系沿 x 轴运动, 当 $t = t' = 0$ 时, OO' 重合, 在 S' 系的 x' 处发生一个物理过程, S' 系中的观测者测得该过程经历的时间为 $\Delta t' = 20 \text{ s}$, 则 S 系中的观测者测得该过程所经历的时间 Δt 为 ()

- A. 20 s B. 10 s C. 25 s D. 15 s

9. 某一宇宙射线中的介子的动能 $E_K = 7m_0 c^2$, 其中 m_0 是介子的静止质量。则在实验室中观察到它的寿命与其固有寿命的比值为 ()

- A. 5 B. 6 C. 7 D. 8

10. 设快速运动的介子的能量约为 $E = 3000 \text{ MeV}$, 而这种介子在静止时的能量为 $E_0 = 100 \text{ MeV}$ 。若这种介子的固有寿命是 $\tau_0 = 2 \times 10^{-6} \text{ s}$, 则它运动的距离为 () (真空中光速 $c = 2.9979 \times 10^8 \text{ m/s}$)

- A. $1.798 \times 10^3 \text{ m}$ B. $1.798 \times 10^4 \text{ m}$ C. $1.798 \times 10^5 \text{ m}$ D. $1.798 \times 10^2 \text{ m}$

11. 某地在举办世界杯足球决赛, 加时赛共踢了 30 min, 则在以 $v = 0.6c$ 飞行的宇宙飞船上的乘客, 观测到的该加时赛持续时间为 ()

- A. 24 min B. 18 min C. 50 min D. 37.5 min

12. 远方的一颗星以 $0.8c$ 的速度离开我们, 地球惯性系的时钟测得它辐射出来的闪光按 5 昼夜的周期变化, 固定在此星上的参照系测得的闪光周期为 ()

- A. 3 昼夜 B. 4 昼夜 C. 6.5 昼夜 D. 8.3 昼夜

13. 位于上海浦东的“东方明珠”电视塔 468 m, 在以速度 $v = 0.8c$ 竖直上升的火箭上有一观测者, 他测得的电视塔高为 ()

- A. 468 m B. 0 C. 374.4 m D. 280.8 m

14. 路旁竖立着一块边长为 10m 的正方形广告牌, 一辆以 $v = 0.6c$ 的高速列车通过此广告牌时, 则车上乘客测得此广告牌的面积为 ()

- A. 100 m^2 B. 80 m^2 C. 60 m^2 D. 64 m^2

15. 已知电子的静能为 E_0 , 若电子的动能为 E , 则它所增加的质量 Δm 与静止质量 m_0 的比值为 ()

- A. $\frac{E - E_0}{E_0}$ B. $\frac{E}{E_0}$ C. $\frac{E_0}{E - E_0}$ D. $\frac{E + E_0}{E_0}$

16. 一动能能为 E_k 的电子垂直磁场 \vec{B} 运动, 其运动轨迹为半径 r 的圆周。则该磁场的磁感强度 \vec{B} 的大小 ()

- A. $\frac{\sqrt{E_k^2 + 2E_k E_0}}{erc}$ B. $\frac{\sqrt{2E_k E_0}}{erc}$ C. $\frac{\sqrt{E_k^2 + E_k E_0}}{erc}$ D. $\frac{\sqrt{E_k^2 + 2E_k E_0}}{rc}$

17. 粒子在加速器中被加速, 当其质量是静止质量的 n 倍时, 则粒子的运动速度为 ()

- A. $\frac{\sqrt{n^2 - 1}}{n}c$ B. $\frac{1}{n}c$ C. $\frac{n}{\sqrt{n^2 + 1}}c$ D. $\frac{n-1}{n}c$

18. E_k 是粒子的动能, p 表示它的动量, 则粒子的静止能量为 ()

- A. $\frac{p^2 c^2 - E_k^2}{2E_k}$ B. $\frac{p^2 c^2 + E_k^2}{2E_k}$ C. $\frac{pc - E_k^2}{2E_k}$ D. $E_k + pc$

19. 一物体的速度使其质量增加了10%, 试问此物体在运动方向上缩短了 ()

- A. 9.1% B. 10% C. 5% D. 90%

20. 在正负电子湮没过程中, 一个电子和一个正电子相碰, 转化为电磁辐射。已知正、负电子的质量皆为 $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 设恰在湮没前两电子是静止的, 则电磁辐射的总能量 ()

- A. $1.64 \times 10^{-13} \text{ J}$ B. $1.64 \times 10^{-14} \text{ J}$ C. $1.64 \times 10^{-11} \text{ J}$ D. $1.64 \times 10^{-12} \text{ J}$

习题解析

1. 【答案】B。解析: $E_k = mc^2 - m_0 c^2 = (\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - 1)E_0$, 整理带入数值:
 $v = 0.35c$ 。

2. 【答案】D。解析: 根据 $E = mc^2$, $E_0 = m_0 c^2$, $E_K = E - E_0 = mc^2 - m_0 c^2$ 。

3. 【答案】D。解析: 本题主要考查对光速不变原理的理解。

4. 【答案】C。解析: $E_K = E - E_0 = mc^2 - m_0 c^2$ $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$ 。

5. 【答案】C。解析: $P = mv$ $E_K = E - E_0 = mc^2 - m_0 c^2$ $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$ 。

6. 【答案】D。解析: 本题主要考查狭义相对论条件下的质量—速度关系式。

7. 【答案】D。解析: 根据公式 $E_K = E - E_0 = mc^2 - m_0 c^2$ 和 $\tau_0 = \tau \sqrt{1-(v/c)^2}$ 。

8. 【答案】C。解析: $\Delta t' = 20 \text{ s}$ 为固有时间, 则 S 系中的观测者测得的观

测时间为: $\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = 25 \text{ s}$ 。

9. 【答案】D。解析: 利用 $E_K = E - E_0 = mc^2 - m_0c^2$ 和 $\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$ 。

10. 【答案】B。解析: $E = mc^2$ $E_0 = m_0c^2$ $\tau_0 = \tau\sqrt{1-(v/c)^2}$ 。

11. 【答案】D。解析: 由题意知, 固有时间为 $\Delta t_0 = 30 \text{ min}$, $v = 0.6c$, 则

观测时间为: $\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = 37.5 \text{ min}$ 。

12. 【答案】A。解析: 根据公式: $\Delta t_0 = \Delta t\sqrt{1-(v/c)^2} = 5\sqrt{1-(0.8c/c)^2} = 3$ 昼夜。

13. 【答案】D。解析: 根据长度收缩公式: $l = l_0\sqrt{1-v^2/c^2} = 280.8 \text{ m}$ 。

14. 【答案】B。解析: 根据长度收缩公式: $l_x = l\sqrt{1-v^2/c^2} = 8 \text{ m}$, $l_y = l = 10 \text{ m}$, 广告牌的面积为: $S = l_x l_y = 80 \text{ m}^2$ 。

15. 【答案】A。解析: 根据 $E = mc^2$ 、 $E_0 = m_0c^2$ 和 $E_K = E - E_0 = mc^2 - m_0c^2$ 。

16. 【答案】A。解析: 电子在洛伦兹力作用下作圆周运动, 有: $evB = m\frac{v^2}{r}$

$B = \frac{mv}{er} = \frac{p}{er}$ 。由 $E^2 = (pc)^2 + E_0^2$ 及 $E = E_0 + E_k$ 可得: $B = \frac{\sqrt{E_k^2 + 2E_k E_0}}{erc}$ 。

17. 【答案】A。解析: 由质速关系可得: $\frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}} = n$, $v = \frac{\sqrt{n^2-1}}{n}c$ 。

18. 【答案】A。解析: 解: $E = E_0 + E_k$, $E^2 = p^2c^2 + E_0^2$ 。 $E_0 = \frac{p^2c^2 - E_k^2}{2E_k}$ 。

19. 【答案】A。解析: 根据 $\frac{m-m_0}{m_0} = 0.10$ 和 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$ 得:

$$\sqrt{1-\beta^2} = \frac{1}{1.10}, \quad \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l_0-l}{l_0} = 1-\sqrt{1-\beta^2} = 9.1\%。$$

20. 【答案】A。解析: 由能量守恒定律得: $E = 2m_0c^2 = 1.64 \times 10^{-13} \text{ J}$ 。