

一、选择题

1. 4351: 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) $\frac{c \cdot \Delta t}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$ (D) $c \cdot \Delta t \cdot \sqrt{1-(v/c)^2}$
- []

2. 4352 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. 8015: 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。若问其中哪些说法是正确的, 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
- []

4. 4164: 在狭义相对论中, 下列说法中哪些是正确的?

- (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、时间的测量结果都是随物体与观察者的相对运动状态而改变的
(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)
- []

5. 4169 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) $(4/5)c$ (B) $(3/5)c$ (C) $(2/5)c$ (D) $(1/5)c$
- []

6. 4356: 一宇航员要到离地球为 5 光年的星球去旅行。如果宇航员希望把这路程缩短为 3 光年, 则他所乘的火箭相对于地球的速度应是: (c 表示真空中光速)

- (A) $v = (1/2)c$ (B) $v = (3/5)c$ (C) $v = (4/5)c$ (D) $v = (9/10)c$
- []

7. 4358: 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) $(2/3)c$ (B) $(1/3)c$ (C) $(2/3)^{1/2}c$ (D) $(1/3)^{1/2}c$
- []

8. 4359: (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
- []

9. 4355: 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' 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 K' 系测得薄板的面积为

- (A) $0.6a^2$ (B) $0.8a^2$ (C) a^2 (D) $a^2/0.6$
[]

10. 5362: 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 。由此可算出其面积密度为 m_0/ab 。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) $\frac{m_0}{ab[1-(v/c)^2]^{3/2}}$
[]

11. 5613: 关于同时性的以下结论中, 正确的是

- (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
[]

12. 5614: 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) $\tau > \tau_0; l < l_0$ []

13. 4173: 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:

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

14. 4174: 某核电站年发电量为 100 亿度, 它等于 $36 \times 10^{15} \text{ J}$ 的能量, 如果这是由核材料的全部静止能转化产生的, 则需要消耗的核材料的质量为:

- (A) 0.4 kg (B) 0.8 kg (C) $(1/12) \times 10^7 \text{ kg}$ (D) $12 \times 10^7 \text{ kg}$
[]

15. 4177: 根据相对论力学, 动能为 0.25 MeV 的电子, 其运动速度约等于

- (A) $0.1c$ (B) $0.5c$ (C) $0.75c$ (D) $0.85c$
[]

(c 表示真空中的光速, 电子的静能 $m_0c^2 = 0.51 \text{ MeV}$)

16. 4498 一个电子运动速度 $v = 0.99c$, 它的动能是: (电子的静止能量为 0.51 MeV)

- (A) 4.0 MeV (B) 3.5 MeV (C) 3.1 MeV (D) 2.5 MeV
[]

17. 4724: α 粒子在加速器中被加速, 当其质量为静止质量的 3 倍时, 其动能为静止能量的

- (A) 2 倍 (B) 3 倍 (C) 4 倍 (D) 5 倍
[]

18. 4726: 已知电子的静能为 0.51 MeV, 若电子的动能为 0.25 MeV, 则它所增加的质量 Δm 与静止质量 m_0 的比值近似为

- (A) 0.1 (B) 0.2 (C) 0.5 (D) 0.9
[]

二、填空题

1. 4715: 以速度 v 相对于地球作匀速直线运动的恒星所发射的光子, 其相对于地球的速度大小为_____。

2. 4166 一观察者测得一沿米尺长度方向匀速运动着的米尺的长度为 0.5 m。则此米尺以速度 $v = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 接近观察者。

3. 4167: μ 子是一种基本粒子, 在相对于 μ 子静止的坐标系中测得其寿命为 $\tau_0 = 2 \times 10^{-6}$ s。如果 μ 子相对于地球的速度为 $v = 0.988c$, 则在地球坐标系中测出的 μ 子的寿命 $\tau =$ _____。

4. 4171: 两个惯性系中的观察者 O 和 O' 以 $0.6c$ (c 表示真空中光速) 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' 测得两者经过时间 $\Delta t' =$ _____ s 后相遇。

5. 4363: 牛郎星距离地球约 16 光年, 宇宙飞船若以_____的匀速度飞行, 将用 4 年的时间(宇宙飞船上的钟指示的时间)抵达牛郎星。

6. 5616: 一列高速火车以速度 u 驶过车站时, 固定在站台上的两只机械手在车厢上同时划出两个痕迹, 静止在站台上的观察者同时测出两痕迹之间的距离为 1 m , 则车厢上的观察者应测出这两个痕迹之间的距离为_____。

7. 4175: 设电子静止质量为 m_e , 将一个电子从静止加速到速率为 $0.6c$ (c 为真空中光速), 需作功_____。

8. 4176: 当粒子的动能等于它的静止能量时, 它的运动速度为_____。

9. 4240: 一电子以 $0.99c$ 的速率运动(电子静止质量为 $9.11 \times 10^{-31}\text{ kg}$, 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_____。

10. 4499: (1) 在速度 $v =$ _____ 情况下粒子的动量等于非相对论动量的两倍。
(2) 在速度 $v =$ _____ 情况下粒子的动能等于它的静止能量。

11. 4729: 质子在加速器中被加速, 当其动能为静止能量的 3 倍时, 其质量为静止质量的_____倍。

12. 4730: α 粒子在加速器中被加速, 当其质量为静止质量的 5 倍时, 其动能为静止能量的_____倍。

13. 4733: 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_____。

14. 4734: 匀质细棒静止时的质量为 m_0 , 长度为 l_0 , 当它沿棒长方向作高速的匀速直线运动时, 测得它的长为 l , 那么, 该棒的运动速度 $v =$ _____, 该棒所具有的动能 $E_K =$ _____。

15. 5361: 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 $E_K =$ _____ eV。
(电子的静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31}\text{ kg}$, $1\text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19}\text{ J}$)

三、计算题

1. 4364: 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?

2. 4490: 地球的半径约为 $R_0 = 6376\text{ km}$, 它绕太阳的速率约为 $v = 30\text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$, 在太阳参考系中测量地球的半径在哪个方向上缩短得最多? 缩短了多少? (假设地球相对于太阳来说近似于惯性系)

3. 4491: 假定在实验室中测得静止在实验室中的 μ^+ 子(不稳定的粒子)的寿命为 $2.2 \times 10^{-6}\text{ s}$, 而当它相对于实验室运动时实验室中测得它的寿命为 $1.63 \times 10^{-6}\text{ s}$ 。试问: 这两个测量结果符合相对论的什么结论? μ^+ 子相对于实验室的速度是真空中光速 c 的多少倍?

4. 4500: 一电子以 $v = 0.99c$ (c 为真空中光速) 的速率运动。试求: (1) 电子的总能量是多少? (2) 电子的经典力学的动能与相对论动能之比是多少? (电子静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31}\text{ kg}$)

一、选择题

1. 4351: A 2. 4352: B 3. 8015: D 4. 4164: B 5. 4169: B 6. 4356: C
7. 4358: C 8. 4359: A 9. 4355: A 10. 5362: C 11. 5613: C 12. 5614: D
13. 4173: C 14. 4174: A 15. 4177: C 16. 4498: C 17. 4724: A 18. 4726:

C

二、填空题

- | | | | |
|-----------|--|-----------|---|
| 1. 4715: | c | 2. 4166: | 2.60×10^8 |
| 3. 4167: | $1.29 \times 10^{-5} \text{ s}$ | 4. 4171: | 8.89×10^{-8} |
| 5. 4363: | $2.91 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ | 6. 5616: | $\frac{1}{\sqrt{1-(u/c)^2}} \text{ m}$ |
| 7. 4175: | $0.25 m_e c^2$ | 8. 4176: | $\frac{1}{2} \sqrt{3} c$ |
| 9. 4240: | $5.8 \times 10^{-13}; \quad 8.04 \times 10^{-2}$ | 10. 4499: | $v = \sqrt{3}c/2; \quad v = \sqrt{3}c/2$ |
| 11. 4729: | 4 | 12. 4730: | 4 |
| 13. 4733: | $m_0 c^2 (n-1)$ | 14. 4734: | $c \sqrt{1-(l/l_0)^2}; \quad m_0 c^2 (\frac{l_0-l}{l})$ |
| 15. 5361: | 1.49×10^6 | | |

三、计算题

1. 4364: 解: (1) 观测站测得飞船船身的长度为: $L = L_0 \sqrt{1-(v/c)^2} = 54 \text{ m}$
 则: $\Delta t_1 = L/v = 2.25 \times 10^{-7} \text{ s}$ -----3 分
- (2) 宇航员测得飞船船身的长度为 L_0 , 则: $\Delta t_2 = L_0/v = 3.75 \times 10^{-7} \text{ s}$ -----2 分
2. 4490: 答: 在太阳参照系中测量地球的半径在它绕太阳公转的方向缩短得最多。
 $R = R_0 \sqrt{1-(v/c)^2}$ -----2 分

其缩短的尺寸为: $\Delta R = R_0 - R = R_0 (1 - \sqrt{1-(v/c)^2}) \approx \frac{1}{2} R_0 v^2 / c^2$

$$\Delta R = 3.2 \text{ cm} \text{ -----3 分}$$

3. 4491: 解: 它符合相对论的时间膨胀(或运动时钟变慢)的结论 -----2 分
 设 μ^+ 子相对于实验室的速度为 v

$$\mu^+ \text{ 子的固有寿命 } \tau_0 = 2.2 \times 10^{-6} \text{ s}$$

$$\mu^+ \text{ 子相对实验室作匀速运动时的寿命 } \tau = 1.63 \times 10^{-5} \text{ s}$$

$$\text{按时间膨胀公式: } \tau = \tau_0 / \sqrt{1-(v/c)^2}$$

$$\text{移项整理得: } v = (c/\tau) \sqrt{\tau^2 - \tau_0^2} = c \sqrt{1-(\tau_0/\tau)^2} = 0.99c \text{ -----3 分}$$

4. 4500: 解: (1) $E = mc^2 = m_e c^2 / \sqrt{1-(v/c)^2} = 5.8 \times 10^{-13} \text{ J}$ -----2 分

$$(2) \quad E_{K0} = \frac{1}{2} m_e v^2 = 4.01 \times 10^{-14} \text{ J}$$

$$E_K = mc^2 - m_e c^2 = [(1/\sqrt{1-(v/c)^2}) - 1] m_e c^2 = 4.99 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$\therefore E_{K0} / E_K = 8.04 \times 10^{-2} \text{ -----3 分}$$