狭义相对论

第一节伽利略变换与牛顿时空观

1：独立的

2：麦克尔逊-莫雷；光速不变，相对性（物理规律的协变性）

第二节 相对论基本原理与罗仑兹变换

1：D

2：C

3：$-3.3\times10^{-5}S$，天津

4：$1.25\times10^{-7}S$　　$2.25\times10^{-7}S$

5：头先尾后

6：$5=\dfrac{4}{\sqrt{1^2-\dfrac{v^2}{c^2}}}$　　V=3/5C

$$s=vt=\frac{3}{5}c\times5=3c=9\times10^{8}m$$

7：

$$1000=2500\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

$$v=\frac{\sqrt{21}}{5}c=0.917c=2.75\times10^{8}ms^{-1}$$

$$\Delta t'=\frac{\Delta t-\dfrac{u}{c^2}\Delta x}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}}=-7.63\times10^{-6}s$$

8：$v_x'=\dfrac{v_x-u}{1-\dfrac{uv_x}{c^2}}=\dfrac{-2.7\times10^{8}-2.9\times10^{8}}{1+\dfrac{2.7\times2.9\times10^{16}}{c^2}}=-2.995\times10^{8}ms^{-1}$

$$m_A=\frac{m_0}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}}=\frac{m_0}{\sqrt{1-\dfrac{2.9^2}{3^2}}}=3.9m_0$$

$$m_B=\frac{m_0}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}}=\frac{m_0}{\sqrt{1-\dfrac{2.7^2}{3^2}}}=2.3m_0$$

第三节　狭义相对论时空观

1：A　2：A　3：B

3：不同时

4：3.25×10^{-8}

5：$\sqrt{3}/2\ c=2.6\times10^{8}$

6：相对的，参考系（运动）

7：$\dfrac{2}{\sqrt{1-\dfrac{u^2}{c^2}}}$

8：$l=l_0\sqrt{1^2-\dfrac{v^2}{c^2}}=6\sqrt{1^2-\dfrac{(0.6c)^2}{c^2}}=4.8m$

$t_{地}=\dfrac{4.8}{0.6\mathrm{c}}=2.67\times10^{-8}s$

$t_{船}=\dfrac{6}{0.6\mathrm{c}}=3.3\times10^{-8}s$

9：几乎为 0。

$l=l_0\sqrt{1-v^2/c^2}$

$\Delta l=l-l_0=l_0(\sqrt{1-v^2/c^2}-1)$

$\because v<<c,\therefore\Delta l\cong0$

10：

$\pi r^2=12,r=1.954cm$

$r'=r\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}=1.173cm$

$s=\pi rr'=7.2cm^2$

11：

$l_x'=\sqrt{2}/2;l_y'=\sqrt{2}/2$

$l_x=l_x'=\sqrt{2}/2\sqrt{1^2-\dfrac{3}{4}}=\sqrt{2}/4$

$l_y=l_y'=\sqrt{2}/2$

$tg\theta=\dfrac{l_y}{l_x}=2$

第四节　狭义相对论的动量与能量

1：B　2：A　3：C

4 $\dfrac{m_0}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}}$　$E_K = mc^2 - m_0c^2$

5：$1/4\, m_0c^2 = 0.128Mev$

6：$2\sqrt{2}/3\, c$

7：$\sqrt{3}/2\, c$

8：$\dfrac{m}{ls}$　$\dfrac{25}{9}\dfrac{m}{sl}$

9：

$E = mc^2 = 7.09m_0c^2 = 5.815\times10^{-13}J$

$p = mv = 1.92\times10^{-21}kgms^{-1}$

$E_K = \dfrac{1}{2}mv^2 = 4.10\times10^{-14}J$

$E_{K相}$=E-$E_0 = 4.996\times10^{-13}J$

$E_{K相} / E_K = 12.2$

10：

$$E = 150 + 105.5 = 255.7Mev$$

$$\frac{mc^2}{m_0c^2} = \frac{255.7}{105.7}$$

$$v = 0.91c = 2.73\times10^8 ms^{-1}$$

$$t = \frac{\tau}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}} = 5.31\times10^{-8}s$$

11:

$$E = mc^2 = 8\times10^{-13}J$$

$$E_o = m_0c^2 = 8.19\times10^{-14}J$$

$$E_K = E - E_0 = 7.18\times10^{-13}J$$

$$m = \frac{E}{c^2} = 8.88\times10^{-30}kg$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$v = 0.995c = 2.984\times10^{8}ms^{-1}$$

$$p = mv = 2.65\times10^{-21}kgms^{-1}$$

12: $m = 2\gamma m_0$

13:

$$E_0 = m_0c^2 = 1.5053\times10^{-11}J = 9.397\times10^{8}ev$$

$$E_K = 10^{10}ev$$

$$\frac{m}{m_0} = \frac{E_K + E_0}{E_0} = 11.64$$

$$T = \frac{2\pi m}{bq} = 7.66\times10^{-7}s$$

狭义相对论综合练习题

一、选择题

1、D

2、D

3、B

4、D

5、E

6、D

7、B

8、A

9、B、D

二、填空题

1、B；A

2、$\sqrt{3}/2$

3、0.817c

4、0.8c

三、计算题

1、解：设在 x 方向上存在相对论效应，根据题意 y 方向上则不存在相对论效应。

$$x' = x_0\sqrt{1-v^2/c^2} = 5\sqrt{1-2^2/3^2} = 5\sqrt{5}/3\text{m}$$

$$y' = y_0 = 5m$$

司机测量时，面积 $S' = x'y' = \frac{5\sqrt{5}}{3}m \times 5m = 18.6\text{m}^2$

2、解：在 O'参考系中测得两观察者的距离为：

$$l' = l_0\sqrt{1-v^2/C^2} = 20\times 0.8 = 16\text{m}$$

故在 O'参考系中观察，两者的相遇时间为

$$t' = l'/v = 16/(0.6c) = 8.89\times 10^{-8}\text{s}$$

3、解（1） $E_k = eU = mc^2 - m_0c^2 = (m-m_0)c^2 = 0.004m_0c^2$

$$\text{故}U = 0.004m_0c^2/e = \frac{0.004\times 9.11\times 10^{-31}\times 9\times 10^{16}}{1.6\times 10^{-19}} = 2.05\times 10^3\text{V}$$

（2）由 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \quad \Rightarrow \quad (1.004^2)(1-v^2/c^2) = 1 \therefore v \approx 2.7\times 10^7\text{m/s}$

4、 解：（1）无线电信号的速率为光束，在飞船上测量，信号到达地球又反射回来，过程

中光速不变，所用的时间相等，为 **30s**，故在地球反射信号时，地球里飞船的距离为 $30c = 9\times10^{9}\,\mathrm{m}$ 。

（**2**）在 **S'**系（飞船）测量，宇航员发射信号时，飞船距地球的距离为：

$$l' = 30c - 0.8c\times30 = 6c$$

在 **S** 系（地球）测量时，宇航员发射信号时，飞船距地球的距离为：

$$l = \frac{\Delta x' + u\Delta t'}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = \frac{l'}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = \frac{6c}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = 10c$$

宇航员从发射到接收到反射信号时，**S'**系（飞船）上的时钟经过了 $\Delta t' = 60\mathrm{s}$，为固有时，在 **S** 系（地球）上测量时，这段时间长度为 $\Delta t = \Delta t'/\sqrt{1-v^2/c^2} = 100\mathrm{s}$，在这段时间内，在原来离地球 **10c** 的基础上，飞船又继续前行的距离为

$$l_1 = v\Delta t = 0.8c\times100\mathrm{s} = 80c$$

因此，在地球上测量，宇航员接收到反射信号时，飞船距地球的距离为

$$l_1 + l = 10c + 80c = 90c = 2.7\times10^{10}\,\mathrm{m}$$