

1、在 S 系中沿 x 轴静止放置的一米尺，如 S'系相对 S 以 $c/2$ 的速率运动，在 S'系中测量，该米尺的长度为_____。 $0.866m$

2、某星体以 $0.80c$ 的速度飞离地球，在地球上测得它辐射的闪光周期为 5 昼夜，在此星体上测得的闪光周期是_____。 3 昼夜

3、在以 $0.6c$ 运动的火车里的观察者测得站台长度为 $80m$ ，那么站台上的观察者测量站台长为_____；如果在站台上同一地点发生两个事件的时间间隔为 10 分钟，那么火车里的观察者测量这两个事件的时间间隔为_____。
 $100m$ 、 12.5 分钟

4、将北极星看作绝对黑体，测得其单色辐射度在 $\lambda_m = 350nm$ 处有极大值，由此计算北极星的表面温度是_____。 $8280K$

5、从某炉壁小孔测得炉子的温度为 $1000K$ ，那么炉壁小孔的总辐射度为_____。
 $5.67 \times 10^4 W / m^2$

7、金属铝光电效应的红限波长为 $295.8nm$ ，那么铝的逸出功为_____；若波长为 $200nm$ 的光照射到铝表面，逸出的光电子最大动能为_____。
 $4.2eV$ ， $2.0eV$

8、在康普顿散射实验中，在散射角 90° 方向观察，散射光波长的改变量 $\Delta\lambda =$ _____。 $2.426 \times 10^{-12} m$

9、已知 X 光光子的能量为 $0.60MeV$ ，在康普顿散射后波长变化了 20%，则反冲电子的动能是_____。 $0.10MeV$

10、已知处于基态氢原子的电离能为 $13.6eV$ ，由此可得氢原子光谱中莱曼系的系限波长为_____，里德伯常数为_____。 $91.1nm$, $1.097 \times 10^7 m^{-1}$

11、实验测得氢原子光谱中巴尔末系的系限波长为 364.6nm，由此计算巴尔末系第一条谱线的波长为_____。 656.3nm

12、以 0.8c 速率运动的电子，其动量是_____，动能是_____。

$$3.64 \times 10^{-22} \text{ kg} \cdot \text{m/s}, \quad 5.46 \times 10^{-14} \text{ J}$$

13、波长为 500nm 的光子的能量为_____，动量为_____。

$$3.98 \times 10^{-19} \text{ J}, \quad 1.33 \times 10^{-27} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

14、氢原子线度约为 $1 \times 10^{-10} \text{ m}$ ，原子中电子速度的不确定量 $\Delta v =$ _____。

$$5.8 \times 10^5 \text{ m/s}$$

15、电子在一维无限深势阱运动的波函数 $\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi}{a} x$ ，电子处于第一激发

态，则发现电子几率最大的位置 $x =$ _____。 $x = \frac{1}{4}a$ 和 $x = \frac{3}{4}a$

16、振动频率为 300Hz 的一维谐振子的零点能为_____，能级间隔为_____。

$$9.93 \times 10^{-32} \text{ J}, \quad 1.986 \times 10^{-31} \text{ J}$$

1、若一个电子的动能等于它的静能，试求：（1）该电子的速度为多大？（2）其相应的德布罗意波长是多少？（考虑相对论效应）

$$\text{解：（1） } E_k = mc^2 - m_0c^2 = m_0c^2 \left[\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - 1 \right] \quad \therefore v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$$

$$\text{（2） } p = mv = \frac{m_0v}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = 2m_0 \times \frac{\sqrt{3}}{2}c = \sqrt{3}m_0c$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.62 \times 10^{-34}}{\sqrt{3} \times 9.1 \times 10^{-31} \times 3 \times 10^8} = 1.4 \times 10^{-12} \text{ m}$$

2、若质子的总能量等于它静能量的 2 倍，求质子的动量和速率。已知质子的静质量为 $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 。

$$\text{解: } E = mc^2 = 2m_0c^2, \therefore \frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = 2, \therefore v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$$

$$p = mv = \frac{m_0v}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = 2m_0 \times \frac{\sqrt{3}}{2}c = \sqrt{3}m_0c = 8.68 \times 10^{-19} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

3、把一个静止的质子加速到 $0.1c$ ，需要对它做多少功？如果从 $0.8c$ 加速到 $0.9c$ ，需要做多少功？已知质子的静能为 938 MeV 。

$$\text{解: } W_1 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - m_0c^2 = 4.73 \text{ MeV}$$

$$W_2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-0.9^2}} - \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-0.8^2}} = 588.6 \text{ MeV}$$

4、在激发能级上的钠原子的平均寿命 $1 \times 10^{-8} \text{ s}$ ，发出波长 589.0 nm 的光子，试求能量的不确定量和波长的不确定量。

$$\text{解: } \Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{2} = \frac{h}{4\pi}, \quad \Delta E = \frac{h}{4\pi \cdot \Delta t} = 5.3 \times 10^{-27} \text{ J}$$

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda^2} \cdot \Delta \lambda$$

$$\Delta \lambda = \frac{\lambda^2}{hc} \cdot \Delta E = 10^{-14} \text{ m}$$

5、求氢原子中第一激发态电子的德布罗意波长。（非相对论情形）

$$\text{解: } E_2 = \frac{E_1}{n^2} = -\frac{13.6}{2^2} \text{ eV} = -3.4 \text{ eV}$$

$$E_k = |E_2| = 3.4 \text{ eV},$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} = \frac{6.62 \times 10^{-32}}{\sqrt{2 \times 9.1 \times 10^{-31} \times 3.4 \times 1.6 \times 10^{-19}}} = 0.665 \text{ nm}$$

6、粒子静止质量为 m ，从静止状态自发衰变成静止质量为 m_1 和 m_2 的两粒子。

证明二粒子的总能量分别是： $E_1 = (m^2 + m_1^2 - m_2^2)c^2 / 2m$ ，

$$E_2 = (m^2 - m_1^2 + m_2^2)c^2 / 2m$$

证明: 由能量守恒 $E_1 + E_2 = mc^2$ (1)

由动量守恒 $p_1 = p_2$

$$E_1^2 = c^2 p_1^2 + m_1^2 c^4, \quad E_2^2 = c^2 p_2^2 + m_2^2 c^4$$

$$E_1^2 - E_2^2 = m_1^2 c^4 - m_2^2 c^4 \text{(2)}$$

由(1)(2)得: $E_1 = (m^2 + m_1^2 - m_2^2)c^2 / 2m, E_2 = (m^2 - m_1^2 + m_2^2)c^2 / 2m$

7、在实验室中以 $0.6c$ 的速率运动的粒子, 飞行 $3m$ 后衰变, 在实验室中观察粒子存在了多长时间? 若由与粒子一起运动的观察者测量, 粒子存在了多长时间?

$$\text{解: } \Delta t = \frac{s}{v} = \frac{3}{0.6 \times 3 \times 10^8} = 1.67 \times 10^{-8} s$$

$$\tau_0 = \Delta t \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 1.33 \times 10^{-8} s$$

8、某加速器把质子加速到 $10^9 eV$ 的动能, 求质子的速度、动质量与静质量之比。已知质子的静质量为 $1.67 \times 10^{-27} kg$ 。

$$\text{解: } E_k = mc^2 - m_0 c^2 = m_0 c^2 \left[\frac{1}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} - 1 \right] = 1.67 \times 10^{-27} \times 9 \times 10^{16} \times \left[\frac{1}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} - 1 \right]$$

$$E_k = 10^9 \times 1.6 \times 10^{-19} J$$

$$v = 0.875 c = 2.625 \times 10^8 m/s$$

$$\frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} = 4.27$$

9、一个电子沿 x 方向运动, 速度 $v_x = 500 m/s$, 已知其精确度为 0.01% , 求测定电子 x 坐标所能达到的最大精确度。

$$\text{解: } \Delta x \cdot \Delta p_x = \Delta x \cdot m \cdot \Delta v_x \geq \frac{\hbar}{2}$$

$$\Delta x \geq \frac{\hbar}{4\pi m \Delta v_x} = 1.16 \times 10^{-3} m = 1.16 mm$$