

第 6 章练习题参考答案

基础练习

1. C 2. AD 3. D 4. D 5. D 6. C 7. D 8. D
 9. C 10. B 11. ABCD 12. C 13. B 14. A 15. C
 16. AD

$$17. \Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}; \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}。$$

18. c_0

$$19. \Delta x' = (\Delta x - u\Delta t) / \sqrt{1 - (u/c)^2} = -6\sqrt{5} \times 10^8 \text{ m}。$$

$$20. W = E_k = E - E_0 = m_e c^2 - m_{e0} c^2 = m_{e0} c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} - 1 \right) = 0.25 m_{e0} c^2。$$

21. 解:

(1) ${}^6_3\text{Li}$ 核俘获 ${}_0^1n$ 的过程, 系统动量守恒, 则

$$m_n v_0 = m_H v_1 + m_{\text{He}} v_2, \text{ 即 } v_1 = \frac{m_n v_0 - m_{\text{He}} v_2}{m_H}$$

代入数据 $m_n = 1 \mu$, $m_{\text{He}} = 4 \mu$, $m_H = 3 \mu$, 得 $v_1 = -1.0 \times 10^3 \text{ m/s}$,
 负号表示跟 v_0 的方向相反。

(2) 如右图所示 ${}^3_1\text{H}$ 和 ${}^4_2\text{He}$ 在磁场中半径之比为

$$r_H : r_{\text{He}} = \frac{m_H v_1}{Bq_1} : \frac{m_{\text{He}} v_2}{Bq_2} = 3 : 40$$

$$(3) {}^3_1\text{H} \text{ 和 } {}^4_2\text{He} \text{ 的周期之比为 } T_H : T_{\text{He}} = \frac{2\pi m_H}{Bq_1} : \frac{2\pi m_{\text{He}}}{Bq_2} = 3 : 2。$$

所以它们的转动周期之比为 $n_H : n_{\text{He}} = T_{\text{He}} : T_H = 2 : 3$ 。

当 α 粒子转 3 周时, 氕核转动 2 周。

22. 解:

根据功能原理, 要做的功

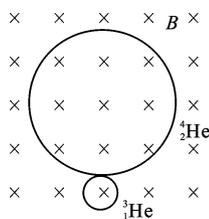
$$W = \Delta E$$

根据相对论能量公式

$$\Delta E = m_2 c^2 - m_1 c^2$$

根据相对论质量公式

$$m_2 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v_2}{c}\right)^2}}, \quad m_1 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v_1}{c}\right)^2}}$$



$$W = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{v_2}{c}\right)^2}} - \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{v_1}{c}\right)^2}} = 4.72 \times 10^{-14} \text{ J} = 2.95 \times 10^5 \text{ (eV)}$$

综合进阶

1. D 2. C 3. D 4. A 5. C 6. D 7. C 8. D 9. C

10. C 11. A 12. C 13. D 14. A 15. A 16. B

17. 5.01。

18. 2.4×10^{-22} 。

19. $hc \frac{\lambda' - \lambda}{\lambda \lambda'}$ 。

20. 2.56。

21. $\frac{h}{2p}$; 0。量子力学。

22. $\frac{h}{\sqrt{2em_e U_{12}}}$ 。

23. 3.29×10^{21} J。

24. 1.06×10^{-24} 。

25. $-2\hbar, -1\hbar, 0, \hbar, 2\hbar$ 。

26. 0, 1; 0; $-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$ 。

27. 相对的; 运动。

28. $v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$ 。

29. 5.85×10^{-13} ; 0.08。

30.

解: (1) $\varepsilon = hv, p = h/\lambda = hv/c, m = hv/c^2$ 。

(2) 光对平面镜的光压如右图所示, 每一个光子入射到平面镜 MN 上, 并以 i 角反射, 其动量改变量为 $m\vec{c}' - m\vec{c} = 2m\cos i \hat{n} = hv/c \cdot 2\cos i \hat{n}$,

平面镜上面积为 S 的截面上, 在单位时间内受到碰撞的光子数为

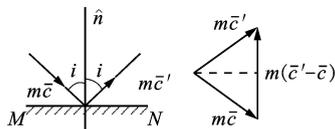
$N = c\cos i \cdot Sn$ (此处 n 为光子数密度)

所以光压 $P = N|m\vec{c}' - m\vec{c}|/S = (2m\cos i \cdot c\cos i \cdot Sn)/s = 2mc^2 n \cos^2 i = 2h\nu n \cos^2 i$

31.

解: (1) 与这一谱线相应的光子能量为

$$hv = hc/\lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^8}{4340 \times 10^{-10}} \approx 2.86 \text{ (eV)}$$



(2) 由于此谱线是巴耳末线系, 必有 $k=2$

$$E_k = E_1/2^2 = -3.4 \text{ eV} (E_1 = -13.6 \text{ eV})$$

$$E_n = E_1/n^2 = E_k + hv$$

$$n = \sqrt{\frac{E_1}{E_k + hv}} = 5$$

(3) 由右图氢原子能级跃迁图可知可发射四个线系, 共有 10 条谱线波长最短的是由 $n=5$ 跃迁到 $n=1$ 的谱线, 波长为

$$\lambda = \frac{hc}{E_5 - E_1} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^8}{[(-13.6/25) - (-13.6)] \times 1.60 \times 10^{-19}} = 952.15 (\text{\AA})$$

32. 解:

$$qvB = \frac{m_a v^2}{R} \quad m_a v = qRB \quad \lambda = \frac{h}{m_a v}$$

$$\lambda = \frac{h}{qRB} = 1.00 \times 10^{-11} (\text{m})$$

$$v = \frac{qRB}{m_a}$$

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{m \frac{qRB}{m_a}} = \frac{h}{qRB} \frac{m_a}{m} = 6.64 \times 10^{-34} (\text{m})$$

33. 解:

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

$$\Delta p = \left| -\frac{h}{\lambda^2} \right| \Delta \lambda = \left(\frac{h}{\lambda} \right) \left(\frac{\Delta \lambda}{\lambda} \right)$$

$$\Delta x \geq \frac{h}{2\pi \Delta p} = \frac{\lambda}{2\pi \left(\frac{\Delta \lambda}{\lambda} \right)} \geq 0.048 (\text{m})$$

34. 解:

$$P = \int_0^{\frac{a}{4}} |\psi|^2 dx = \int_0^{\frac{a}{4}} \frac{2}{a} \sin^2 \left(\frac{n\pi x}{a} \right) dx = \frac{1}{4} - \frac{1}{\pi} \approx 0.091$$

35. 解:

d 分壳层最多能容纳的电子数为 1, $m_l = 0$, $m_s = 1/2, -1/2$ 。

36. 解:

(1) 地面观测站测得飞船船身的长度为

$$l = l_0 \sqrt{1 - (u/c)^2} = 54 (\text{m})$$

$$\text{则} \quad \Delta t_1 = \frac{l}{u} = \frac{54}{0.8 \times 3 \times 10^8} = 2.25 \times 10^{-7} (\text{s})$$

(2) 宇航员测得飞船船身的长度为 l_0 , 则

$$\Delta t_2 = l_0/u = 3.75 \times 10^{-7} (\text{s})$$

37.

解：因为在 S 系中 $\Delta x = 1000 \text{ m}$, $\Delta t = 0$

$$\text{则在 } S' \text{ 系中 } \Delta x' = 2000 = \frac{\Delta x}{\sqrt{1-u^2/c^2}}$$

$$\text{得：} u = \frac{\sqrt{3}}{2}c = 0.866c$$

所以：

$$\Delta t' = \gamma \cdot \left(\Delta t - \frac{u}{c^2} \Delta x \right) = -\frac{u \Delta x}{c^2 \sqrt{1-u^2/c^2}} = -5.77 \times 10^{-6} (\text{s})$$

38. 解：

$$(1) E = mc^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} c^2 = 6.5 \times 10^{-30} \times 3^2 \times 10^{16} \text{ J} = 5.85 \times 10^{-13} (\text{J})$$

(2) 相对论动能

$$E_k = E - E_0 = (6.5 - 0.91) \times 10^{-30} \times 9 \times 10^{16} \text{ J} = 5.03 \times 10^{-13} (\text{J})$$

利用经典力学的公式计算

$$E'_k = \frac{1}{2} m_0 v^2 = \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times (0.99c)^2 (\text{J}) = 4.01 \times 10^{-14} \text{ J}。$$

所以， $\frac{E_k'}{E_k} = 0.08。$