

练习 38 量子物理基础(一) 参考答案

1. B

2. D

3. 5×10^{14} , 2

4.
$$\frac{h\nu}{c} = \frac{(h\nu' \cos \phi)}{c} + p \cos \theta$$

5. 解: (1) 由 $A = h\nu_0 = hc / \lambda_0$

得
$$\lambda_0 = \frac{hc}{A} = 5.65 \times 10^{-7} \text{ m} = 565 \text{ nm}$$

(2) 由轭
$$\frac{1}{2} m v^2 = e|U_a| , \quad h\nu = \frac{hc}{\lambda} = e|U_a| + A$$

得
$$\lambda = \frac{hc}{e|U_a| + A} = 1.73 \times 10^{-7} \text{ m} = 173 \text{ nm}$$

6. 解: (1) 康普顿散射光子波长改变:

$$\Delta\lambda = (hm_e c)(1 - \cos \phi) = 0.024 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda = 1.024 \times 10^{-10} \text{ m}$$

(2) 设反冲电子获得动能 $E_K = (m - m_e)c^2$, 根据能量守恒:

$$h\nu_0 = h\nu + (m - m_e)c^2 = h\nu + E_K$$

即
$$hc / \lambda_0 = [hc / (\lambda_0 + \Delta\lambda)] + E_K$$

故
$$E_K = hc\Delta\lambda / [\lambda_0(\lambda_0 + \Delta\lambda)] = 4.66 \times 10^{-17} \text{ J} = 291 \text{ eV}$$

练习 39 量子物理基础(二) 参考答案

1. B

2. C

3. 13.6, 3.4

4. 5, 10

5. 解: 由于发出的光线仅有三条谱线, 按:

$$\nu = c \cdot \tilde{\nu} = cR\left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$n=3, k=2$ 得一条谱线.

$n=3, k=1$ 得一条谱线.

$n=2, k=1$ 得一条谱线.

可见氢原子吸收外来光子后, 处于 $n=3$ 的激发态. 以上三条光谱线中, 频率最大的一条是:

$$\nu = cR\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right) = 2.92 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

这也就是外来光的频率.

6. 解: 所发射的光子能量为 $\varepsilon = hc/\lambda = 2.56 \text{ eV}$

氢原子在激发能为 10.19 eV 的能级时, 其能量为

$$E_K = E_1 + \Delta E = -3.41 \text{ eV}$$

氢原子在初始状态的能量为 $E_n = \varepsilon + E_K = -0.85 \text{ eV}$

该初始状态的主量子数为 $n = \sqrt{\frac{E_1}{E_n}} = 4$

练习 40 量子物理基础(三) 参考答案

1. D

2. D

3. 1:1, 4:1.

4. 0.0549

5. 解: 远离核的光电子动能为

$$E_K = \frac{1}{2} m_e v^2 = 15 - 13.6 = 1.4 \text{ eV}$$

则

$$v = \sqrt{\frac{2E_K}{m_e}} = 7.0 \times 10^5 \text{ m/s}$$

光电子的德布罗意波长为

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m_e v} = 1.04 \times 10^{-9} \text{ m} = 10.4 \text{ \AA}$$

6. 解: 由 $\Delta p_x \Delta x \geq h$ 即
$$\Delta x \geq \frac{h}{\Delta p_x} \quad ①$$

据题意 $\Delta p_x = m v$ 以及德布罗意波公式 $\lambda = h / m v$ 得

$$\lambda = \frac{h}{\Delta p_x} \quad ②$$

比较①、②式得

$$\Delta x \geq \lambda$$

练习 41 量子物理基础(四) 参考答案

1. D

2. A

3. $a/6, a/2, 5a/6$

4. $0, \sqrt{2}, \sqrt{6}, 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$

5. 解：所谓归一化就是让找到粒子的概率在可能找到的所有区域内进行积分，并使之等于 100%，即

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi^*(x) \psi(x) dx = 1$$

这里，我们的问题是要

$$\int_0^a A^2 \sin^2 \frac{n\pi}{a} x dx = 1$$

即

$$[aA^2 / (n\pi)] \times \frac{1}{2} n\pi a / a = 1$$

所以

$$A = \sqrt{2/a}$$

于是得到归一化的波函数

$$\psi_n(x) = \sqrt{2/a} \sin\left(\frac{n\pi}{a} x\right)$$

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

6. 解：由波函数的性质得

$$\int_0^l |\psi|^2 dx = 1$$

即

$$\int_0^l c^2 x^2 (l-x)^2 dx = 1,$$

由此解得

$$c^2 = 30/l^5, \quad c = \sqrt{30/l} / l^2$$

设在 $0 - l/3$ 区间内发现该粒子的概率为 P ，则

$$P = \int_0^{l/3} |\psi|^2 dx = \int_0^{l/3} 30x^2 [(l-x)^2 / l^5] dx = \frac{17}{81}$$

练习 42 量子物理基础(五) 参考答案

1. D

2. D

3. C

4. 2 , $2 \times (2l+1)$, $2n^2$.

5. 4

6. $1, 0, 0, -\frac{1}{2}$ 轭, $2, 0, 0, \frac{1}{2}$ 轭或 $2, 0, 0, -\frac{1}{2}$

7. 7 钴的电子组态为 $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^7, 4s^2$.

8. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

