

《第 17 章 量子物理学基础》

一 选择题

1. 以下一些材料的逸出功为

铍 3.9 eV

钡 5.0 eV

铯 1.9 eV

钨 4.5 eV

今要制造能在可见光(频率范围为 3.9×10^{14} Hz— 7.5×10^{14} Hz)下工作的光电管, 在这些材料中应选

- (A) 钨. (B) 钡. (C) 铯. (D) 铍.

[]

2. 如果两种不同质量的粒子, 其德布罗意波长相同, 则这两种粒子的

(A) 动量相同. (B) 能量相同.

(C) 速度相同. (D) 动能相同.

答案: (A)

[]

3. 关于不确定关系 $\Delta p_x \Delta x \geq \hbar$ ($\hbar = h/(2\pi)$), 有以下几种理解:

(1) 粒子的动量不可能确定.

(2) 粒子的坐标不可能确定.

(3) 粒子的动量和坐标不可能同时准确地确定.

(4) 不确定关系不仅适用于电子和光子, 也适用于其它粒子.

其中正确的是:

(A) (1), (2).

(B) (2), (4).

(C) (3), (4).

(D) (4), (1).

[]

4. 已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为:

$$\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \cdot \cos \frac{3\pi x}{2a}, \quad (-a \leq x \leq a)$$

那么粒子在 $x = 5a/6$ 处出现的概率密度为

(A) $1/(2a)$.

(B) $1/a$.

(C) $1/\sqrt{2a}$.

(D) $1/\sqrt{a}$.

[]

5. 氢原子中处于 2p 状态的电子, 描述其量子态的四个量子数(n, l, m_l, m_s)可能取的值为

(A) $(2, 2, 1, -\frac{1}{2})$.

(B) $(2, 0, 0, \frac{1}{2})$.

(C) $(2, 1, -1, -\frac{1}{2})$.

(D) $(2, 0, 1, \frac{1}{2})$.

[]

二 填空题

1. 光子波长为 λ , 则其能量=_____; 动量的大小 =_____; 质量=_____.

2. 康普顿散射中, 当散射光子与入射光子方向成夹角 ϕ = _____ 时, 散射光子的频率小得最多; 当 ϕ = _____ 时, 散射光子的频率与入射光子相同.

3. 被激发到 $n=3$ 的状态的氢原子气体发出的辐射中, 有 _____ 条可见光谱线和 _____

条非可见光谱线.

4. 设描述微观粒子运动的波函数为 $\Psi(\vec{r}, t)$,

则 $\Psi\Psi^*$ 表示 _____;

$\Psi(\vec{r}, t)$ 须满足的条件是 _____;

其归一化条件是 _____.

5. 多电子原子中, 电子的排列遵循 _____ 原理和 _____ 原理.

三 计算题

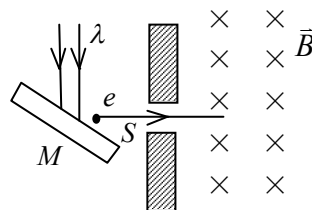
1. 用辐射高温计测得炼钢炉口的辐射出射度为 $22.8 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$, 试求炉内温度.

(斯特藩常量 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$)

2. 波长为 λ 的单色光照射某金属 M 表面发生光电效应, 发射的光电子(电荷绝对值为 e , 质量为 m)经狭缝 S 后垂直进入磁感应强度为 \vec{B} 的均匀磁场(如图示), 今已测出电子在该磁场中作圆运动的最大半径为 R . 求

(1) 金属材料的逸出功 A ;

(2) 遏止电势差 U_a .



3. α 粒子在磁感应强度为 $B = 0.025 \text{ T}$ 的均匀磁场中沿半径为 $R = 0.83 \text{ cm}$ 的圆形轨道运动.

(1) 试计算其德布罗意波长.

(2) 若使质量 $m = 0.1 \text{ g}$ 的小球以与 α 粒子相同的速率运动. 则其波长为多少?

(α 粒子的质量 $m_\alpha = 6.64 \times 10^{-27} \text{ kg}$, 普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$)

4. 光子的波长为 $\lambda = 3000 \text{ \AA}$ ，如果确定此波长的精确度 $\Delta\lambda / \lambda = 10^{-6}$ ，试求此光子位置的不确定量。

5. 已知电子具有内禀的自旋磁矩 $\mu_m = 0.928 \times 10^{-23} \text{ J/T}$ 。如果采用下述经典模型：电子是一均匀带电的球壳，半径为 R ，总电量为 e ，以角速度 ω 绕过其中心的直径旋转，已知电子的半径不大于 10^{-18} m ，按此估算，电子要具有上述磁矩值，相应的“赤道”线速度应多大？由此判断经典模型是否合理。

四 研讨题

1. 人体也向外发出热辐射，为什么在黑暗中还是看不见人？

2. 用可见光能产生康普顿效应吗？能观察到吗？

3.[CCBP 练习题] 说明电子的双缝干涉原理。通过一次产生大量随机数，说明大量电子通过双缝所产生的干涉图样。再用动画演示电子逐个通过双缝时所形成的干涉图样。