

一 选择题 (共15分)

1. (本题 3分)(4440)

直接证实了电子自旋存在的最早的实验之一是

- (A) 康普顿实验. (B) 卢瑟福实验.
(C) 戴维孙-革末实验. (D) 斯特恩-革拉赫实验. []

2. (本题 3分)(4965)

下列各组量子数中, 哪一组可以描述原子中电子的状态?

- (A) $n = 2, l = 2, m_l = 0, m_s = \frac{1}{2}$.
(B) $n = 3, l = 1, m_l = -1, m_s = -\frac{1}{2}$.
(C) $n = 1, l = 2, m_l = 1, m_s = \frac{1}{2}$.
(D) $n = 1, l = 0, m_l = 1, m_s = -\frac{1}{2}$. []

3. (本题 3分)(4966)

有下列四组量子数:

- (1) $n = 3, l = 2, m_l = 0, m_s = \frac{1}{2}$.
(2) $n = 3, l = 3, m_l = 1, m_s = \frac{1}{2}$.
(3) $n = 3, l = 1, m_l = -1, m_s = -\frac{1}{2}$.
(4) $n = 3, l = 0, m_l = 0, m_s = -\frac{1}{2}$.

其中可以描述原子中电子状态的

- (A) 只有(1)和(3).
(B) 只有(2)和(4).
(C) 只有(1)、(3)和(4).
(D) 只有(2)、(3)和(4). []

4. (本题 3分)(8022)

氢原子中处于 3d 量子态的电子, 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) $(3, 0, 1, -\frac{1}{2})$. (B) $(1, 1, 1, -\frac{1}{2})$.
(C) $(2, 1, 2, \frac{1}{2})$. (D) $(3, 2, 0, \frac{1}{2})$. []

5. (本题 3分)(8023)

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 (共36分)

6. (本题 4分)(4215)

根据量子论, 氢原子中核外电子的状态可由四个量子数来确定, 其中主量子数 n 可取的值为_____, 它可决定_____.

7. (本题 5分)(4221)

原子内电子的量子态由 n 、 l 、 m_l 及 m_s 四个量子数表征. 当 n 、 l 、 m_l 一定时, 不同的量子态数目为_____; 当 n 、 l 一定时, 不同的量子态数目为_____; 当 n 一定时, 不同的量子态数目为_____.

8. (本题 3分)(4533)

1921 年斯特恩和革拉赫在实验中发现: 一束处于 s 态的原子射线在非均匀磁场中分裂为两束. 对于这种分裂用电子轨道运动的角动量空间取向量子化难于解释, 只能用_____来解释.

9. (本题 4分)(4782)

电子的自旋磁量子数 m_s 只能取_____和_____两个值.

10. (本题 3分)(4783)

根据量子力学理论, 氢原子中电子的动量矩在外磁场方向上的投影为 $L_z = m_l \hbar$, 当角量子数 $l=2$ 时, L_z 的可能取值为_____.

11. (本题 3分)(4784)

根据量子力学理论, 氢原子中电子的动量矩为 $L = \sqrt{l(l+1)} \hbar$, 当主量子数 $n=3$ 时, 电子动量矩的可能取值为_____.

12. (本题 3分)(4963)

原子中电子的主量子数 $n=2$, 它可能具有的状态数最多为_____个.

13. (本题 3分)(4968)

在下列各组量子数的空格上, 填上适当的数值, 以便使它们可以描述原子中电子的状态:

(1) $n=2$, $l=$ _____, $m_l=-1$, $m_s=-\frac{1}{2}$.

(2) $n=2$, $l=0$, $m_l=$ _____, $m_s=\frac{1}{2}$.

(3) $n=2$, $l=1$, $m_l=0$, $m_s=$ _____.

14. (本题 5分)(8024)

主量子数 $n = 4$ 的量子态中, 角量子数 l 的可能取值为_____ ; 磁量子数 m_l 的可能取值为_____.

15. (本题 3分)(8026)

玻尔氢原子理论中, 电子轨道角动量最小值为_____ ; 而量子力学理论中, 电子轨道角动量最小值为_____. 实验证明_____理论的结果是正确的.

三 理论推导与证明题 (共 5分)

16. (本题 5分)(4434)

在一维无限深势阱中运动的粒子, 由于边界条件的限制, 势阱宽度 d 必须等于德布罗意波半波长的整数倍. 试利用这一条件导出能量量子化公式

$$E_n = n^2 h^2 / (8md^2), \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

[提示: 非相对论的动能和动量的关系 $E_k = p^2 / (2m)$]

四 回答问题 (共16分)

17. (本题 8分)(8027)

根据量子力学理论, 氢原子中电子的运动状态可用 n, l, m_l, m_s 四个量子数来描述. 试说明它们各自确定什么物理量?

18. (本题 8分)(8027)

根据量子力学理论, 氢原子中电子的运动状态可用 n, l, m_l, m_s 四个量子数来描述. 试说明它们各自确定什么物理量?