

姓名: _____ 学号: _____ 成绩: _____

《原子物理》测试题 ————— 第三章

选择题 (18 分)

- C** 1. 当公布了兰姆移位的测量结果之后, 人们才弄清了氢原子下列能级顺序应为:
- A. $2^2P_{3/2} > 2^2P_{1/2} > 2^2S_{1/2}$ B. $2^2S_{1/2} > 2^2P_{3/2} > 2^2P_{1/2}$
 C. $2^2P_{3/2} > 2^2S_{1/2} > 2^2P_{1/2}$ D. $2^2P_{1/2} > 2^2P_{3/2} > 2^2S_{1/2}$
- B** 2. 施特恩-盖拉赫成功地观察到银原子束在不均匀磁场中偏转, 他们观测到_____
- A. 由于银原子磁矩减小而观测到一个偏转束
 B. 由于原子磁矩有两个分量观测到两个偏转束
 C. 三个偏转束, 分别是由中性原子、负离子和正离子形成的
 D. 因为原子磁矩方向取向随机, 观察到连续分布的束流
- A** 3. 原子气体在有磁场和无磁场时发射的光谱不同, 这是下面哪种现象_____
- A. 原子气体在磁场中发射的光的谱线数总是大于或等于在无磁场时的谱线数
 B. 斯塔克效应 C. 是原子核磁矩基本效应
 D. 原子气体在磁场中发射的光的谱线数总是在无磁场时的两倍
- B** 4. 基态原子态为 1F_1 和 3D_2 的中性原子束, 按斯特恩-盖拉赫方法, 通过不均匀弱外磁场后各分裂成多少束: _____
- A. 不分裂和 3 束 B. 不分裂和 5 束 C. 3 束和 5 束 D. 11 束和 7 束
- B** 5. 氢原子 2p 态的自旋-轨道分裂约为 _____
- A. 10^{-6} eV B. 10^{-4} eV C. 10^{-2} eV D. 10^{-3} eV
- B** 6. 兰姆移位是 _____
- A 氢原子 1s 和 2s 能级之间的劈裂 B 由辐射修正引起的
 C 由托马斯进动引起的 D 由轨道-自旋相互作用引起的

$$g = 1 + \frac{1 \times 2 + 2 \times 3 - 3 \times 4}{2 \times 1 \times 2} = 0$$

$$\begin{cases} -E_n \times \frac{\alpha^2}{n^2} \times \frac{1}{2} \\ + E_n \times \frac{\alpha^2}{n^2} \times \frac{3}{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow E_n \times \frac{\alpha^2}{n^2} = \frac{13.6}{4} \times \frac{1}{137^2} \times \frac{1}{4}$$

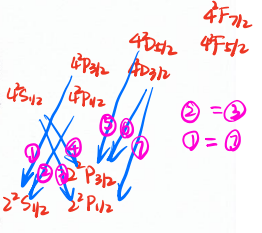
$$= 4.53 \times 10^{-5} \text{ eV}$$

$$= 10^{-4} \text{ eV}$$

填空题 (16 分)

1. 处于 $^3D_{3/2}$ 态的钠原子, 当置于弱外磁场中时, 对应能级分裂为 4 个。在强外磁场条件下, 3p 能级将分裂为 5 个。
2. 氢原子能级结构的精细分裂导致相应光谱的精细分裂, 按电偶极辐射跃迁选择定则, 巴尔末系 H_β 线的精细结构允许的跃迁有 7 个, 分辨率足够好的光谱仪可观测到 5 条谱线 (不考虑兰姆移位)。
3. 在斯特恩-盖拉赫实验中, 氢原子 (基态) 从温度为 400K 的炉中射出, 在屏上接收到两条氢束线, 间距为 0.6cm。若把氢原子换成氯原子 ($z=17$, 基态 $^2P_{3/2}$), 其他条件不变, 那么在屏上可以接收到 4 条束线, 相邻两束的间距为 0.4 cm。
4. Li 漫线系的一条 ($3^2D_{3/2} \rightarrow 2^2P_{1/2}$) 在弱磁场中沿着磁场纵向观测将看到 4 条谱线, 垂直于磁场方向可观测到 6 条谱线。

H: $g = 2$
 Cl: $g = \frac{4}{3}$

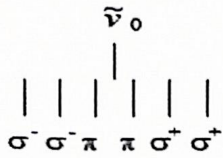


计算题

1. (10分) 某碱金属原子的一条光谱线是由能级 2 到能级 1 跃迁时发射的, 该谱线在弱磁场中分裂成六条谱线 (如图)。已知能级 2 的朗德因子 $g_2=4/3$ 。

(1) 请判断这两个能级的 J 、 S 、 L 值, 并写出相应的原子态符号。

(2) 请画出完整的能级跃迁图。

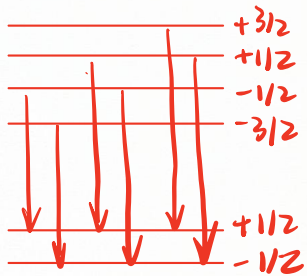


$$g_2 = 1 + \frac{j(j+1) + s(s+1) - l(l+1)}{2j(j+1)} = \frac{4}{3}$$

① $j = l + 1/2 \Rightarrow l = 1, j = 3/2$ 或 $l = -3/2, j = -1$ (舍)

② $j = l - 1/2 \Rightarrow l = -2, j = -5/2$ (舍) 或 $l = 1/2, j = 0$ (舍)

能级 2: $^2P_{3/2}$ $\Delta l = \pm 1, \Rightarrow$ 能级 1. $l = 0$ 或 2 (舍)



2. (6分) 如果原子处于 $^2D_{3/2}$ 态, 计算电子的总轨道角动量与轨道磁矩大小、总自旋角动量与自旋磁矩大小、总角动量与原子的有效磁矩大小 (用 \hbar 或 μ_B 表示)

$l = 2 \quad L = \sqrt{6} \hbar \quad \mu_l = \sqrt{6} \mu_B$

$s = 1/2 \quad S = \sqrt{3/4} \hbar \quad \mu_s = \sqrt{3} \mu_B$

$j = 3/2 \quad J = \sqrt{15/4} \hbar \quad g_j = 1 + \frac{\frac{3}{2} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} - 2 \times 3}{\frac{3}{2} \times \frac{3}{2} \times 2} = 1 + (-\frac{1}{5}) = \frac{4}{5}$

$\mu_j = \sqrt{15} \times \frac{4}{5} \mu_B = \frac{2}{5} \sqrt{15} \mu_B$