

安徽师范大学

2019年硕士研究生招生考试初试试题

科目代码：701

科目名称：原子物理学

一、填空题（共30分，每空2分）

- 历史上证实原子核式结构的实验是()，证实原子内部能量量子化的实验是()，戴维逊-革末实验证实了电子的()。
- 氢原子的玻尔半径是() \AA ，电离基态氢原子需要的能量为() eV 。
- 量子力学中，体系的状态用()描述。
- 电子自旋角动量量子数 $s=()$ ，电子自旋角动量在外场 z 方向的投影分量有两个值，即： $s_z=()\hbar$ 。
- 碱金属原子光谱项公式中的量子数亏损，是由于()效应引起，而谱线的精细结构则是()的结果。
- 按泡利不相容原理，原子中()。
- 同一电子组态，按 LS 耦合和 jj 耦合模型，均得到相同的()和()。
- 原子弹利用了()释放的能量，而氢弹则利用的是()释放的能量。

二、简答题（每小题5分，共20分）

- 如何理解测不准原理？
- 同科电子组态形成的原子态数少于相应的非同科电子组态，原因何在？
- 推求原子基态时，一般要考虑哪些因素？
- 简述 X 射线标识谱产生的机制；

三、（本题25分）用能量为 12.5eV 的电子去激发基态氢原子。

- 至多可将氢原子激发到 $n=?$ 的能级？
- 受激的氢原子会发射哪些波长的光谱线？指出它们分属于那些线系。
- 如考虑电子自旋-轨道相互作用引起的精细结构，最低的两个能级间跃迁的谱线有几条精细线组成？画出跃迁图，标出原子态。
- 计算(3)中精细谱线的波长差。

四、(本题 15 分) 已知 Li 原子光谱主线系最长波长 $\lambda = 6707 \text{ \AA}$, 辅线系系限波长 $\lambda_{\infty} = 3519 \text{ \AA}$ 。(1) 画出与这两波长相关的能级跃迁图;(2) 计算 Li 原子的第一激发能和电离能。

五、(本题 20 分) 单电子激发的大致顺序为: $\dots\dots 6s, 6p, 7s, 6d, \dots\dots$ 。汞 (Hg , 80 号元素) 原子通常情况下电子组态为: $KLMN 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2$ 。(1) 写出三个最低能量的电子组态;(2) 写出 LS 耦合模型下这三个电子组态形成的全部原子态;(3) 在能级图上画出上述原子态间全部可能的跃迁。

六、(本题 10 分) 放射性核的一种衰变实验中, 测到有电子产生, 其能量一般为几百千电子伏。那么电子是原子核的成员吗? 试作一粗略的计算, 来解释你的判断。(核的大小: $\approx 10^{-14} m$)

七、(本题 10 分) 氧原子是 8 号元素, (1) 写出它的基态电子组态(电子排布)和它的基态原子态;(2) 基态氧原子束通过不均匀磁场后将分裂为几束?

八、(本题 20 分) Na 原子从 $3^2P_{1/2} \rightarrow 3^2S_{1/2}$ 跃迁的光谱线波长为 5896 \AA 。(1) 计算两态的朗德因子;(2) 该谱线在弱磁场中塞曼分裂为几条谱线? 画图说明。(3) 在垂直和平行磁场方向分别可观察到几条? 偏振性如何?(4) 某光谱仪的分辨本领为 $\frac{\lambda}{\Delta\lambda} = 10^5$, 问磁场多大时, 该光谱仪才能分辨这些谱线?

物理常数: $m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ Kg}$, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$, $R_{\infty} = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$, $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$,

$R_H = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$, 氢原子轨道半径 $r_n = \frac{4\pi\epsilon_0 h^2 n^2}{4\pi^2 \mu e^2}$, 1 洛伦兹 (1L) = $\frac{Be}{4\pi m_e c}$ 精细结

构常数: $\alpha = \frac{1}{137.025}$

可使用计算器、尺子等。