

姓名: _____ 学号: _____ 成绩: _____

《原子物理》测试题 ————第四章

选择题 (15分)

1. 电子组态 $2p3d$ 可形成 ${}^3D_{3,2,1}$, $2s2p$ 可形成 ${}^3P_{2,1,0}$, ${}^3D_{3,2,1} \rightarrow {}^3P_{2,1,0}$ 电偶极辐射跃迁所产生的光谱线的数为:
 $2p3d \quad \Sigma l_i = 3$
 $2s2p \quad \Sigma l_i = 1$

- A. 9 B. 7 C. 6 D. 0

2. 镁原子由状态 $3s3d \quad {}^3D_{3,2,1}$ 直接向状态 $3s3p \quad {}^3P_{2,1,0}$ 跃迁, 可产生的谱线条数为:
 $3s3d \quad \equiv \quad {}^3D_{3,2,1}$
 $3s3p \quad \equiv \quad {}^3P_{2,1,0}$

- A. 6 B. 5 C. 3 D. 0

3. 电子填充壳层时, 下列说法中不正确的是:

- A. 一个被填满的支壳层, 各种角动量均为零;
 B. 一个支壳层被填满半数时, 总轨道角动量为零;
 C. 必定是填满了一个支壳层以后再开始填充另一个新的支壳层;
 D. 一个壳层中按泡利原理可容纳的电子数为 $2n^2$.

4. 伦琴连续光谱有一个短波极限 λ_{min} , 它与:

- A. 与阴极材料有关 B. 与阴极材料和入射电子能量有关
 C. 与阴极材料无关, 与入射电子能量有关 D. 与阴极材料和入射电子能量无关

5. 电子组态 $2p3d$ 可形成 ${}^3D_{3,2,1}$, $2s2p$ 可形成 ${}^3P_{2,1,0}$, ${}^3D_{3,2,1} \rightarrow {}^3P_{2,1,0}$ 电偶极辐射跃迁所产生的光谱线的数为:

- A. 9 B. 7 C. 6 D. 0

填空题 (13分)

6. 有一原子, $n=1, 2, 3$ 的壳层和 $4s$ 支壳层都填满, $4p$ 支壳层填了 5 个电子, 则该元素的原子序数 $Z = 35$, 基态原子谱项 ${}^2P_{3/2}$ (L-S 方式耦合)。

7. 电子在原子内填充壳层时, 所遵循的基本原理是 泡利不相容原理和能量最低原理

8. Pb 原子 ($Z=82$) 基态的两个价电子都在 $6p$ 轨道, 若其中一个价电子被激发到 $7s$ 轨道, 其价电子之间相互作用属于 jj 耦合, 此时铅原子可能的状态为 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2})_{1,0}$ $(\frac{1}{2}, \frac{3}{2})_{2,1}$

9. 某原子服从 L-S 耦合, 它的一个三重态的能级间隔比为 3:4 (按能量增加的次序), 可推断出该三重态为 ${}^3F_{4,3,2}$ (原子态符号表示)。

10. 按 L-S 耦合, 由 $6d^27s^2$ 电子组态所形成的原子态中能量最低的是 3F_2 。

计算题

11. (6分) 碳原子按 LS 耦合形成原子态。(1) 基态电子组态为 $1s^22s^22p^2$, 求原子的基态? (2) 碳的某一激发态的电子组态为 $1s^22s^22p3p$, 该组态能形成哪些原子态? 其中一个三重态能级与基态的能量差分别为 69689.47 cm^{-1} , 69710.67 cm^{-1} , 69744.03 cm^{-1} , 试确定该三重态能级 (原子态符号表示)。

(1) $2p^2 \quad s=1, L=1, (L+S=\text{偶}) \therefore {}^3P_0$

(2) $2p3p: \quad L=2, 1, 0 \quad \therefore {}^3S, {}^3P_{2,1,0}, {}^3D_{3,2,1}; \quad {}^1S, {}^1P, {}^1D_2$

能级间隔 $\approx 3:2 \quad \therefore {}^3D_{3,2,1}$

12. (6分) 碳原子一激发态的电子组态为 $2p3s$, 可构成哪些原子态(L-S 耦合)?

分别计算这些原子态的有效磁矩及它们在外磁场方向分量的最大值。

$2p3s: l_1=1, l_2=0 \Rightarrow L=1$

$s_1=\frac{1}{2}, s_2=\frac{1}{2} \Rightarrow S=1.0$

$\therefore {}^1P_1, {}^3P_{2,1,0}$

$\mu_J = g\sqrt{J(J+1)} \mu_B; \mu_{z,max} = Jg\mu_B$ 其中 $g = 1 + \frac{J(J+1) + S(S+1) - L(L+1)}{2J(J+1)}$

态:	1P_1	3P_2	3P_1	3P_0
g:	1	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{2}$	1
μ_J :	$\sqrt{2}\mu_B$	$\frac{3}{2}\sqrt{6}\mu_B$	$\frac{3}{2}\sqrt{2}\mu_B$	0
$\mu_{z,max}$:	μ_B	$3\mu_B$	$\frac{3}{2}\mu_B$	0

$1 + \frac{1 \times 2 + 1}{2 \times 1 \times 2}$

13. (10分) 右表为 Na 原子的几个能量较低的能级与基态能级的差值。

- 1) (1) Na 原子是单个价电子的原子; 原子态为双重态, 但某些双重态只有单一能级, 为什么?
- 2) (2) 将表中的电子组态 (只需要写出价电子态即可) 和原子态填写完整;
- 3) (3) 若原子被激发到 $29172.889 \text{ cm}^{-1}$ 的能级, 向低能级跃迁能够产生哪些电偶极辐射?

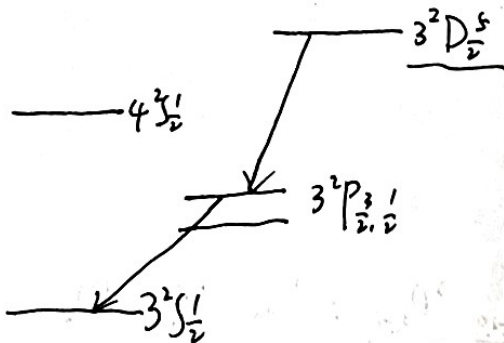
电子组态	原子态	能级(cm^{-1})
3s	$3^2S_{1/2}$	0.000
3p	$3^2P_{1/2}$	16956.172
3p	$3^2P_{3/2}$	16973.368
4s	$4^2S_{1/2}$	25739.991
3d	$3^2D_{3/2}$	29172.839
3d	$3^2D_{5/2}$	29172.889
4p	$4^2P_{1/2}$	30266.99
4p	$4^2P_{3/2}$	30272.58

(1) S能级是单层的, 因为轨道角动量为0, 没有

自旋-轨道相互作用, 不会导致能级分裂。

1' each.

(3)



即 $3^2D_{5/2} \rightarrow 3^2P_{3/2}$
 $3^2P_{3/2} \rightarrow 3^2S_{1/2}$