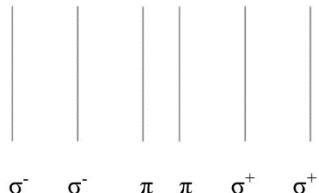


原子物理 2022 期末考试题

1. 铍的两个电子替换成 μ 子，化学性质接近于 ____。
2. 考虑兰姆移位，氢原子 $2P_{3/2}$, $2P_{1/2}$, $2S_{1/2}$ 这三个能级的顺序是 ____。
3. 能量为 2GeV 的电子的德布罗意波长为 ____。
4. 某自旋单态能级在 0.1T 磁场下分裂的最大间距为 0.28cm^{-1} ，是哪个能级：
A. $1S_0$ B. $1P_1$ C. $1D_2$ D. $1F_3$
5. (忘了)
6. μ 子偶素能级 $n=2$ 时正负 μ 子之间的距离为 ____。
7. 氮原子能级的多重性 ____。
A. 单重 B. 一、三重 C. 二重 D. 二、四重
8. 质子不是基本粒子，其具有一定的大小和电荷分布。考虑这点，氢原子 $2P_{1/2}$ 和 $2S_{1/2}$ 能级的移动情况为 ____。
9. 用能量、强度都相同的 α 粒子源做散射实验，散射角大于 60 度的粒子数与散射角大于 90 度的粒子数之比为 ____。

大题每道题 10 分，共 40 分

- 一个电子被禁闭在一个三维无限深势阱中，三个分别平行于 x, y, z 轴的边长分别为 L_1, L_2, L_3 ，电子在势阱内的波函数可以表示为 $\Psi(x, y, z) = A \sin(n\pi x/L_1) \sin(k\pi y/L_2) \sin(l\pi z/L_3)$ ，求（1）归一化因子 A ，（2）电子的能量 E ，（3）电子的平均位置。（不考虑相对论效应）
- 某碱金属原子的某条光谱线是由同主量子数 ($n = 3$) 的两能级跃迁发射的，该谱线在 $0.15T$ 的弱磁场中分裂成六条谱线，如图所示，中间两条 π 谱线的波数差为 $0.133L$, L 为洛伦兹单位。试判断这两个能级的 J, S, L 值，并画出这条光谱线在弱磁场中的能级跃迁图。



- 在斯特恩-盖拉赫实验中，氯原子 ($Z = 17$) 温度在 $400K$ 时通过长 $d = 10cm$ ，磁场梯度为 $10T/cm$ 的横向非均匀磁场。原子束离开磁铁时，分裂成几束？原子束分裂的分量间的最大间隔是多少？
- 一波数为 20000cm^{-1} 的入射光照射到 $1500K$ 的气态 NaCl 分子上，试计算 NaCl 分子产生拉曼散射时可能出现的散射线的波数，并估算大拉曼散射和小拉曼散射产生的各谱线相对强度分布(Na 和 Cl 的质量数分别为 23 和 35, NaCl 分子原子和的平衡间距为 0.294nm ，振动力常数为 100N/m ，不考虑离心畸变和非谐性修正)。

填空题每道题 3 分，共 30 分

- 考虑了相对论效应和自旋-轨道耦合后，氢原子 $n = 4$ 的能级实际分裂为____层。
- 设碳原子 ($Z=6$) 最外层的一个电子被激发到 $3d$ 态，此时的电子组态为____，按 LS 耦合，它所能构成的原子态有____，按洪特定则，其中能量最低的态是____。
- 镁原子 ($Z=12$) 的能级分为两套，即有____重态和____重态，由状态 $3p4s$ 到状态 $3s3s$ 的辐射跃迁可产生____条光谱线。
- 已知稀土元素镨 ($Z=59$)，铕 ($Z=63$)，铒 ($Z=68$) 基态的电子壳层中，未满壳层的电子填充情况分别是 $4f^8, 4f^7, 4f^{12}$ 。根据洪特定则，它们基态时的原子态依次为_____。
- 用能量为 50.0eV 的电子去激发基态氦离子 (He^+)，受激发的氦离子向低能级跃迁时，可以发出____条谱线，发射光子的最高频率为____ (不考虑精细结构)
- 人们曾经认为原子核由 A 个质子和 $A - Z$ 个电子组成，卢瑟福散射实验给出的核的直径为 10^{-14}m ，由不确定关系可得电子能量为____。
- 已知某元素伦琴射线标识谱 K_{α} 线波长为 0.1935nm ，由莫塞莱定律确定该元素原子序数为____。
- 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分裂为____条谱线。
- 光在 HF(F 的相对原子质量为 19) 分子上拉曼散射使某谱线产生波长为 174nm 和 203nm 两条伴线，两原子间准弹性力的力的常量为____。
- 氢原子若处于 $n = 3, l = 2$ 的状态，则该电子的轨道角动量在 z 方向上的投影 L_z 的可能值为____，对应的状态数为____。

选择题我只记录了一道题，是最后一道选择题，之后来不及了，别的选择题没记下来
已知氢分子核间距为 0.0741nm ，经典振动波数为 $v_0 = 879040\text{m}^{-1}$ ，请问转动量子数 J 等于几时转动能级的能量恰好可以赶上振动量子数 $v = 0$ 时转动能级的能量？

A. 12

B. 8

C. 16

D. 24