

课前作业 4 小结

一、主观题

(一) L4P4, m_I 被称为磁量子数的原因是什么? 若在磁场中, 某核 X 因为塞曼效应 (Zeeman Effect) 能级分裂为 4, 则 X 的自旋角动量的长度是多少?

参考答案:

因为 xy 方向的磁矩均匀掉了, 只留下了 z 轴的, 所以 m_I 才被称为磁量子数。

核的自旋磁量子数/核的磁矩共有 $2I+1$ 个取值, 其中 I 为原子核的自旋量子数。

若原子核在磁场中能级分裂为 4, 则 $2I+1=4$, $I=3/2$ 。因此自旋角动量的长度为

$$J = \sqrt{I(I+1)}\hbar = \frac{\sqrt{15}}{2}\hbar$$

(二) 在 L4P10 的讨论中, 为何没有考虑轨道角动量 $l=\hbar$ 的情况, 此问题与 L4P33P34 亦有关。

参考答案:

^2H 核基态的字称为+, 说明其所有核子轨道角动量大小的总和为偶。

(三) 为什么原子核的电偶极矩总是为 0? 电四极矩 Q 的取值与原子核形状的关系是什么?

参考答案:

因为正电荷在原子核中均匀分布，故电偶极矩 $D = \rho \int_V z' d\tau = 0$ 。

球形核 $Q=0$ ，长椭球核 $Q>0$ ，扁椭球核 $Q<0$ 。

（四）空间反演不变对势函数提出了什么要求？一个直立的滑冰的人同时在做旋转（俯视他时为逆时针方向），则其自旋方向是向上（地→头）还是向下（头→地）？镜子里的情况又是什么？

参考答案：

空间反演不变性要求势函数是对称的，即 $H(\vec{r}) = H(-\vec{r})$ 。

由右手定则可判断逆时针旋转时自旋方向向上，镜子里变为顺时针旋转，自旋方向向下。

（五）决定一个原子核的字称是“+”还是“-”的因素是？

参考答案：

原子核内所有核子的轨道角动量之和的奇偶性，是偶则为+，是奇则为-。

（六）一个元素的两个相邻同位素原子核，必然有一个服从费米-狄拉克统计，对吗，为什么？

参考答案：

一个“元素”的两个相邻同位素原子核，指的是例如 ^{12}C 和 ^{13}C 的两个相邻同位素。对于这样的相邻同位素，其中必然有一个是奇 A 核，自旋为半整数 \hbar ，服从费米-狄拉克统计。

（七）决定一个核素，需要 3 个参数（质子数、中子数、能级），描述该核素，通常需要 4 个参数，分别是什么？

参考答案：

自旋、宇称、能量、半衰期。

二、客观题

3. 在核的壳层模型中，核力的自旋轨道耦合是决定幻数的重要因素，该耦合使得核子某个轨道角动量所对应的能级被分裂成了高低两个能级，如果轨道角动量 $l=3$ ，请问能量相对较低的那个能级，能放几个核子？[填空 1]

参考答案：

自旋轨道耦合项为 $V_{so}(\vec{r}) \cdot (\vec{\ell} \cdot \vec{s})$ 。由于 $V_{so}(\vec{r})$ 为负（如下图所示），因此 l 和 s 同向能量相对较低。 $j=l+s=7/2$ ，能放 $2j+1=8$ 个核子。

