

(一共五題,每題=10分)

1. 考慮"拉塞福之 α 粒子散射"問題

- 作一簡圖說明實驗上如何做? 實際測量什麼?
- 理論上分析 α 被原子核散射時,如何定義碰撞參數 b ? 並定性說明散射角 θ 與碰撞參數 b 的相依關係.
- 在什麼情況下, α 粒子可以到達距核最近的地方? 此最接近距離為何?
- 這實驗為什麼有名?

2. 當 e^+e^- 形成一束縛系統時,求

- 此一系統在基態時,電子和正子間的距離.
 - 游離能和第一激發態之激發能(表示成eV).
- (提示:利用氫原子之波耳模型,考慮有限核質量之修正,以及氫原子半徑和游離能之值).

3. 考慮一維的量子力學"諧振盪器"問題,設粒子質量為 m ,力常數為 C ,且 $V(0)=0$.

- 寫下水丁格方程式,並證明下列波函數為其一解:

$$\psi(x,t) = A e^{-\frac{\sqrt{cm}}{2\hbar} x^2} e^{-\frac{i}{\hbar} \sqrt{cm} t} \quad (\text{其中} A \text{ 為常數})$$

- 求 A .

- 畫出能階圖,並說明以上波函數對應那一能階.
- 假設有二電子在此諧振盪器位能之下獨立運動(意即兩電子彼此間的作用可忽略),而且都在上述波函數所對應的量子態中.考慮電子自旋,寫下此"二電子系統"之總波函數,它是"三重態"還是"單一態"?

(提示:將總波數寫成空間部分乘以自旋部分)

4. 黃銅是銅($Z=29$)和鋅($Z=30$)的合金,作為X射線管的陽極時會產生這兩種元素之特性X射線。已知銅和鋅之 K_{α} X射線波長分別為 1.539 \AA 和 1.434 \AA ,而鎳($Z=28$)之 K 吸收邊限為 1.489 \AA ,故可用鎳的箔片來當濾過器以選出銅的X射線。
- (a) 已知銅和鋅的 K_{α} X射線在鎳中的“質量吸收係數”分別為 $48 \text{ cm}^2/\text{g}$ 和 $325 \text{ cm}^2/\text{g}$,欲使銅之X射線強度比鋅之X射線強度由1:1變成20:1,需用多厚的鎳箔?(鎳之密度為 8.90 g/cm^3)
- (b) 利用銅和鋅的 K_{α} X射線波長值,寫出莫斯萊定律,並用以估計鎳之 K_{α} X射線波長。
5. (a) 已知碳($Z=6$)原子之基態為 $1s^2 2s^2 2p^2 \ ^3P_0$,說明“光譜項” 3P_0 的意思,(代表那些量子數的值?)
- (b) 考慮碳原子的一種低能激發態,即有一個 $2p$ 電子跑到 $3s$ 去,寫出 $2p3s$ 可以形成的“光譜項”有哪些?並與基態一起畫成能階圖,其中那兩個間隔比是2:1?
- (c) 在能階圖上畫出所有可能的躍遷。
- (d) 加上弱磁場後,再畫能階圖及可能的躍遷。