

# 實驗六 原子光譜及精細結構實驗

(Atomic spectra)

## 一、目的

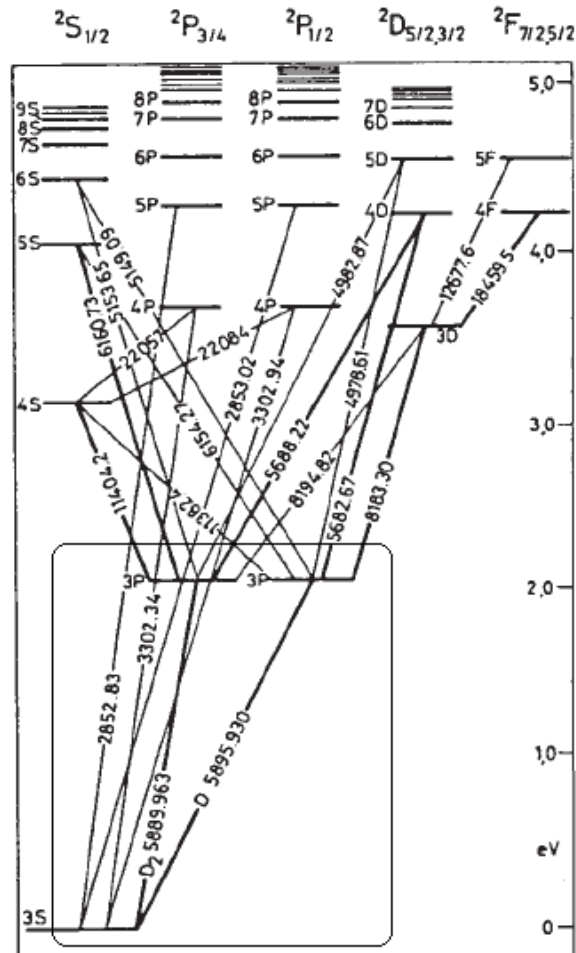
1. 藉由實驗瞭解原子殼層中，光子放射和吸收的性質，驗證惰性氣體和金屬蒸氣的光譜線。
2. 測量原子之精細結構並學習觀測原子光譜的方法。

## 二、原理

1. 惰性氣體和金屬蒸氣的光譜線，經由光柵分離後，投影在半透明的螢幕上。
2. 不同的光譜線藉由在螢幕上的投影，使我們能夠分析這些光譜。這些來自於不同的原子、或是離子性原子（即帶電原子）所產生的光譜線，直接源自於能階上連續的光子放射和吸收，因此這些光譜線展現出特有的波長和屬性。我們根據這樣的屬性和特有性質，可以用光譜分析的方式，確認它所對應的原子。
3. 由原子的軌道角動量和其電子自旋耦合(L-S coupling)，可得鈉原子  $\text{Na}^{11}$ （原子結構： $1S^2 2S^2 2P^6 3S^1$ ）能階圖（如圖一）。

原子能階與角動量量子數的相關性可由 3s 軌域 ( $l=0$ ) 與 3p 軌域 ( $l=1$ ) 得知。電子在 3p 軌域比在 3s 軌域有較高的能量。另外當電子從 3p 軌域跳至 3s 軌域時放出兩道黃色譜線 ( $3^2 P_{3/2} \rightarrow 3^2 S_{1/2}$  及  $3^2 P_{1/2} \rightarrow 3^2 S_{1/2}$ ) 也表示了 3p 軌域能階的分裂。這是因為總角動量的不同而造成，其總角動量量子數分別為  $j=3/2$  與  $j=1/2$ ，此二能階間的差異極其細微。歸咎其根

本，這是因為電子繞行軌域運轉時產生了一內在磁場 (internal



magnetic field)，電子自旋量子數的不同（其自旋量子數可為

圖一

$s = 1/2$  與  $s = -1/2$ ) 在此磁場的影響下造成了能階了分裂，此現象因此稱為:自旋-軌域效應 (spin-orbit effect)。如果是在外加磁場的影響下所造成的能階分裂，則稱之為基曼效應。

### 三、 實驗儀器

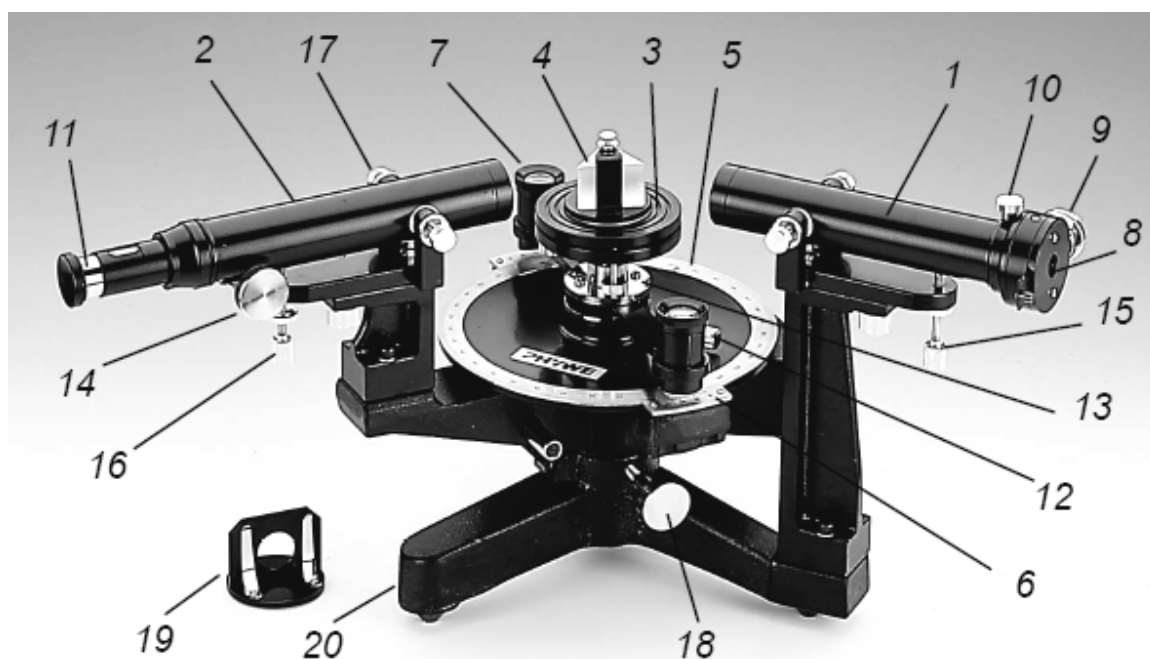
電源供應器(220 V)

He 燈

Na 燈

光譜儀 (包括光柵)

### 【儀器使用說明】



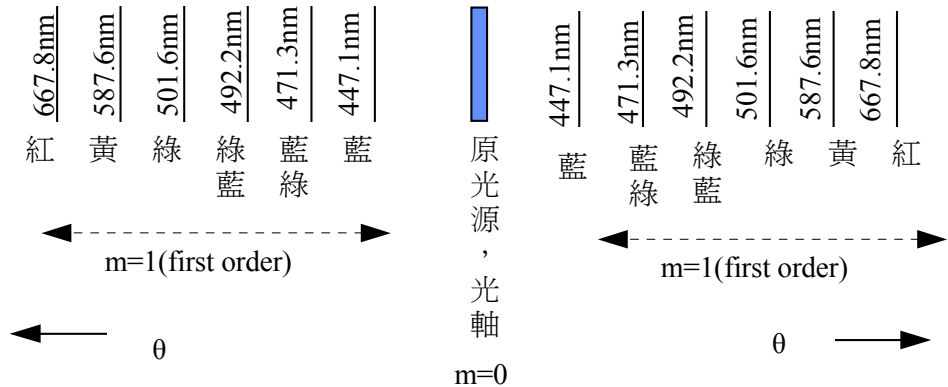
- (1) 聚光管；靠鏡片桌(3)之端有  $f=160\text{ mm}$  的透鏡。
- (2) 接目燈；靠鏡片桌(3)之端有  $f=160\text{ mm}$  的透鏡。
- (3) 鏡片桌。
- (4) 三稜鏡。
- (5) 刻度桌。
- (6) 游標尺。
- (7) 放大鏡。
- (8) 狹縫。
- (9) 狹縫調整鈕。

- (10) 聚光管長度調整；可將狹縫位置移動後鎖緊。
- (11) 目鏡；內有刻度 0~100。
- (12) 可鎖緊刻度桌(5)。
- (13) 調整鏡片桌(3)的高度。
- (14) 調整接目鏡水平位置。
- (15) 調整聚光管高度。
- (16) 調整接目鏡高度。
- (17) 分別調整聚光燈和接目鏡的左右位置。（注意：調整時將手扶住管子，避免管子因鬆動而掉落）
- (18) 支架鎖鈕。
- (19) 光柵座。
- (20) 光譜儀支架。

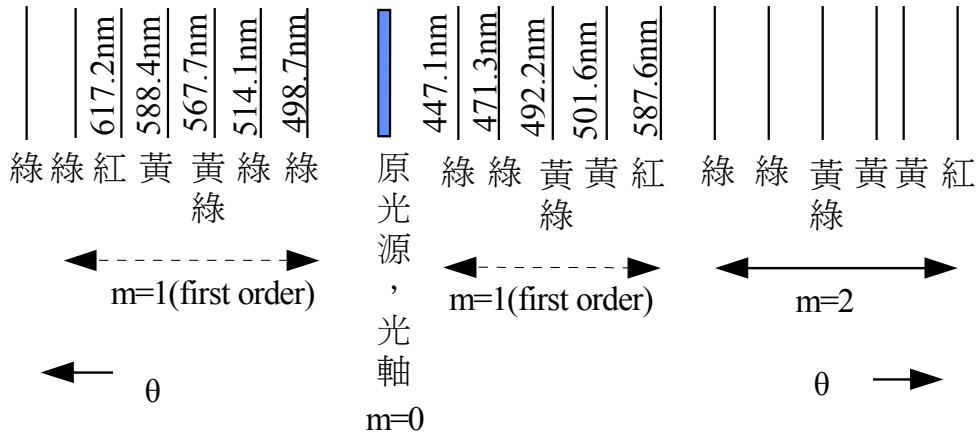
#### 四、 注意事項

- 1. 任何實驗步驟皆必須謹慎小心，若因為人為疏失，造成旋鈕鬆拖或摔落情事，恐惟照價償失。
- 3. 光柵需和物鏡垂直。
- 4. 請確認燈上標示為 Na 或 He 後再作實驗。
- 5. Na 燈下面有裂縫，請小心。
- 6. He 燈發光前會閃爍數次後才會全亮。
- 7. 狹縫不要太大，才可見清楚的鈉之精細結構。

8. 看見 Na 的兩條黃色光譜時，請找助教來看。
9. 實驗結束後，光譜儀的(9.1)需完全插入，以免遺失；並將光柵蓋好。



圖二



圖三

## 六、 實驗結果

依照實驗步驟，以及測量範例表，紀錄：

1. 由步驟 6 所得結果，計算每個色光譜和原光源的角度，並做一表。
2. 由圖三所示光譜波長值和結果 1 之結果，畫  $\sin \varphi - \lambda$  圖（ $\sin \varphi$  為縱軸），並求出  $G$ 。（ $G$ ：光柵常數，grating constant）利用光柵原理，求光譜線波長和角度的關係。

$$m \lambda = G \sin \varphi, m = 0.1.2.3...$$



3. 由實驗結果 2 所得 G 值及步驟 7 所得之結果，用實驗結果 2 的方法，求各光譜的  $\lambda$  值。做一表和圖三( $m = 1$ )比較。
4. 由步驟 7 所得兩黃色光譜角度差  $\Delta\varphi$ ，和測得的第二條黃色光譜和原光源的角度  $\varphi_2$  及實驗結果二所測得 G 值，由光柵原理求出。

$$\Delta\lambda = \frac{G}{2} [\sin \varphi_2 - \sin(\varphi_2 - \Delta\varphi)]$$

5. 再將兩黃色光譜波長和圖一的理論值比較。