

## 實驗二 電子繞射實驗

( G. P. Thomson ; 1927 )

### 一、 目的

1. 觀測電子繞射現象。
2. 藉以驗證 De Broglie relation ( $\lambda = h/p$ ) 。

### 二、 原理

1. De Broglie 認為，如果光子有一光波和其共同結合而支配其運動，物質粒子亦有一物質波和其結合而支配運動；於是主張物質的物質粒子和物質波的關係方程式是和輻射的光子和光波的關係方程式相同的。

由光子的方程式（因光子靜止質量為  $m_0 = 0$ ）

$$E = h\nu \quad p = \frac{E}{c} \quad \nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$\text{得} \quad p = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{p}$$

稱為 De Broglie relation 。

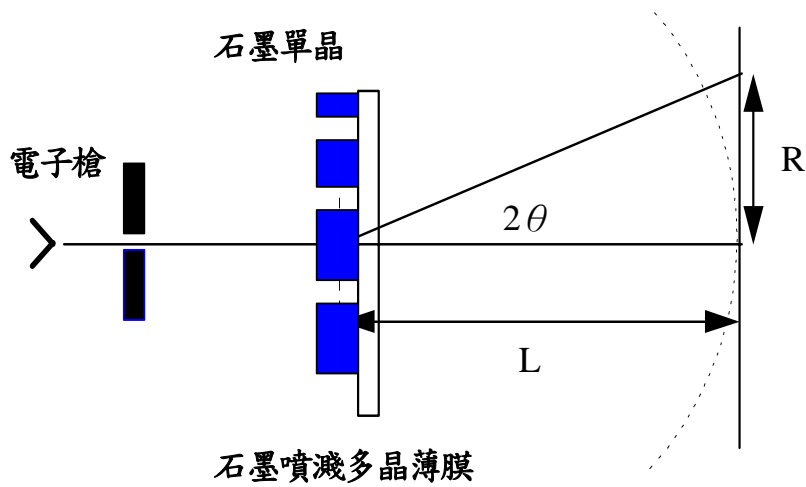
2. 如同 X 光射線所產生的繞射，電子束和晶體面的繞射方程式為：

$$2d \sin \theta = n\lambda \quad , \quad n=1.2.3... \quad \dots\dots\dots(A)$$

其中  $d$ ：晶體面間距， $\theta$ ：入射電子束和晶體面的夾角， $\lambda$ ：電子波長。

3. 求得電子波長方法：

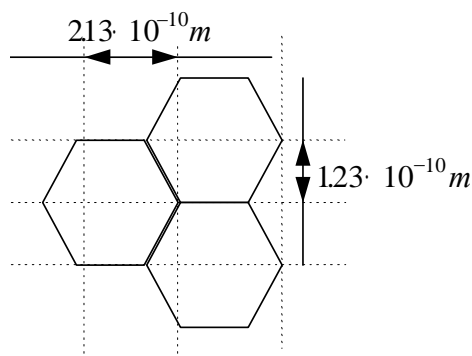
繞射測量如下圖（本實驗裝置略圖）。



因為本實驗的電子繞射管裝置中是使用石墨噴濺於薄膜上而形成的多晶體繞射光柵，其各晶體於薄膜表面的晶格方向隨機分布，但  $x$ - $y$  方向卻各區塊不同。任何符合繞射方程式的晶體面，會使電子束最後於螢幕上呈現同心圓。而由  $\tan 2\theta = \frac{R}{L}$ ，（因對小角度  $\theta$  而言， $\tan 2\theta = \sin 2\theta = 2\sin \theta$ ）得  $2\sin \theta = \frac{R}{L}$ ，代入式(A)，在  $n = 1$  時(本實驗可測量的範圍)，可得

$$\lambda = \frac{d}{L} R \quad \dots\dots\dots(B)$$

所以量得螢幕上電子繞射環半徑  $R$ ，以及石墨晶體的兩種  $xy$  晶格方向上之晶體面間距  $d_1$ 、 $d_2$ （如圖所示，石墨晶體為六方最密堆積，在正六角形的每一個角上皆有一個碳原子。）及  $L=13.5 \text{ cm}$ ，由式(B)可得電子波長。



由 De Broglie relation 得：

本實驗裝置原理（看電子繞射管說明及圖示）可得  $\frac{1}{2}mv^2 = eU_A$

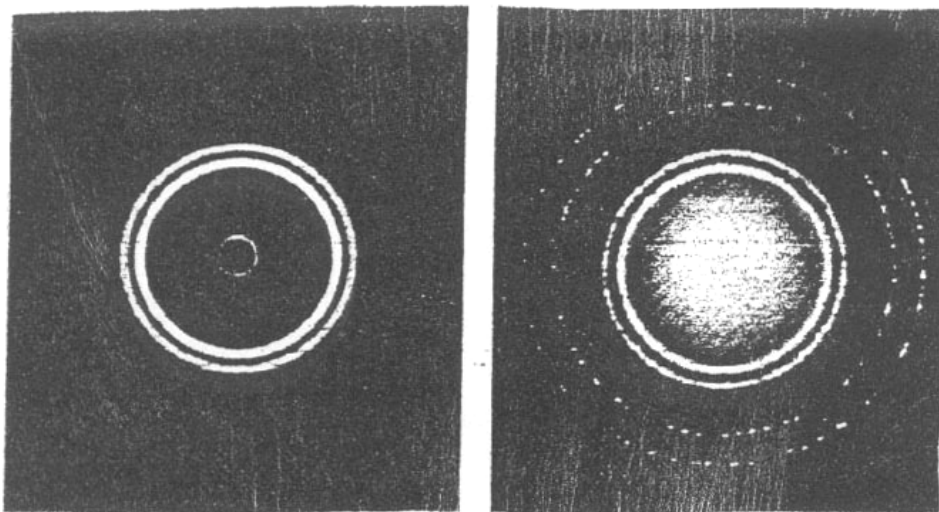
（ $m$  為電子質量， $v$  為電子速度， $U_A$  為高壓電源伏特值），代入 De Broglie relation，即可得電子波長

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2emU_A}} \dots\dots\dots(C)$$

圖左：X 光入射鋁箔片所得繞射環。

圖右：電子入射鋁箔片所得繞射環。

可見電子具有波動現象。



### 三、 實驗儀器

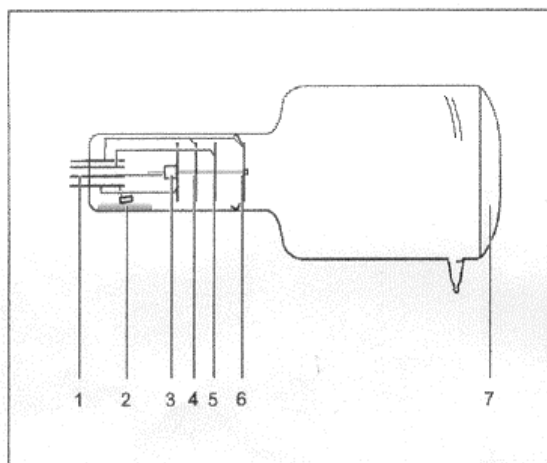
電子繞射管（包括基座）

可變電源供應器(110V)

高壓電源供應器(110V-old)&(220V-new)

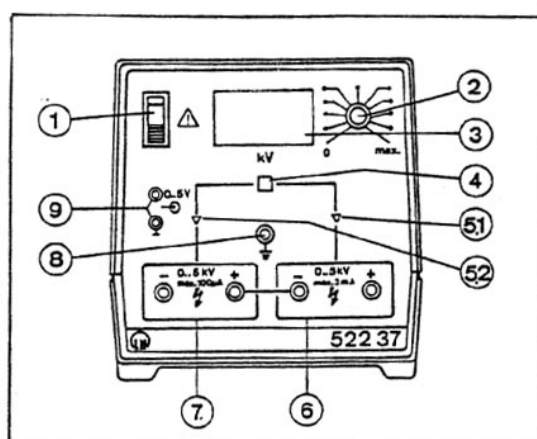
## 【儀器使用說明】

### A. 電子繞射管說明：



- (1) 接腳。
- (2) 吸氣劑(吸收真空管內殘留之氣體)。
- (3) 陰極。
- (4) 陽極 1。
- (5) 聚焦電極。
- (6) 陽極 2，附著石墨晶體。
- (7) 螢光幕。

### B. 高壓電源供應器說明：



- (1) 電源開關。
- (2) 輸出伏特控制鈕；可和⑨一起使用，設定輸出伏特值範圍。
- (3) 輸出伏特值指示板；當輸出伏特值  $V < 0$  或  $V > 10\text{KV}$ ，則指示  $\square$ 。
- (4) 選擇⑥或⑦輸出，或⑥和⑦串聯輸出。
- (5) (5.1).(5.2)指示輸出線路。
- (6) 輸出端。
- (7) 輸出端。
- (8) 接地端。
- (9) 藉由外接線路，控制輸出伏特值範圍。

#### 四、注意事項

1. 使用高壓電源供應器時要注意，其電源打開或關閉之前，需先將②轉至 0 的位置。
2. 當欲改變所接線路時，需先將所有電源關掉。實驗時一定要確實接地。
3.  $U_F$ 處接另一交直流電源供應器上 6.3 V~的插孔。
4. 若實驗時電壓過高(超過 5 kV)電子繞射管將會產生 X-ray，請注意。
5. 過大之電壓及電流會損壞儀器，請確實依照實驗步驟指示操作。
6. 請勿將電子繞射管與底座分離，其上接著的線路請勿拔起，結束後只需恢復原狀即可。
7.  $R_1$ 、 $R_2$  需與  $d_1$ 、 $d_2$  配對 (大  $d$  配小  $R$ ，大  $R$  配小  $d$ )，使求得之  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  為最接近值， $\lambda = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}$

## 六、 實驗結果

1. 由步驟 5 所得  $2R_1$ 、 $2R_2$ ，由(B) 式，求電子波長。
2. 由(C)式，求電子波長。

試比較實驗結果 1、2 所求出之結果。