

# 同 步 實 驗 之 研 究

## 高 中 組 物 理

省立台南第一高級中學

製作學生：楊 瑞 彬 等 四 人

指導老師：林水華 李進權 張湘洲

### 一、動 機：

於光學實驗裏，欲測定水波槽內週期波的波速時，若以同步定時儀，眼睛再透過定時儀的狹縫，觀察週期波，則欲「凍結」週期波簡直難乎其難，因此，為使定時儀的狹縫與週期波同步，可設計一個「同步調整器」，使同步定時儀的狹縫經過視線時，起波器亦恰振動一次，而使狹縫與週期波始終同步，由此可「凍結」週期波，進而測出其波長及波速。

### 二、儀器設計及裝置：

(一)將電池，可變電阻及馬達串聯，如圖(1)所示，利用可變電阻，可控制馬達轉速的快慢。

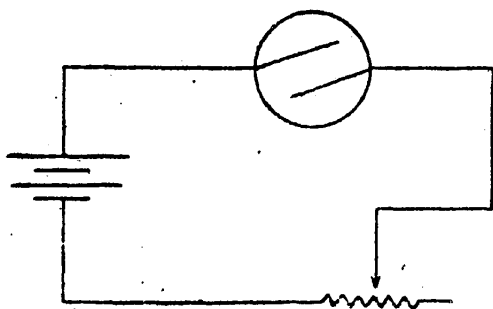


圖 一

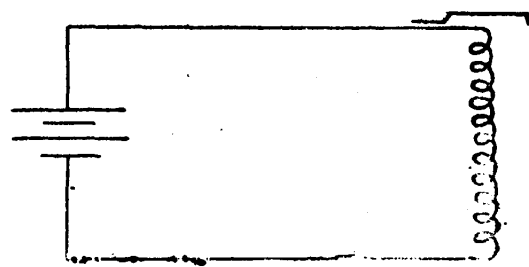


圖 二

(二)將兩組電鈴計時器內的線圈之兩端頭抽出（如圖(2)所示）串聯後再與碳棒電刷及「同步調整器」串聯。

碳棒電刷復與另一直流電源的两極接通。如圖(3)所示。

(三)同步調整器係由一個印刷電路圓板組成，與六狹縫的同步定時

儀一併連裝於馬達的軸上，用以控制電鈴計時器兩線圈電路的電流之斷續。作為振源起波之用。

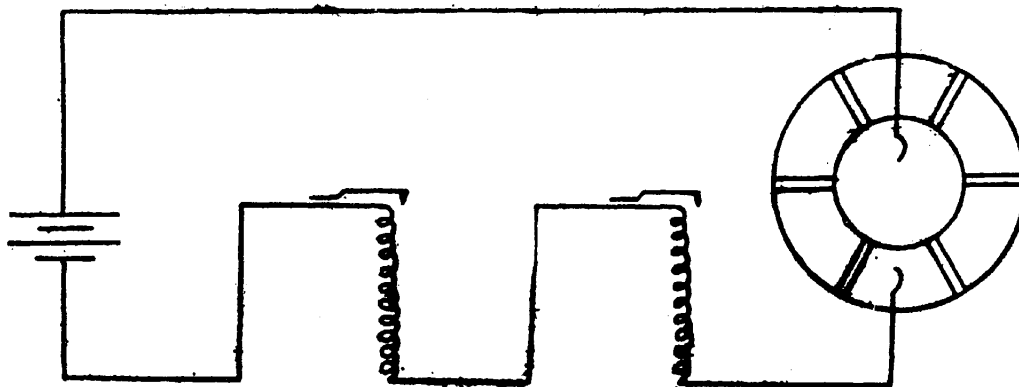
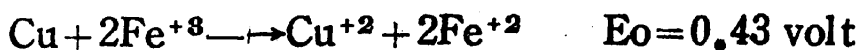


圖 三

四)印刷電路板之製造：

將印刷電路板鋸磨成圓盤，以油質奇異墨水漆繪圖案如圖(4)所示，然後浸入 $FeCl_3$ 溶液中，則未漆繪墨水之處銅與 $Fe^{+3}$ 起下列之反應：



因此，銅即被取代成為銅離子而脫落溶于溶液中，等未漆繪處之銅完全溶解後，取出以酒精洗除墨水即可。

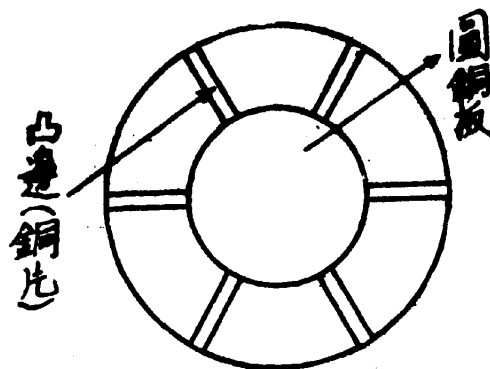


圖 四

五)碳棒電刷之裝置：

使碳棒與細彈簧相接，置於壓克力板所製成之溝槽內即可。

六) A. 使印刷電路之圓銅板上之六個『凸邊銅片』與定時儀之六個狹縫對正後，用螺絲固定於傳動轉軸上，利用傳動裝置(橡皮筋)與馬達之傳動軸相連。

B. 將馬達、可變電阻及電池組A串聯，而為『馬達線路』，

將碳棒電刷、振源及電池組B串連，而為「振源電路」。

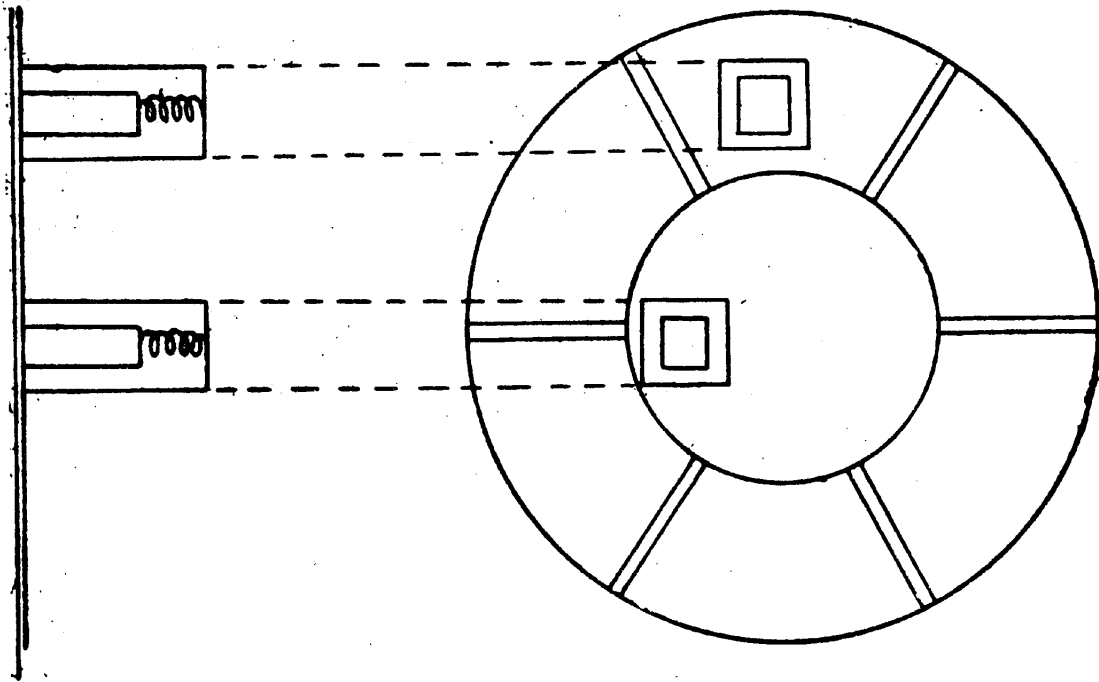


圖 五

C. 將「馬達線路」及「振源線路」連接如圖(6)。

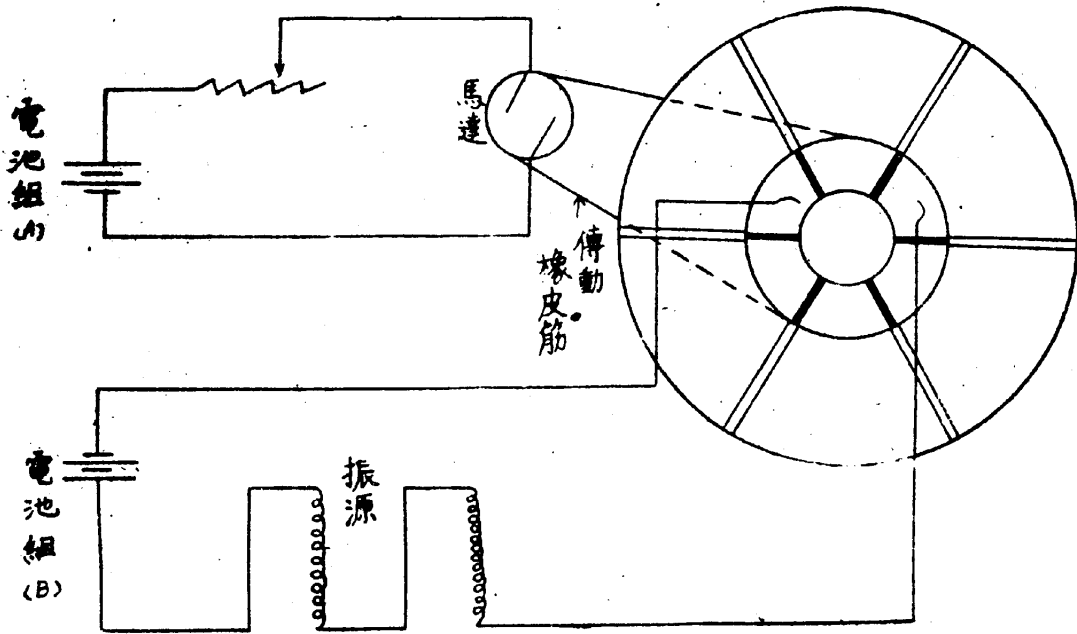


圖 六

三、原理及使用方法：

(一)將「馬達電路」及「振源電路」接好後，分別與電池之兩極相接，馬達即帶動定時儀及同步調整器，一起轉動。

(二)由於一個碳棒電刷及同步調整器的圓板相接觸，另一個碳棒電刷置於圓銅板外，因此當圓銅板隨定時儀轉動，而後一個碳棒電刷觸及「凸邊的銅片」，振源電路即成通路，致使起波器之振錘被吸引向下，若該碳棒離開凸邊，即使振源電路形成斷路，振錘將被彈回原位置，而完成一次振動。

(三)同步調整器的凸邊銅片既然與定時儀的狹縫對正，且各狹縫成對稱位置，所以每當狹縫經過觀察者之視線時，振錘即向下，而產生一次振動，亦即振動與定時儀之狹縫是同步的。

因此，在定時儀相鄰兩狹縫，經觀察者視線之時距內，振錘恰完全成一次振動，所以吾人透過定時儀之狹縫觀察振錘，似呈靜止而被凍結。

(四)起波器之振動週期 $T$ ，等於相鄰兩狹縫經觀察者眼前之時距 $\Delta t$ 。

(五)水波波速之測定：

A. 將長約 40cm 之小玻璃管，以尼龍線穿過其管道，兩端塞以軟木，再利用橡皮圈繫於振錘上，當振錘振動時，玻璃管輕繫水面產生直線形之週期波。

B. 透過定時儀觀察水波呈凍結狀態，可量度水波波長設為  $\lambda$  厘米。

C. 因透過狹縫之光量甚少，直接觀察水波、量度波長，頗感不便，故吾人可間接觀測水波槽下方之紙屏，其上之亮紋即相當於水波之波峯（水製平凸透鏡），置米尺於屏上量得兩亮紋間之距離為  $\lambda'$ ，再按圖 7 所述相似形，對應邊成正比例，求

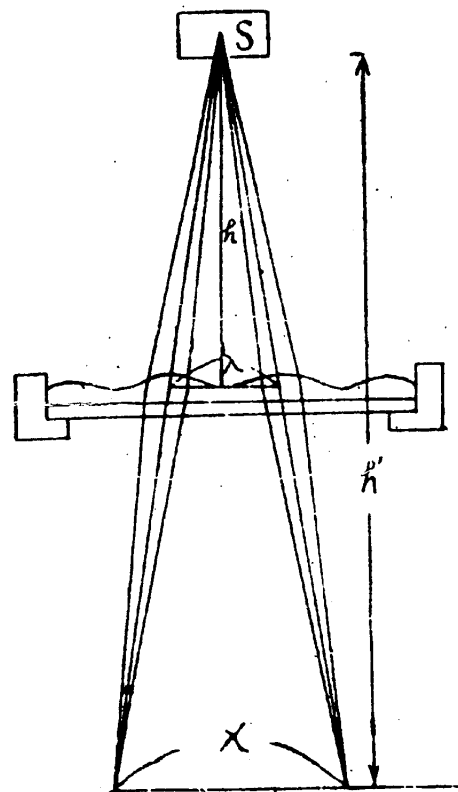


圖 七

之距離為  $\lambda'$ ，再按圖 7 所述相似形，對應邊成正比例，求

出水波長  $\lambda$ 。

$$\frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{h}{h'}$$

$$\therefore \lambda = \frac{h}{h'} \times \lambda'$$

D. 若定時儀之轉速為每秒  $f$  轉，因定時儀共開有六個狹縫，

所以  $\Delta t = \frac{1}{f} \times \frac{1}{6}$  秒 =  $T$  秒（水波之週期）

水波波速  $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\lambda}{\frac{1}{6f}} = 6f \times \lambda$ （厘米/秒）

(六) 定時儀轉速之測定：

以目測法測得定時儀在不同之端電壓下之轉速（經多次實驗之平均值），繪得轉速對端電壓之關係圖線，以電表量得端電壓，應用內插法或外插法於圖線間，即可求得定時儀之轉速。

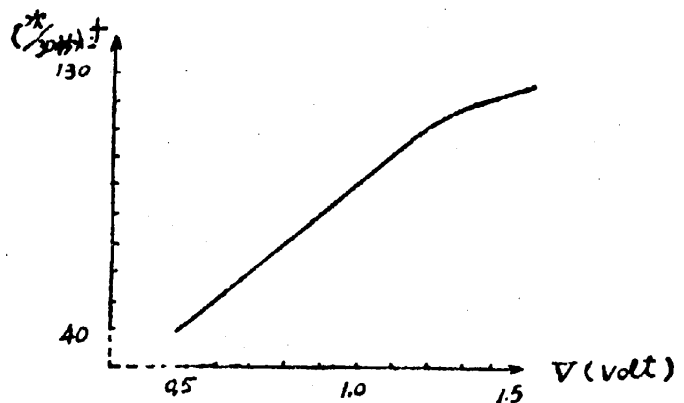


圖 八

#### 四、討 論：

- (一) 手搖定時儀之轉速，難以控制使其始終保持一定，而一般之電動定時儀，由於接觸不佳，亦難有「凍結」之效果。
- (二) 鋼絲電刷由於與印刷電路之圓銅板接觸不良，或因其間之阻力太大，難以產生穩定電流，使振錘規則地振動，所以改用碳棒電刷，效果更佳。
- (三) 起波器改為電鈴擊錘，以印刷電路控制電流的斷續，能產生穩定電流，使彈簧振動規律，帶動起波器產生穩定的波。
- (四) 市售之起波器易起碎波，以圓玻璃管代替直線形物體，輕擊水面可減少碎波，於幕上可觀察亮、暗分明的週期水波。
- (五) 同步之優良在於「凍結」水波，使呈靜止狀態，俾能正確地觀察水波所表現之現象，諸如水波之折射、反射、繞射，兩點波源之同相干涉……等。