

單振動的合成

國中組物理

嘉義縣玉山國民中學

製作學生：吳美惠 鄧豔枝

指導老師：林 滄 浪

一、研究動機：

實驗單擺的擺動過程中，有一次縮短擺長時，我們從中間，用另一細線懸起，則線形變為Y字型，此時發見Y字型的擺動與單擺的擺動不同，好像很複雜。而引起興趣，因此開始研究。

二、研究內容：

(一)單振動的合成，須先了解單擺的各項定律，在單擺的單元，我們已知道：

- (1)單擺的週期和擺錘的質量無關。
- (2)單擺的週期，在振幅不大時，和振幅大小無關。
- (3)擺長愈大，單擺的週期愈大。則週期和擺長的平方根成正比

，其數式為， $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 。

(二)Y字型擺的觀察。(如圖一)

- (1)V字部分：只能前後擺動。
- (2)I字部分：能在右擺動(在Y字型中，單獨不可能。)
- (3)Y字全部：Y字全部，可前後擺動，I字可左右擺動，則前後左右合成為另一種振動。

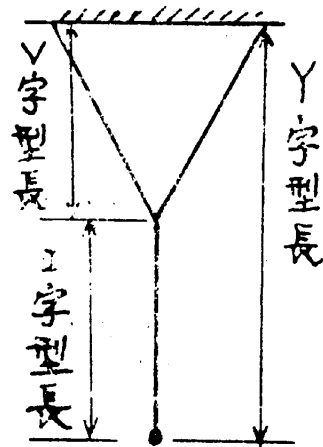


圖 一

(三)噴液器的設計：

記錄擺動的軌跡，我們費很大的工夫才完成，最初用滴液滴下的方法，但液量過多，最後利用兩支注射器，完成較理想的噴

液器（圖二），解決記錄方法。

四單振動合成機的設計：

我們利用兩台電唱機，把轉盤的旋轉運動，用曲柄轉變為往復運動，此往復運動，則是單振動。

若一台裝置記錄紙，另一台裝置記錄筆，使一台為前後，另一台為左右運動，而所記錄的為兩單振動的合成，又可利用變速，把不同週期單振動的合成記錄起來。

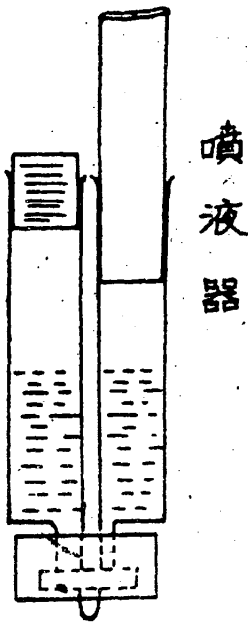


圖 二

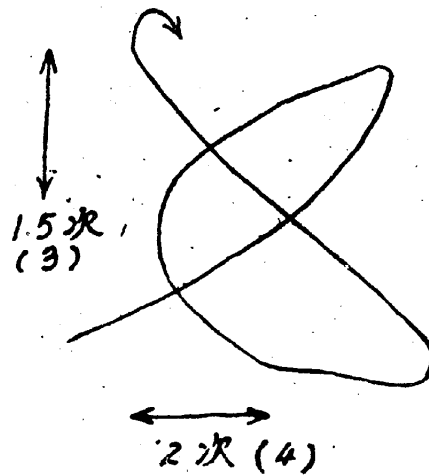


圖 三

三、研究的方法及結果：

(一) Y字型擺擺動軌跡圖形的分析。我們在實驗中得（圖三）的記錄，觀察的結果，它前後擺動 1.5 次左右擺動 2 次，若回到原位則前後 3 次，左右 4 次。

(二) Y字型擺長的設計：

Y字型擺長定為 200cm，則週期為

$$T = 2 \times 3.14 \times \frac{\sqrt{200}}{\sqrt{980}} = \frac{2\sqrt{200}}{10} \text{ (秒)}$$

Y字型的擺動，以單擺着想，要完成（圖三）的圖形（回原位），須前後擺動 3 次，所需的時間為

$\frac{2\sqrt{200}}{10} \times 3$ (秒)。又 I 字型以單擺着想，要完成 (圖三)

的圖形 (回原位)，須左右擺動 4 次，所需的時間為

$\frac{2\sqrt{x}}{10} \times 4$ (秒)。因為擺動前後 3 次，左右 4 次才能

完成 (圖三) 的心形圖，所以

$$\frac{2\sqrt{200}}{10} \times 3 = \frac{2\sqrt{x}}{10} \times 4 \quad 3\sqrt{200} = 4\sqrt{x}$$

$$9 \times 200 = 16x \quad x = 112.5 \text{ (cm)} \dots\dots \text{I 字型的擺長。}$$

因此得振動比 3 : 4 的圖形 (圖三)，的擺長為：

Y 字 = 200cm，I 字 = 112.5cm，V 字 = 87.5cm。

(三) 用 Y 字型擺作單振動合成圖 (像片三)

(1) 完成的圖形係封

閉曲線。

(2) 振動的比數不同

，則圖形不同。

① 奇數 : 奇數 :

在左上角。

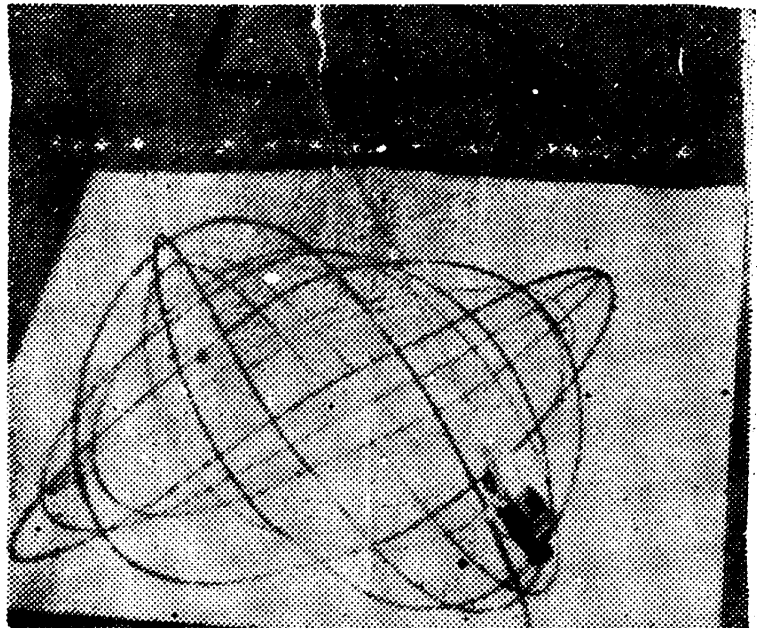
② 奇數 : 偶數 :

在右上角。

③ 偶數 : 奇數 :

在左下角。

(四) 用單振動機 (電唱機改裝) 作合成圖



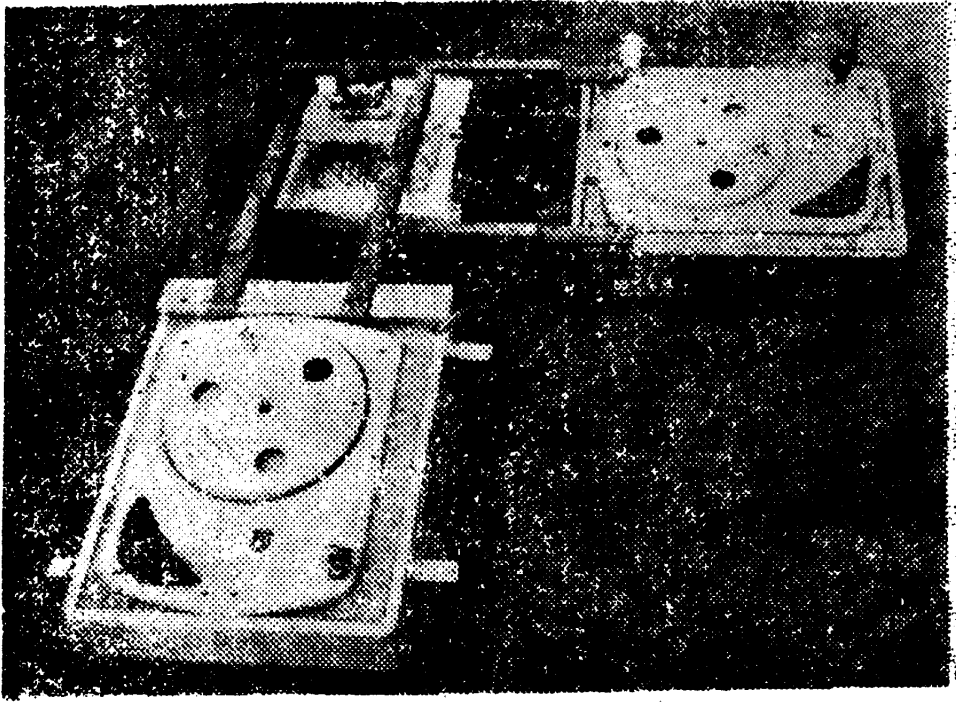
像片 3 Y 字型擺擺動的軌跡圖

振動比數 (旋轉數)，振幅，角度，起動時的位置不同，則圖形不同。(圖四) 以單振動合成機製成的圖 (像片 1) 單振動合成機。

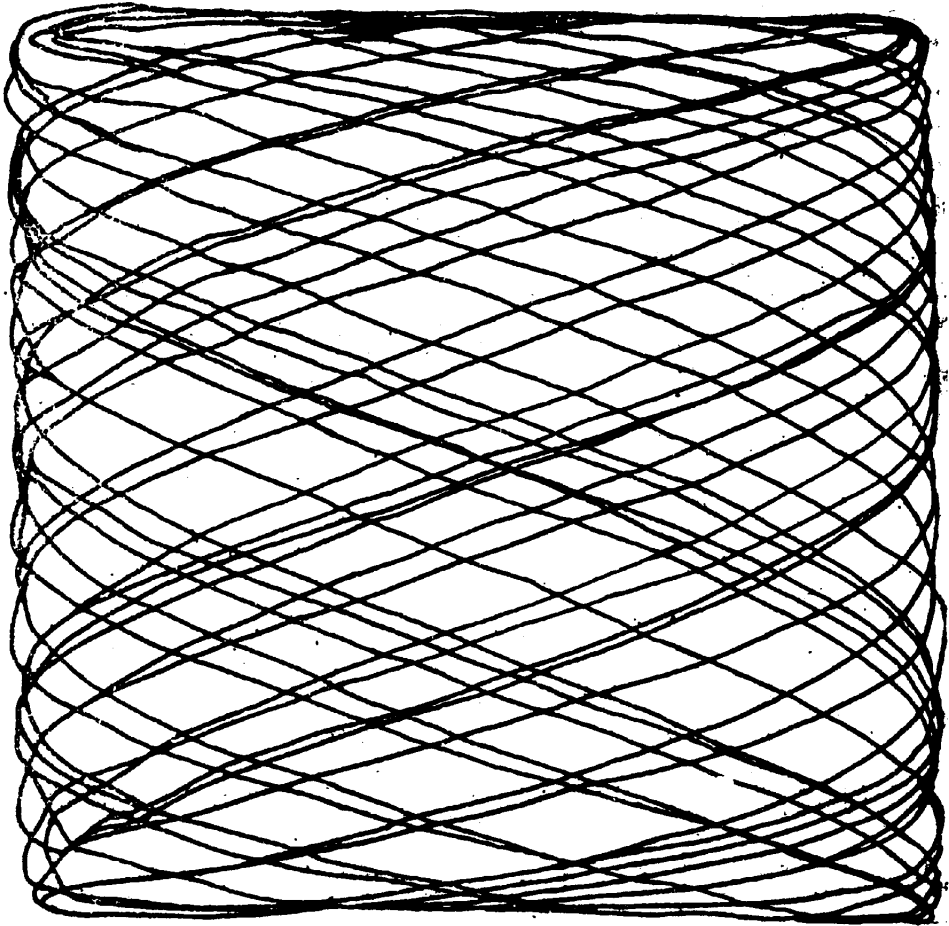
單振動合成擺長表

Y字長=200 cm

振動比	Y字長	I字長	振動比	Y字長	I字長	振動比	Y字長	I字長
1 : 2	150.0 cm	50.0 cm	3 : 4	87.5 cm	112.5 cm	4 : 9	160.5 cm	39.5 cm
1 : 3	177.8 cm	22.2 cm	3 : 5	128.0 cm	72.0 cm	5 : 6	62.1 cm	137.9 cm
1 : 4	187.5 cm	12.5 cm	3 : 7	163.3 cm	36.7 cm	5 : 7	98.0 cm	102.0 cm
2 : 3	111.2 cm	88.8 cm	3 : 8	171.9 cm	28.1 cm	5 : 8	121.9 cm	78.1 cm
2 : 5	168.0 cm	32.0 cm	4 : 5	72.0 cm	128.0 cm	5 : 9	138.3 cm	61.7 cm
2 : 7	183.9 cm	16.1 cm	4 : 7	134.7 cm	65.3 cm	6 : 7	53.1 cm	146.9 cm



像片1 單振動合成機



圖四 以單振動合成機製成的圖