

# 利用電腦改進單擺實驗

## 國中組物理科第一名

台北縣立明德國民中學

作者：賴家正、吳國彰、林寬維  
指導教師：楊錦裕

### 一、研究動機

在理化課本第二册第十一章第一節內的『實驗11-1單擺的週期』，當我們做此實驗時有如下的困惑：

- (一)擺錘擺動時，擺角會逐漸變小，此時每擺動一次的時間真的相同嗎？
- (二)由實驗知道擺長會影響單擺的週期，但不曉得兩者之間的真正關係。
- (三)小角度時，擺角的大小與週期無關，那在大角度時是否也彼此無關。
- (四)此實驗的誤差亦不小，有些變因對週期的影響並不容易看出來，因此想藉由電腦快速和精確的測量使各變因對週期的影響更明朗化。

### 二、研究目的

- (一)利用學校社團中所學的電腦課程，活用於理化課程。
- (二)利用電腦改善單擺實驗，去除以目視碼錶，尺、量角器…等所造成的人為誤差。
- (三)瞭解單擺每擺動一次所花費的時間是相同的。
- (四)運用電腦來做資料處理、繪圖以節省時間，且更易比較出各變因對單擺週期的影響及其關係。

### 三、研究設備器材

- (一)不同質量（約20至100公克）之球體（附鉤環）五個、單擺腳架一座。
- (二)滑鼠一個、電線數條、按鈕開關、電腦一部、印表機一部、系統磁片、自製感應器一組。

### 四、研究過程

(一)感應器的製作：

利用滑鼠電路板、滑輪、針、橡皮筋、細耐綸線、夾子、量角板、小木板、鐵棒、橡皮套、原子筆筆心、彈簧、螺絲（帽）、熱融膠等製作感測器

。

(二)擺錘製作：

利用乒乓球、砝碼（20g…10個、100g…1個）、鉤環5個、…等等製作。  
。先將乒乓球切開成兩半，將適當砝碼置於其中，盡可能使砝碼質心與乒乓球心在同一位置，將砝碼固定後，再將乒乓球黏好。

(三)電腦程式設計：

1.當單擺擺動或擺長改變時，會帶動滑鼠X、Y軸的滾筒，而將訊號傳回電腦。

2.本實驗即利用滑鼠電路板所傳回來的X、Y訊號來測量單擺的擺長、週期、擺角等。

3.時間的取得：

(1)TIMER為QUICK BASIC程式語言中的時間函數，它會傳回以午夜零時零分零秒到目前的總秒數。

(2)當訊號輸入後利用TIMER讀取時間，將前後兩次的時間相減即可測得擺動時間。

(3)電腦計時和手動計時皆以TIMER讀取時間，不同的地方在於電腦計時是由電腦自動判斷開始計時和結束計時，而手動計時是用手控制計時的開始和結束。

4.螢幕設計：

(1)功能選擇：分別有「內容說明」、「實驗操作」、「載入檔案」等三種。

(2)實驗操作時，畫面將呈現出擺角、擺重、擺長及週期等數據，並劃出相關圖型，包含電腦計時及手動計時的相關圖形。

(3)圖形的顯示包含放大、縮小及電腦計時之圖形和手動計時之圖形的同時顯示或各別顯示。

(四)感應器與電腦的連線處理：

1.擺角的測量：

單擺擺動時會帶動滑鼠的Y滾筒，當Y變化為1時，擺角約變化為 $10 / 31$ （約0.32）度。

2.週期的測量：

(1)電腦計時部份：由Y值遞增或遞減的變化判斷單擺是否擺至端點，如單擺往右擺動時Y值開始遞減，當單擺擺至端點而折返時，Y值會開始遞增；如此相鄰兩次擺至同一端點的時間即為週期。

(2)手動計時部份：由滑鼠的按鍵通知電腦計時的開始和結束。

### 3.擺長的測量：

當拉動細耐綸線時，會連鎖帶動滑鼠的X滾筒，當X變化為1時，擺長變化為 $47.5 / 38663$ （約0.001）公分。

### (五)實驗開始：

#### 1.測量「擺角」與「週期」的關係。

##### (1)小於10度以內：

- ①調整擺長至選定的長度、擺重。
- ②將單擺移至適當角度（小於10度），放開後電腦自動計時，同時也開始手動計時。
- ③改變不同的角度（小於10度），重複步驟2五次。

##### (2)大於10度：

- ①調整擺長至選定的長度、擺重。
- ②將單擺移至適當角度，放開後電腦自動計時，同時也開始手動計時。
- ③改變不同的角度，重複步驟2五次。

#### 2.測量「擺錘重量」與「周期」的關係。

##### (1)調整擺長至選定的長度。

(2)將單擺移至事先選定的角度（如：10度），放開後電腦自動計時，同時也開始手動計時。

(3)改變不同的擺重，重複步驟2五次。

#### 3.測量「擺長」與「週期」的關係。

##### (1)取一選定的擺重。

(2)將單擺擺長調至適當長度，並移至事先選定的角度，放開後電腦自動計時，同時也開始手動計時。

(3)改變不同的擺長，重複步驟2七次。

## 五、研究結果

以下是我們的實驗結果：

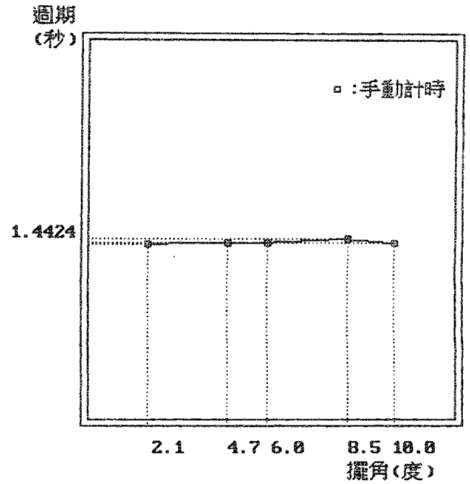
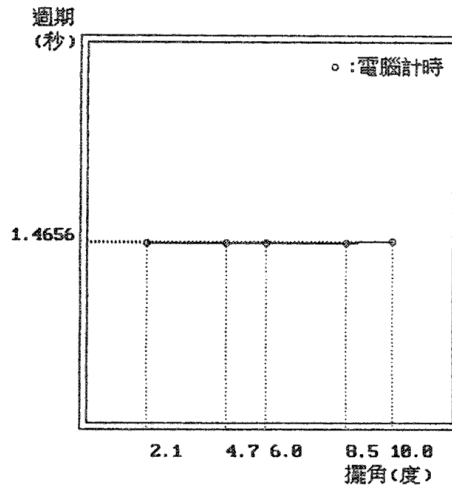
### (一)測量「擺角」與「週期」的關係。

1.小於10度以內：

擺重=20gw

擺長=53.03cm

次	擺角 (度)	週期(秒)	
		電腦	手動
1	2.1	1.46	1.43
2	4.7	1.46	1.44
3	6.0	1.46	1.44
4	8.5	1.46	1.47
5	10.0	1.47	1.44

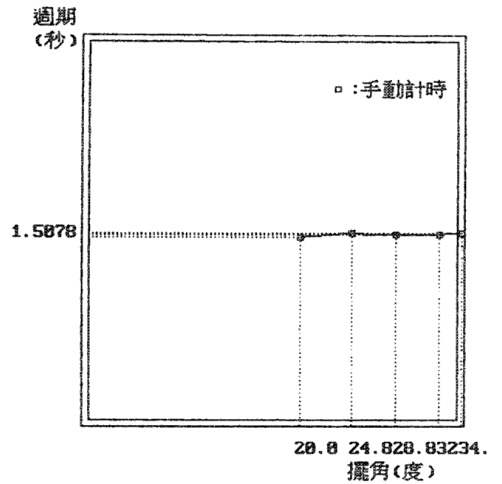
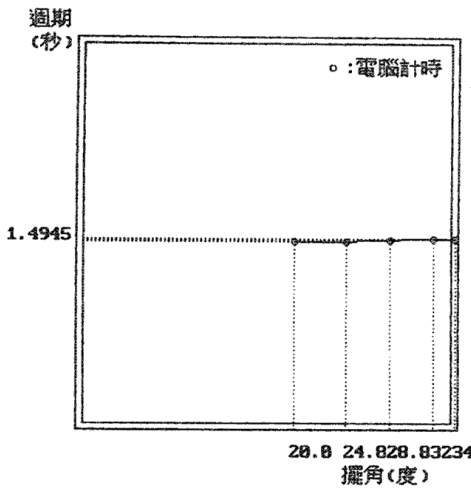


2.大於10度：

擺重=20gw

擺長=53.03cm

次	擺角 (度)	週期(秒)	
		電腦	手動
1	20.0	1.47	1.48
2	24.8	1.47	1.51
3	28.8	1.48	1.50
4	32.8	1.49	1.50
5	34.8	1.49	1.51

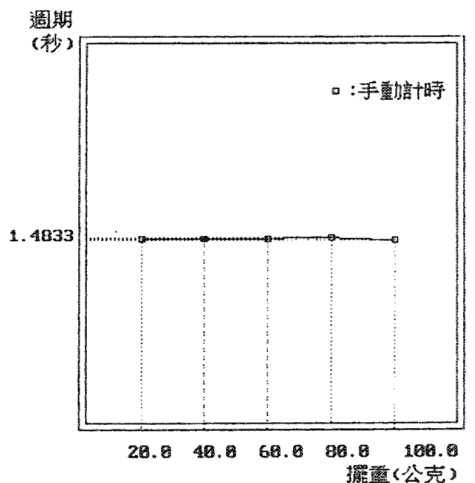
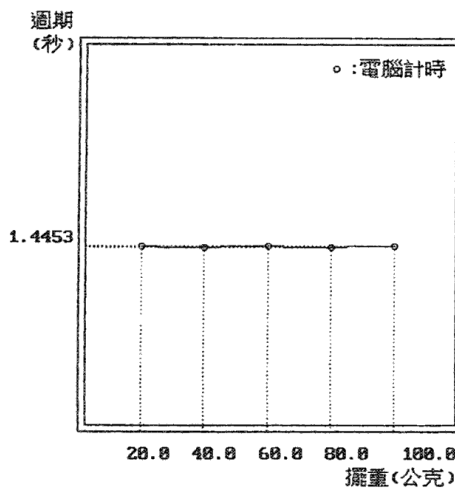


(二)測量「擺錘重量」與「週期」的關係。

擺角=8度

擺長=53.03cm

次	擺重 (gw)	週期(秒)	
		電腦	手動
1	20.0	1.45	1.49
2	40.0	1.44	1.48
3	60.0	1.44	1.48
4	80.0	1.44	1.50
5	100.0	1.45	1.48

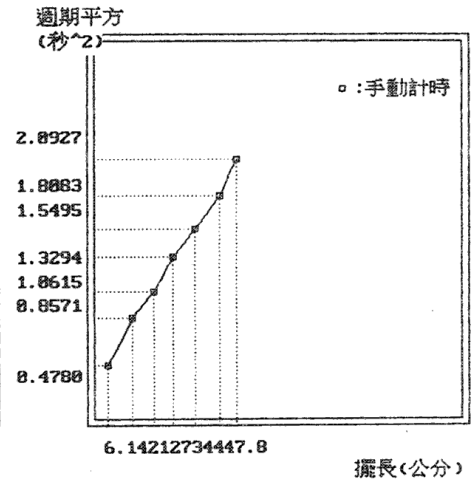
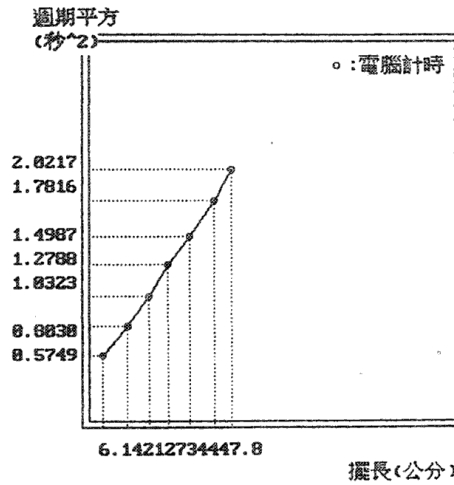


(三)測量「擺錘重量」與「週期」的關係。

擺角=8度

擺重=20gw

次	擺長 (cm)	週期(秒)	
		電腦	手動
1	6.6	0.76	0.69
2	14.5	0.90	0.93
3	21.1	1.02	1.03
4	27.5	1.13	1.15
5	34.4	1.22	1.24
6	42.3	1.33	1.34
7	47.8	1.42	1.45



## 六、討論

(一)圖表分析：

1.手動計時：

- (1)由手動計時所繪出的圖形雖接近一條直線，但比起電腦計時所繪出的圖形較不直，尤其是擺長與週期平方的圖形最明顯。
- (2)手動計時產生誤差的主要原因有：
  - ①人按碼錶時會有預期的心理作用。
  - ②單擺擺至端點的判定誤差。
  - ③當測量者收到訊號後，需先經由大腦再傳至手而動作，此過程所浪費的時間較電腦為多。

2.電腦計時：

- (1)由電腦計時所繪出的圖形比較接近一條直線。
- (2)電腦計時所產生誤差的主要原因有：
  - Ⓐ附於圓盤上的橡皮筋，因為厚度並不是非常的均勻所以和滑鼠滾筒接觸時，摩擦力有大有小，會影響圓盤的轉動，間接影響擺動的時間。
  - Ⓑ滑鼠運作原理的誤差：
 

滑鼠X、Y滾筒的滾動快慢，會影響所讀出的X、Y值，在移動相同的距離下，移動較快時，X、Y值會稍微大一點；移動較慢時，X、Y值會稍微小一點，所以操作時會有下列的情形發生：

    - ①螢幕上的單擺擺動時會偏向一邊。(Y值)

②擺長的大小會有誤差。 (X值)

(二)擺角小於10度時，擺重、擺角固定時，擺長與週期平方成正比。

(三)擺角大於10度時，擺角愈大，週期略大一些。(一定的擺長、擺重下)

(四)本實驗程式主要特色有二：

1.既快速又準確……可將所得的數據馬上繪成圖形，尤其是週期平方與擺長的關係圖中，週期的平方由電腦自動換算，省去人工換算的麻煩，而且既快速又準確。

2.資料的永久性……可將所得資料儲存在特定檔案，並可載入程式觀看圖形。

## 七、結 論

(一)課本的缺點及改善方法：

	課 本 的 缺 點	改 善 方 法
週期、擺角擺長的測量	目視碼錶、量角器、尺的誤差。	以電腦計時、測擺角、測擺長。
作 圖	費時。	快速、準確。

(二)本實驗的感應器主要是將滑鼠電路板修改後而製成，或許比不上光電器材的準確，但成本低廉，又可降低實驗的誤差，真是物美價廉的儀器。

## 八、參考資料

(一)國中理化課本第二冊。

(二)QUICK-BASIC入門。

(三)活用QUICK-BASIC技巧篇。

(四)QUICK-BASIC玩家寶典—函數館設計篇。

## 評 語

本件作品利用滑鼠的滾筒把單擺擺動位置和擺長的變化等訊號輸入電腦，並以電腦計時而得單擺週期。此法可改善一般單擺實驗中以目視量測碼錶，尺等時所造成的人為誤差並可運用電腦快速處理資料分析數據。本作品實驗方法上以滑鼠擷取實驗數據設計很有創意。但對其精密度的改善仍有待加強。