

# 數位化自由落體實箱

(利用 10 格柵鐵片及光電閘搭配運動數據擷取計)

## 一、實驗目的:

研究自由落體運動並測量重力加速度  $g$  值。

我們利用的方法為利用一格柵鐵片自高點自由落下，再利用光電閘記錄其時間、速度，進而求出其重力加速度  $g$  值。在這我們乃利用固定格寬來計算各格寬之間的  $g$  值並平均之，藉此平均值來求得接近重力加速度的  $g$  值。

## 二、實驗原理:

我們可由運動學中的

$$V = V_0 + at \quad (1)$$

$$S = V_0t + \frac{1}{2}at^2 \quad (2)$$

$$V^2 = V_0^2 + 2aS \quad (3)$$

可知，當儀器已經量得初始 $t_0$ 與 $t_1$ 時，我們利用原本已知的格柵鐵片的間隔為 1 公分再加上鐵片的寬度，所以每一段的寬度加上間隔為 2 公分，我們即可以求出每一段的 $\bar{V}$  (注意在這 $\bar{V}$ 並不等於初速 $V_i$ 或末速 $V_f$ )。

而每一段測量的距離為 2 公分，所以我們可以令第一段的距離 $S_0=2$ ， $S_1=2+2=4$  依此類推，我們可得:

$$S_{n-1} = S_1 + (n-1)d \quad d=2, n=1, 10 \quad (4)$$

故 
$$S_0 = V_i t_0 + \frac{1}{2} g t_0^2 \quad (5)$$

$$S_1 = V_i t_1 + \frac{1}{2} g t_1^2 \quad (6)$$

將上(5)(6)兩式整理可得:

$$g = \frac{2(S_1 t_0 - S_0 t_1)}{t_0 t_1 (t_1 - t_0)} \quad (7)$$

此即為我們本實驗用來求  $g$  值的計算公式了。

### 三、實驗儀器:

編號	名稱	數量
1	落體實驗架(含鋁軌平台、鋁軌支柱、調整腳*2)	1 組
2	可移動電磁鐵	1 只
3	光電閘移動座	1 只
4	長方格柵(10 格)	1 片
5	緩衝墊	1 包
6	光電閘感應器	1 只
7	運動數據擷取器(附電源供應器 output:DC12V/1A)	1 台
8	落點校正器(鉛錘線、水平校正棒)	1 組



(圖 3-1、組裝示意圖)

#### 四、實驗步驟:

1. 參考圖 4-3，組裝示意圖，首先調整落體實驗架之水平。根據圖 4-1 和 4-2 裝入落點校正器，並以手動旋轉調整腳旋鈕，使鉛錘對準紅色指標，可以確保之後格柵掉落順利通過光電閘。調整後收起落點校正器。

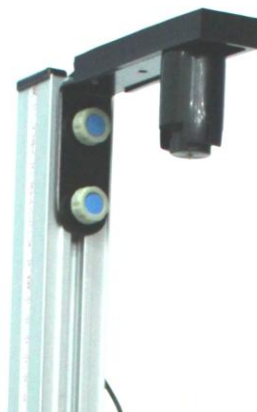


圖 4-1、利用配件 8 鉛錘線裝入電磁鐵縫中，將繩子自由落下接近水平校正棒。

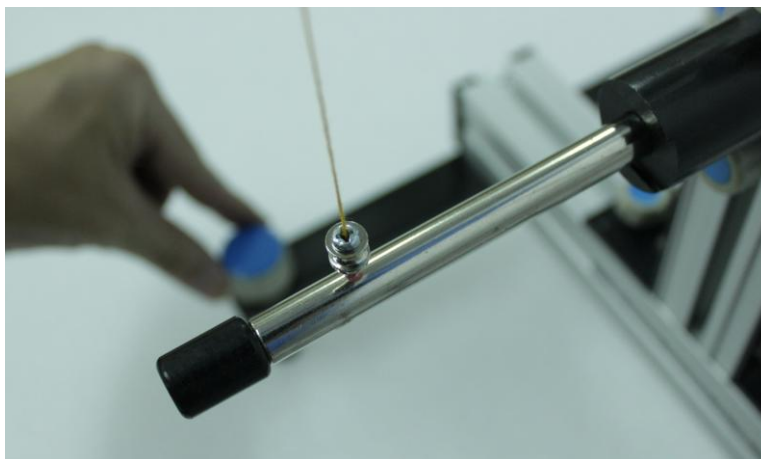


圖 4-2、利用配件 8 水平校正棒，吸入光電閘移動座，調整高低使紅色指標接近鉛錘。



圖 4-3

2.更換光電閘插入光電閘移動座，調整高度，離緩衝墊最低不可低於長方格柵長度。確定好儀器，選擇運動擷取器的方程式 F11，在按下 reset，吸引長方格柵，準備釋放。

3.按下電磁鐵 off 將長方格柵自高點自由落下，並順利通過光電閘，此時在儀器上將會顯示出每個固定間隔點之間的時間、速度及加速度，此時的加速度即便是我們所測量到的  $g$  值，重力加速度。(此時為假設忽略空氣阻力、地球自轉...等因素)

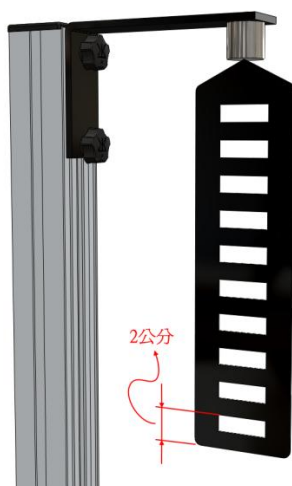


圖 4-4 間隔約 2 公分

4.將  $g$  值逐一記錄在後面的紀錄表上。

## 五、實驗紀錄:

系級：                      學號：                      組別：                      姓名：                      實驗日期：

$$\ast T_n = t_n + t_{n-1} \quad n=1, 9$$

$$\ast g_n = \frac{2(S_N t_{N-1} - S_{N-1} t_N)}{t_{N-1} t_N (t_N - t_{N-1})} \quad n=1, 9 \quad (\text{cm/s}^2) \quad \text{在這裡 } S_N \text{ 及 } S_{N-1} \text{ 可以分別帶}$$

4, 2。如附圖(a)(b)(c)所示，觀察距離之間有一周期關係，即上式可改寫為:

$$g_n = \frac{2(4t_{n-1} - 2T_n)}{t_{n-1} T_n (T_n - t_{n-1})} \quad n=1, 9 \quad (\text{cm/s}^2)$$

$$\ast \text{平均百分誤差} = (\sum(|\text{量測}g\text{值} - \text{計算}g\text{值}| / \text{理論}g\text{值}) / 9) \times 100\%$$

參數 次數	時間(ms)			距離(cm) 固定				計算 g 值 (cm/s <sup>2</sup> )		量測 g 值 (cm/s <sup>2</sup> )		g 值百分 誤差%	
	t	T	$T_n = t_n + t_{n-1}$	s	2	s	2	g		g		g	
第一次 實驗	t0		$T_n = t_n + t_{n-1}$	s0	2	s10	2	g1		g1		g1	
	t1	T1		s1	4	s11	4	g2		g2		g2	
	t2	T2		s2	2	s12	2	g3		g3		g3	
	t3	T3		s3	4	s13	4	g4		g4		g4	
	t4	T4		s4	2	s14	2	g5		g5		g5	
	t5	T5		s5	4	s15	4	g6		g6		g6	
	t6	T6		s6	2	s16	2	g7		g7		g7	
	t7	T7		s7	4	s17	4	g8		g8		g8	
	t8	T8		s8	2	*此欄已		g9		g9		g9	
t9	T9		s9	4	套入公式		平均		平均		平均		

\*請計算到小數點後 3 位