

自由落體運動實驗

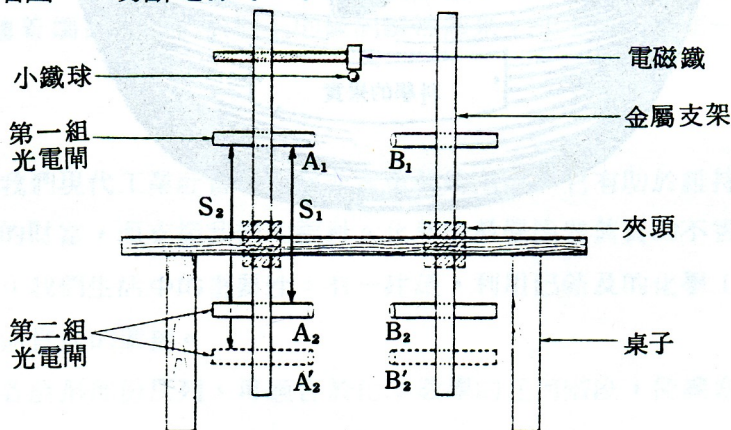
可移動第一組光電閘嗎？

李文堂

省立嘉義高級中學

高中物理實驗手冊^①(-)，實驗五：自由落體運動。利用光電計時器測量小鐵球下落距離 s_1, s_2 所需時間 t_1, t_2 ，算出重力加速度 g 值。

儀器裝置如右圖^②，切斷電源時，小鐵球開始落下，經第一組光電閘時，計時器開



自由落體運動實驗裝置圖

始計時，通過第二組光電閘時，計時器停止計時；顯示器顯示時距 t_1 ，量得兩閘距離 s_1 。

移動第二組光電閘由 A_2B_2 至 $A'_2B'_2$ 處，重複上述步驟，顯示器顯示時距 t_2 ，量得兩閘距離 s_2 。假設小鐵球經第一閘之速度 v_0 ，則：

$$s_1 = v_0 t_1 + \frac{1}{2} g t_1^2 \quad (1)$$

$$s_2 = v_0 t_2 + \frac{1}{2} g t_2^2 \quad (2)$$

$$\textcircled{2} \times t_1 - \textcircled{1} \times t_2 \text{ 得 } g = \frac{2(s_2 t_1 - s_1 t_2)}{t_1 t_2 (t_2 - t_1)} \quad (3)$$

由量得之 s_1 、 s_2 、 t_1 、 t_2 可得 g 值（忽略空氣阻力時）。

對實驗手冊的〔問5-4〕^③：是否能移動上面第一組光電閘的位置？為什麼？大部份的學生都回答：否，因 v_0 不同。

其實若將第二組光電閘固定，移動第一組光電閘時，對於高中生而言，可能較方便，〔身高較高者在校正第一組光電閘的發射管、接收管時，可免忍受蹲下之苦〕，而且所用的求 g 值公式也不會太麻煩。

設小鐵球通過 s_1 之時距 t_1 ，且通過第一組光電閘之速度 v_1 ，通過第二組光電閘之速度 v 。通過 s_2 之時距 t_2 ，且通過第一組光電閘之速度 v_2 ，經第二組光電閘之速度亦為 v 。

$$s_1 = v_1 t_1 + \frac{1}{2} g t_1^2 \quad (4)$$

$$s_2 = v_2 t_2 + \frac{1}{2} g t_2^2 \quad (5)$$

$$v = v_1 + g t_1 = v_2 + g t_2 \quad (6) \Rightarrow v_2 - v_1 = g (t_1 - t_2) \quad (6)'$$

$$(5) \times t_1 - (4) \times t_2 : s_2 t_1 - s_1 t_2 = t_1 t_2 (v_2 - v_1) + \frac{1}{2} g t_1 t_2 (t_2 - t_1)$$

$$\text{將 } (6)' \text{ 代入得 } g = \frac{2(s_1 t_2 - s_2 t_1)}{t_1 t_2 (t_2 - t_1)} \quad (7)$$

公式(3)為移動第二組光電閘的求 g 值公式，公式(7)則為移動第一組光電閘的求 g 值公式，實驗手冊再版時，若再加入公式(7)，在實驗報告^④中做比較，可收相得益彰效果。註：

①高級中學物理實驗手冊第一冊，國立台灣師範大學科學教育中心主編，國立編譯館出版，民國78年，頁22-25。

②同註①，頁23。

③同註①，頁24。

④同註①，頁57。