

# 107 學年度普通型高級中等學校數理及資訊學科能力競賽

## 高雄區複賽物理科實驗試題第二題參考解

### 一、實驗設計之理論基礎

[找待測物重量法一]

將待測物瓶放在桌面，分別先後以兩端為支點，另一端由彈簧秤測量其值，再利用力矩算法將待測物之重量求出

[找待測物重量法二]

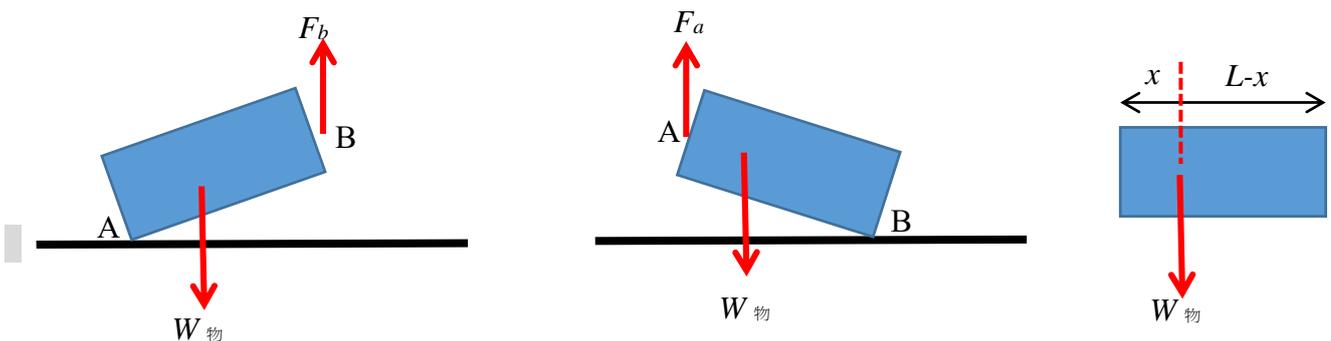
利用槓桿原理，使掛彈簧秤一端的力臂大於放待測物一端的力臂，即能測量重量  $W > 250\text{gw}$  之待測物重量。

[找待測物重量法三]

先將待測物置於木棒上方，慢慢的將木棒連同待測物抬起，抬至其恰要動之瞬間，待測物所受之摩擦力為最大靜摩擦  $\mu_s$ ，列出待測物受力方程式  $mg \sin \theta = \mu_s mg \cos \theta \Rightarrow \mu_s = \tan \theta$ ，從傾斜角可以求出靜摩擦係數  $\mu_s$ ，然後再利用在木棒上拉的最大靜摩擦力求出物體的重量。

### 二、實驗步驟

[找待測物重量法一]



(1) 將待測物一側 A 作為支點，另一側 B 以彈簧秤懸掛拉起，觀測拉起時彈簧秤的讀數  $F_b$  後，再以另一側作 B 為支點，對側 A 以彈簧秤懸掛拉起，觀測拉起時彈簧秤的讀數  $F_a$ 。

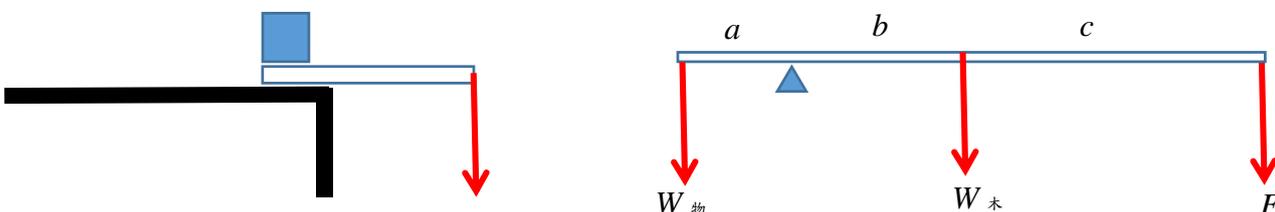
(2) 假設待測物重量 ( $W_{物}$ ) 其重心距離 A 處長度為  $x$ ，利用方格紙測出待測物長度  $L$ 。

(3) 利用合力矩為零，列出聯立方程式  $\Rightarrow$

$$\begin{cases} F_b \times L = W_{物} \times x \\ F_a \times L = W_{物} \times (L - x) \end{cases}$$

(4) 解聯立方程式求得  $W_{物}$  重量。

[找待測物重量法二]

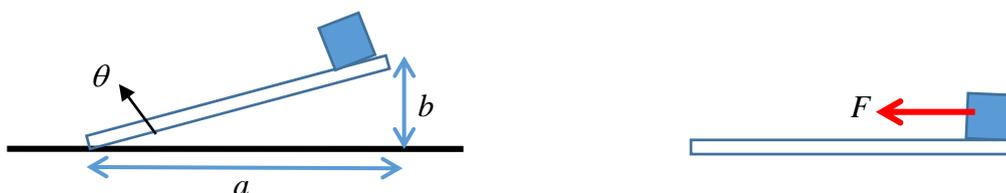


- (1)利用找待測物重量法一的方式先求得木棍重量與重心位置。(木棍為均勻物質重心在正中間)  
 (2)利用木棍作為槓桿，放置桌邊使桌邊成為槓桿支點，再利用方格紙測出木棍重心、物體重心與彈簧施力點與支點距離比= $a:b:c$ 。

(3)利用合力矩為零，列出運算式： $W_{物} \times a = (W_{木} \times b) + F \times (b + c)$

(4)求得  $W_{物}$  重量。

[找待測物重量法三]



- (1)將待測物放置木棍平面上，將木棍抬高觀察待測物開始下滑時的底邊和高的邊長比例關係求得

待測物與木棍間的靜摩擦係數  $\mu_s = \tan\theta = \frac{b}{a}$ 。

- (2)將木棍平放並放置待測物，利用彈簧秤拉動待測物並觀察拉動瞬間讀數  $F$

(3)利用最大靜摩擦力公式： $f_s = \mu_s \times N \rightarrow F = \mu_s \times W_{物}$

(4)求得  $W_{物}$  重量。

### 三、實驗數據紀錄

[找待測物重量法一]

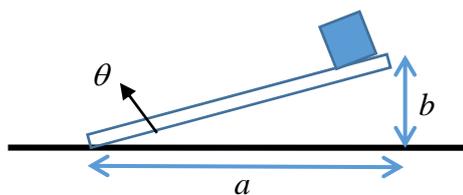
| 測量次數             | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 平均    |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $F_a(\text{gw})$ | 150.1 | 149.3 | 151.5 | 149.7 | 150.3 |       |
| $F_b(\text{gw})$ | 149.1 | 152.5 | 148.9 | 152.2 | 149.4 |       |
| $W(\text{gw})$   | 299.2 | 301.8 | 300.4 | 301.9 | 299.7 | 300.6 |

[找待測物重量法二]

木棒質量： $W_{木}=196\text{gw}$  待測物到之點距離  $a=15\text{cm}$  木棒重心到支點距離  $b=5\text{cm}$   
 彈簧秤吊掛處到支點的距離  $c=25\text{cm}$

| 測量次數          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 平均    |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 彈簧秤讀數<br>(gw) | 140.0 | 142.3 | 143.1 | 139.5 | 138.9 | 140.8 |

[找待測物重量法三]



| 測量次數                           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 平均    |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $a(\text{cm})$                 | 9.52  | 9.21  | 10.55 | 10.11 | 9.94  |       |
| $b(\text{cm})$                 | 4.21  | 4.11  | 4.22  | 3.86  | 4.07  |       |
| $\tan \theta$                  | 0.44  | 0.45  | 0.40  | 0.38  | 0.41  |       |
| $f_{s(\text{max})}(\text{gw})$ | 119.5 | 120.1 | 121.1 | 120.5 | 119.9 |       |
| $W(\text{gw})$                 | 271.6 | 266.9 | 302.8 | 317.1 | 292.4 | 290.2 |

#### 四、計算結果

[找待測物重量法一]

取五次實驗平均之結果為  $W=300.6(\text{gw})$

$$\text{實驗誤差} = \frac{300.6 - 300}{300} \times 100\% = 0.2\%$$

[找待測物重量法二]

取五次實驗平均之結果為：彈簧秤讀數  $140.8(\text{gw})$

計算待測物重量： $15 \times W = 196 \times 5 + 140.8 \times 25 \Rightarrow W = 300.0(\text{gw})$

$$\text{實驗誤差} = \frac{300.0 - 300}{300} \times 100\% = 0\%$$

[找待測物重量法三]

取五次實驗平均之結果為  $W=290.2(\text{gw})$

$$\text{實驗誤差} = \frac{290.2 - 300}{300} \times 100\% = -3.3\%$$

#### 五、實驗討論

##### 可能的誤差來源

1. 待測物是鋁箔包飲料，其重心未必固定，因此當抬舉其時，重心會跟著變動，造成誤差。
2. 讀彈簧秤讀數時，眼睛要與刻度水平，才能準確讀到正確讀數。
3. 木棒質心未必會在木棒中央，因此在利用力矩時，可能產生誤差。
4. 木棒上的各位置粗糙程度不太一，因此測量摩擦係數時，可能造成誤差。
5. 待測物鋁箔包飲料的每個面粗糙程度以及各個面擺放位置時的重心，皆有可能不同。