

# 110 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一題

編號：

### 一、題目：

利用給定之器材，設計實驗，試著以兩種方式求出「塑膠袋與圖畫紙」間的最大靜摩擦係數。

### 二、實驗器材：

[請清點下列器材，如有短缺請立即報告補齊；須自行準備之器材不予補發或提供。]

器材名稱	規格	數量
鉛筆	一般文具用	1 支
橡皮擦	一般文具用	1 個
塑膠袋	一般用	1 個
圖畫紙	A4	1 張
直尺	長 20 公分，最小刻度 1 mm	1 支
直尺	長 45 公分，最小刻度 1 mm	2 支
雙面膠帶	一般文具用	1 捲
透明膠帶	一般文具用	1 捲
棉線	一般用	1 捆
剪刀	一般用	1 把
支架	含支架、直角夾、橫桿	1 組
計算器	科學型計算機(非記憶型) (考生自備)	1 台

[以上器材不一定全部需要用到。]

### 三、說明：

- 1.請先核對試題及答案卷之編號是否與您的編號相同，若不同請立刻報告。
- 2.實驗報告請書寫於答案卷上，內容必須包含：
  - (1)實驗設計之理論基礎
  - (2)實驗步驟
  - (3)數據紀錄與實驗結果
  - (4)討論(例：可能的誤差來源)
- 3.實驗操作過程之評分，主要依據為實驗報告之內容，請務必在報告中詳細記載。
- 4.實驗完畢後，請將所有器材歸位，並將桌面及所有器材清潔乾淨。

# 110 學年度普通型高級中等學校數理及資訊學科能力競賽

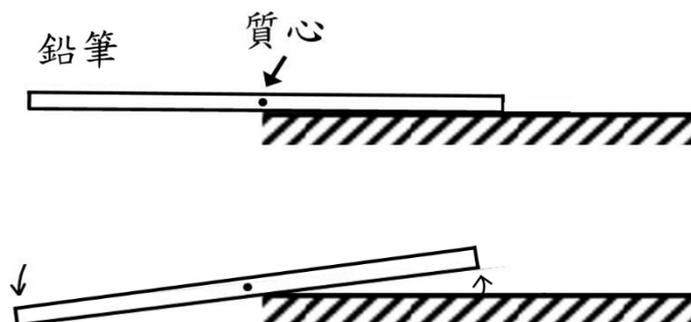
## 高雄區複賽物理科實驗試題第一題參考解

### 110 學科能力競賽實驗試題第一題參考解

#### 方法一

原理：

將鉛筆置於桌緣，向外緩慢推出，找到恰好翻轉的位置，此位置即為質心。



圖一

若將鉛筆之一端以棉線固定於支架上，鉛筆的另一端黏貼塑膠袋，並將鉛筆下方的圖畫紙慢慢往右拉，此時塑膠袋與圖畫紙因靜摩擦力而未有相對運動，直至一臨界位置 A，塑膠袋與圖畫紙之間開始有相對運動，此時此位置之摩擦力即為最大靜摩擦力，並滿足以下關係：

合力為 0

$$N + T \cos \phi = mg \quad (1)$$

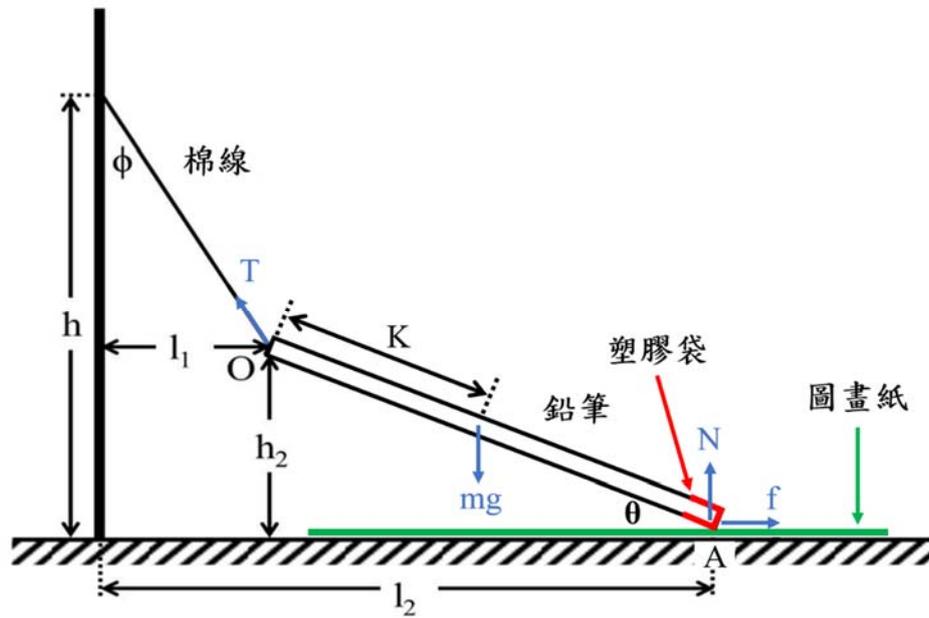
$$T \sin \phi = f = \mu N \quad (2)$$

合力矩為 0，假設 L 為鉛筆長度，K 為鉛筆質心至 O 點距離(以 O 為支點)，

$$mg \cdot K \cos \theta = \mu N L \sin \theta + N L \cos \theta \quad (3)$$

由(1)、(2)、(3)得

$$\Rightarrow \mu = \frac{L - K}{K \cot \phi - L \tan \theta}$$



圖二

步驟：

1. 找出鉛筆質心，如圖一，並量測  $L$  與  $K$ 。
2. 將塑膠袋黏貼於鉛筆的一端。
3. 架設實驗器材，如圖二，並量測  $h$ 。
4. 將鉛筆下方的圖畫紙往右側移動，找出塑膠袋相對於圖畫紙開始移動的位置  $A$ 。
5. 測量此時的  $h_2$ 、 $l_1$ 、 $l_2$ 。
6. 由以上量測之數據算出最大靜摩擦係數  $\mu$ 。
7. 重複步驟 4~6，求出最大靜摩擦係數  $\mu$  之平均。

## 數據分析：

$h=14.00\text{ cm}$ ， $L=17.58\text{ cm}$ ， $K=8.79\text{ cm}$

$l_1(\text{cm})$	1.71	1.71	1.68	1.61	1.62	1.59	1.67	1.72	1.65	1.61
$l_2(\text{cm})$	18.17	18.19	18.08	18.00	18.02	18.01	18.05	18.11	18.06	18.06
$h_2(\text{cm})$	6.50	6.50	6.52	6.49	6.49	6.45	6.48	6.49	6.49	6.48
$\cot\phi$	4.39	4.39	4.45	4.66	4.64	4.75	4.50	4.37	4.55	4.67
$\tan\theta$	0.39	0.39	0.40	0.40	0.40	0.39	0.40	0.40	0.40	0.39
$\mu$	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.27	0.28	0.27	0.26

平均  $\mu=0.27$

## 方法二

### 原理：

將黏貼塑膠袋的橡皮擦置於黏貼圖畫紙的 20cm 硬尺上，並緩慢的增加硬尺與桌面間的角度，此時塑膠袋與圖畫紙之間無相對運動，直至一臨界角度，塑膠袋跟圖畫紙之間有相對運動，此時此角度之摩擦力即為最大靜摩擦力，並滿足以下關係：

合力為 0

$$f = \mu N = mg \sin\theta \quad (1)$$

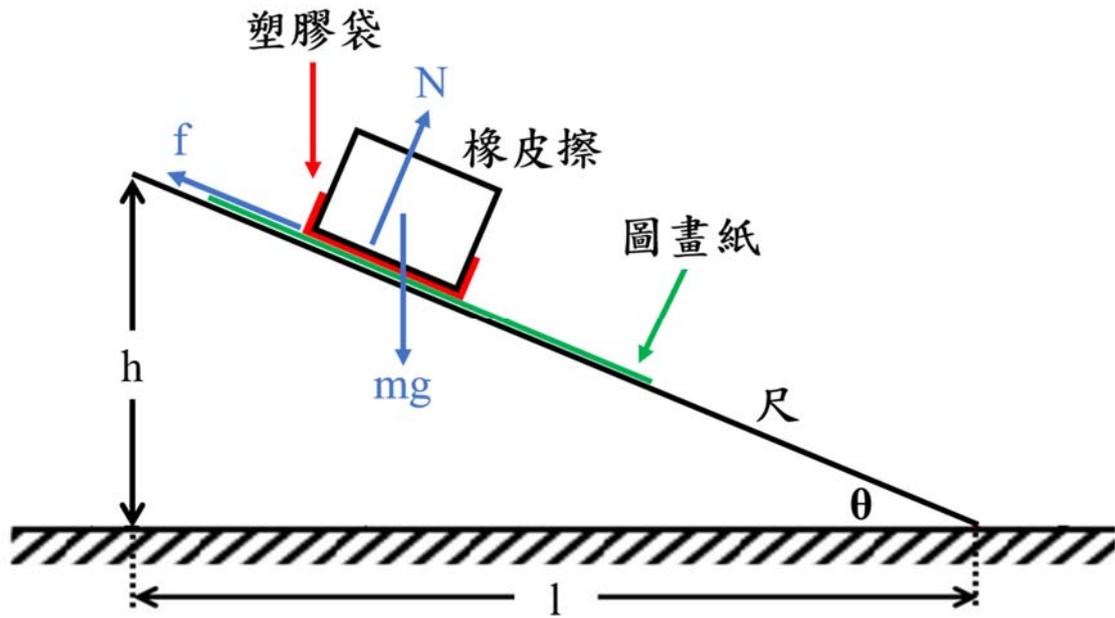
又

$$N = mg \cos\theta \quad (2)$$

由(1)、(2)得

$$\mu mg \cos\theta = mg \sin\theta$$

$$\Rightarrow \mu = \tan\theta$$



圖三

步驟：

1. 將塑膠袋黏貼於橡皮擦一側面，並將圖畫紙黏貼於 20cm 硬尺上。
2. 架設實驗器材，如圖三。
3. 緩慢增加硬尺與桌面間的角度，找出塑膠袋相對於圖畫紙開始移動的角度。
4. 測量此時的  $h$ 、 $l$ 。
5. 由以上量測之數據算出最大靜摩擦係數  $\mu$ 。
6. 重複步驟 3~5，求出最大靜摩擦係數  $\mu$  之平均。

數據分析：

$h$	5.57	5.50	5.11	5.71	5.72	5.12	5.16	5.10	5.10	5.49
$l$	20.01	20.05	20.10	20.04	20.04	20.20	20.19	20.08	20.10	20.02
$\mu$	0.28	0.27	0.25	0.28	0.29	0.25	0.26	0.25	0.25	0.27

平均  $\mu = 0.27$