

# 2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 高中（職）組 成果報告表單

題目名稱：物體重量與動摩擦力的關係

### 一、摘要：

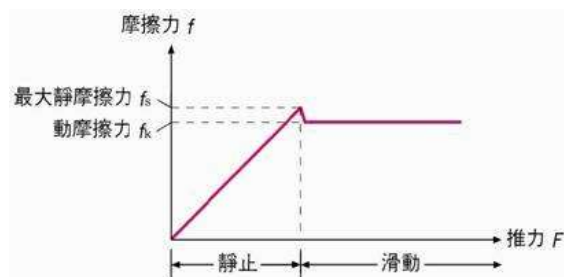
本成果報告，希望透過高中現有的設備與器材探究物體重量與動摩擦力的關係及材質與動摩擦力的關係，實驗的過程我們使用橘子皮當作物體，使用定滑輪裝在桌上，並使用彈簧秤拉動物體，以砝碼增加重量，為了測量動摩擦力，使用手機軟體(手機物理實作)，讓物體等速度，加速度維持  $0\text{m/s}^2$ 。實驗後的結果為物體重量會影響動摩擦力，但動摩擦係數差異不大。

### 二、探究題目與動機

當初會想要做這個主題的原因是因為發現在日常生活中，物體的重量與接觸面的材質似乎會影響持續拖動物體所需施的力，所以我們決定做這項主題。

### 三、探究目的與假設

當物體接觸而發生相對滑動時，因接觸面粗糙有摩擦係數 $\mu_k$ 存在，故會產生摩擦力。它與接觸面間的粗糙程度有關。因此，我們在評估動摩擦力的大小時，將橘子皮面積固定為  $4.5 \times 5(\text{cm}^2)$ ，以「接觸面的粗糙程度」來判斷。此外，動摩擦力的大小應與「正向力」成正比，而非以物體的重量作判斷。



圖一、摩擦力與推力關係

目的:

一、探討物體重量大小是否會影響動摩擦力

二、究竟要用多少的力能使物體持續移動

假設:物體重量愈重,產生的動摩擦力愈大

#### 四、探究方法與驗證步驟

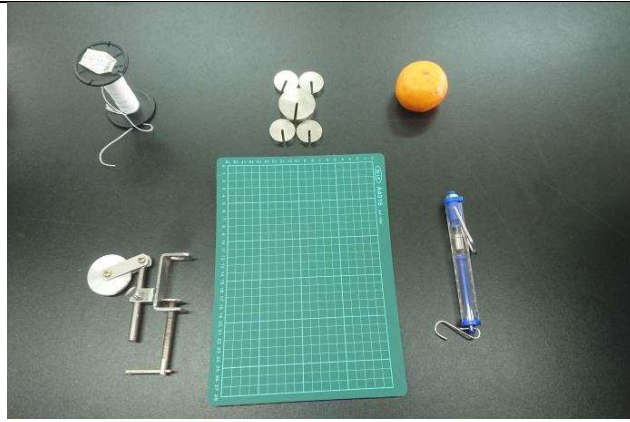
一、實驗步驟

1. 準備器材

實驗器材:

器材	規格/材質	數量
橘子皮↵	4.5X5(cm <sup>2</sup> )↵	1塊↵
棉線↵	棉↵	1條↵
砝碼↵	20g↵	2顆↵
砝碼↵	50g↵	4顆↵
砝碼↵	100g↵	1顆↵
彈簧秤↵	測量範圍:43.75gw/cm, 4 6.4g↵	1組↵
滑輪組↵	白鐵↵	1個↵
桌墊↵	PVC↵	1張↵
手機↵	190g↵	1台↵

圖二、器材列表



圖三、器材實際圖

2. 將果皮穿洞，並用棉線穿過
3. 架設環境並測量加速度與動摩擦力

將滑輪組固定在桌子邊緣。我們為了將桌墊壓平，於是在桌墊的四個角落上放置砝碼。將綁上棉線的橘子放至於手機下方，藉由拉動彈簧秤，使手機與橘子皮持續移動，並另一人觀察手機所顯示的加速度，盡量使其值接近零。觀察彈簧秤顯示之值(即讓物體保持移動所需施的力)。



圖四、實驗器材架設圖

4. 更換重量



圖五、實驗操作

## 5. 數據統整與分析

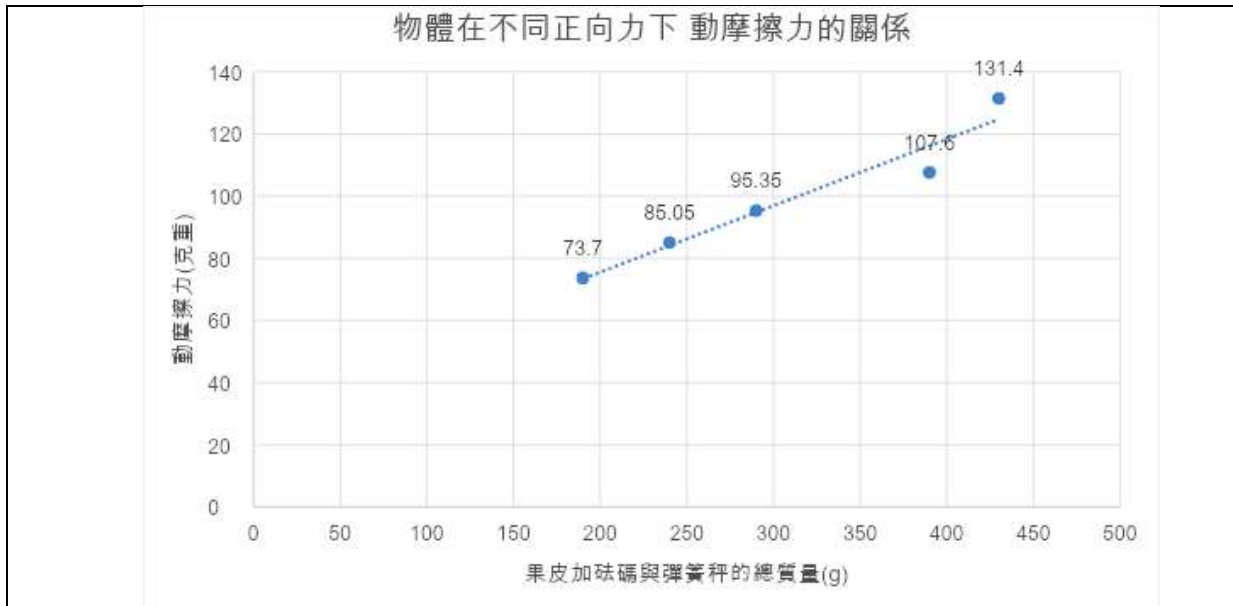
隨著正向力的增加，動摩擦力也跟著增加，並呈現出線性關係。

### 二、實驗結果

我們發現越重的東西要移動所施的力要越大，所以我們想說，重量是否會影響動摩擦力、施力大小；在不同材質的表面，使物體持續移動所需施的力不同，於是我們覺得不同材質的表面可能會影響動摩擦力。

	190	240	290	390	430
第一次	60	38	50.5	55	72
第二次	50	39	45	62	80
第三次	55	37	52.5	65	85
第四次	20	35	51.5	60	90
第五次	15	36	52.5	60	85
第六次	15	40	55	60	90
第七次	16	41	47.5	61	84
第八次	14	43	40	62	86
第九次	14.5	40	45	62	90
第十次	13.5	37.5	50	65	88
平均	27.3	38.65	48.95	61.2	85
加彈簧秤的動摩擦力	73.7	85.05	95.35	107.6	131.4
動摩擦係數	0.38	0.35	0.32	0.27	0.30

圖六、實驗數據



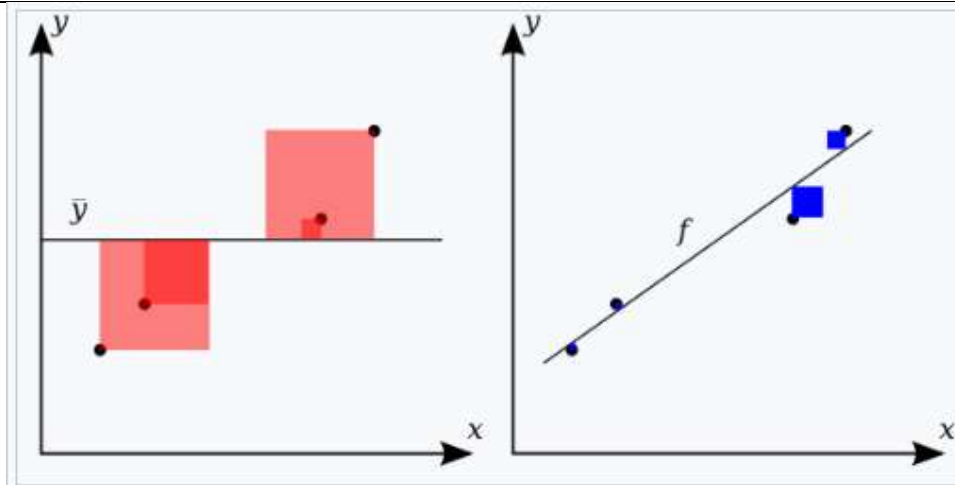
圖七、物體在不同正向力下與動摩擦力之關係圖

#### 迴歸線分析與說明

$y = 0.2139x + 32.746$                       0.2139 為動摩擦係數

$R^2 = 0.9395$                                        $R^2$  為判定係數

判定係數是一個解釋性係數，在迴歸分析中，其主要作用是評估回歸模型對因變量  $y$  產生變化的解釋程度，也即判定係數  $R$  平方是評估回歸模型好壞的指標。 $R$  平方取值範圍也為  $0\sim 1$ ，通常以百分數表示。一般認為， $R$  平方大於  $0.75$ ，表示模型擬合度很好，可解釋程度較高； $R$  平方小於  $0.5$ ，表示模型擬合有問題，不宜採用進行回歸分析。在回歸分析中， $0.5$  為調整後的  $R$  平方的臨界值，如果調整後的  $R$  平方小於  $0.5$ ，則要分析我們所採用和未採用的自變量。



圖八、迴歸方程式表示圖

決定係數  $R^2 = 1 - \frac{SS_{res}}{SS_{tot}}$  示意圖 線性迴歸 (右側) 的效果比起平均值 (左側) 越好，決定係數的值就越接近於 1。藍色正方形表示線性迴歸的殘差的平方，紅色正方形數據表示對於平均值的殘差的平方。當  $R^2$  愈接近 1 時，說明此數據模型愈有解釋能力，而我們的  $R^2$  為 0.9395，相當接近 1。

## 五、結論與生活應用

實驗數據發現，在物體重量不同的情況下，在我們改變五組變量裡，我們發現正向力愈大， $f_k$  愈大，正向力和  $f_k$  呈高度正相關，符合線性關係。

## 參考資料

動摩擦力原理-科學 Online:

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=750>

實驗原理-自然實驗教室:

<http://www.kut.com.tw/pdf/%E6%B4%BB%E5%8B%951%E6%91%A9%E6%93%A6%E5%8A%9B%E7%9A%84%E8%A7%80%E5%AF%9F.pdf>

迴歸分析原理-維基百科:

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%BF%B4%E6%AD%B8%E5%88%86%E6%9E%90>