

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

■國中組 □普高組 □技高組 成果報告格式

題目名稱：「摩」法阿嬤

一、摘要

透過將橡皮章與不同材質的平面接觸，並施加可控制的垂直力，使用彈簧秤記錄計滑動開始的力值，進而計算最大靜摩擦力與摩擦係數。

改變能夠影響橡皮章摩擦力的因素，並探討不同材質及表面粗糙度對測量最大靜摩擦力、摩擦係數結果的影響。測量在不同材質表面情況下（如刻痕角度、潤滑油種類等.....）橡皮章的最大靜摩擦力與摩擦係數，並記錄數據後即發現有顯著差異。實驗過程討論了以下變化原因：不同橡皮章表面處理，ex:橡皮章表面不同刻痕、不同溫度、塗抹不同種類的潤滑油、與接觸面積不同等.....。

二、研究題目與動機

某天走在校園裡，一不小心滑倒了，為什麼下雨天特別滑呢？如果只要把鞋子的止滑功能升級，就不會滑倒了，要怎麼做才能提升橡皮的止滑效果？所以本探究想測試橡皮章經過不同方式的處理是否會影響摩擦力的大小。

三、探究目的與假設

本實驗的目的是探討摩擦力的基本原理及其影響因素。透過不同接觸面積、刻痕方向、刻痕角度、施加重量和是否抹油的變化，觀察物體在不同條件下的摩擦力大小。實驗中將使用不同的材料與表面，測量物體滑動所需的力，並分析摩擦力與物體質量、表面粗糙度等因素之間的關係。藉此加深對摩擦現象的理解，並應用於實際生活中的各種情境，如車輪與道路的接觸、鞋子防滑面的設計等。

實驗一：不同接觸面積是否會影響橡皮磚的摩擦力和摩擦係數？

實驗二：不同底面紋路是否會影響橡皮磚的摩擦力和摩擦係數？

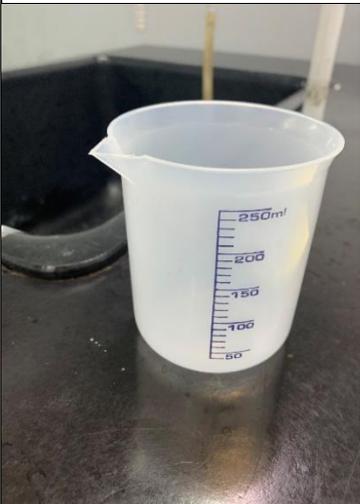
實驗三：不同刻痕角度是否會影響橡皮磚的摩擦力和摩擦係數？

實驗四：不同重量是否會影響橡皮磚的摩擦力和摩擦係數？

實驗五：有沒有抹油是否會影響橡皮磚的摩擦力和摩擦係數？

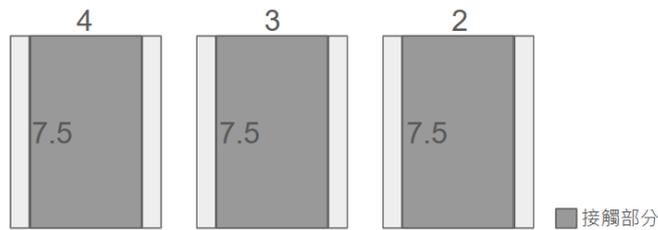
四、研究方法與驗證步驟

(一) 研究器材

		
電子天秤	彈簧秤	木板
		
量杯	刻刀	矽油
		
砝碼	橡皮塊	
(二) 實驗方法		

實驗一：不同接觸面積大小不會影響摩擦係數

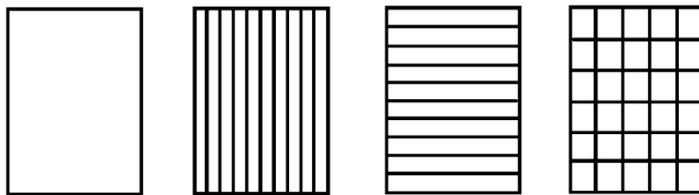
1. 將橡皮塊底部分別切割成不同面積
2. (單位:cm)



3. 分別測量橡皮塊的重量
4. 利用彈簧秤測量最大靜摩擦力並製成表格
5. 計算材質的摩擦係數

實驗二：不同底面紋路對靜摩擦力的影響

1. 將橡皮塊底部分別割出不同紋路



2. 分別測量橡皮塊的重量
3. 利用彈簧秤測量最大靜摩擦力並製成表格
4. 計算材質的摩擦係數

實驗三：不同角度對最大靜摩擦力的影響

1. 將前一項實驗的直紋橡皮塊擺放成不同角度
2. 分別測量橡皮塊的最大靜摩擦力並製成表格
3. 計算材質的摩擦係數

實驗四：不同重量對最大靜摩擦力的影響

1. 在一塊底面光滑的橡皮塊上分別放上不同重量的砝碼
2. 利用彈簧秤分別測量橡皮塊的最大靜摩擦力並製成表格
3. 計算材質的摩擦係數

實驗五：是否抹油對最大靜摩擦力的影響

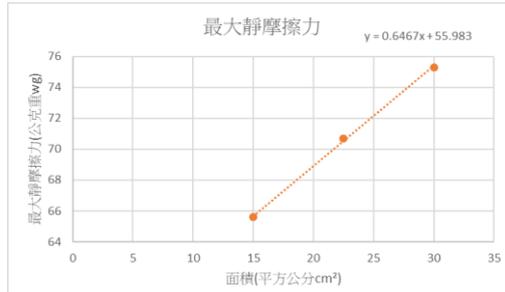
1. 將底面平滑的橡皮章分別抹上不同的油
2. 利用彈簧秤分別測量橡皮塊的最大靜摩擦力並製成表格
3. 計算材質的摩擦係數

五、結論與生活應用

(一) 實驗結果

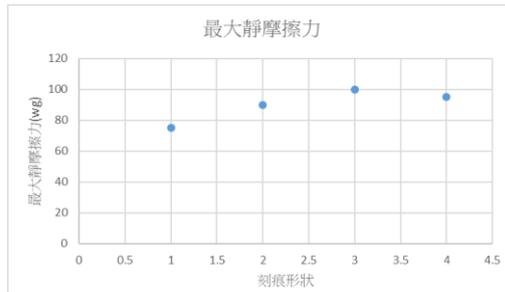
實驗一：不同接觸面積對靜摩擦力的影響

面積	重量(g)	最大靜摩擦力(g)	摩擦係數
30	154.7	75.3	0.487
22.5	148.1	70.7	0.477
15	137.1	65.6	0.478



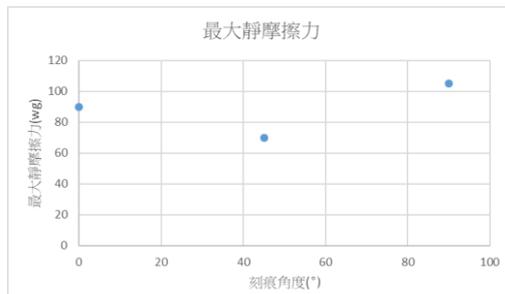
實驗二：不同底面紋路對靜摩擦力的影響

刻痕	重量(g)	最大靜摩擦力(g)	摩擦係數
光滑	157.2	75	0.477
直線	115.9	90	0.577
橫線	158.1	100	0.633
直橫交錯	158.4	95	0.600



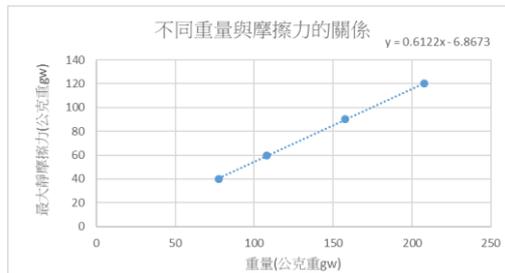
實驗三：不同角度對最大靜摩擦力的影響

刻痕角度	重量(g)	最大靜摩擦力(g)	摩擦係數
0	156.1	90	0.577
45	156.1	70	0.448
90	156.1	105	0.673



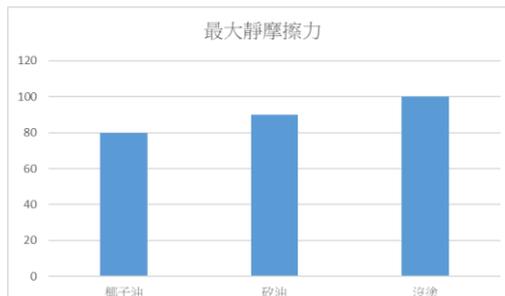
實驗四：不同重量對最大靜摩擦力的影響

重量(g)	表面	最大靜摩擦力(g)	摩擦係數
57.8(橡皮章)+20(砝碼)	光滑	40	0.514
57.8(橡皮章)+50(砝碼)	光滑	60	0.557
57.8(橡皮章)+100(砝碼)	光滑	90	0.570
57.8(橡皮章)+150(砝碼)	光滑	120	0.577



實驗五：抹油是否對最大靜摩擦力的影響

油的種類	重量(g)	最大靜摩擦力(g)	摩擦係數
椰子油	158.1	80	0.506
砂油	158.1	90	0.569
沒塗	158.1	100	0.623



(二) 討論

實驗一：不同接觸面積大小不會影響摩擦係數

1. 由摩擦力公式，可知摩擦力與接觸面積無關

摩擦力公式 $f_{sm} = \mu_{sm} N$ (μ_{sm} 為最大靜摩擦係數)

2. 涉及接觸點數量的影響

從微觀角度來看，接觸面並非理想平滑，而是由大量微小的「接觸點」所構成。當接觸面積變大時，接觸點數量可能增加，但每個點的壓力會降低；反之亦然，最後造成的摩擦力會相同。

3. 實驗觀察的支持

大多數實驗表明，在相同的材料跟法向力下，不同接觸面積的物體滑動時，其摩擦面積和係數的數值幾乎沒有改變。

實驗二：底面紋路為橫線摩擦力最大，沒有紋路的摩擦係數最小

1. 橫向紋路摩擦力最大

當底面紋路呈橫向排列時。這些橫線會與接觸表面之間形成更多的接觸點。這樣的排列方式可以讓物體在滑動過程中更容易與接觸面積發生「鉤住效應」，從而產生較大的摩擦力。此外，橫線紋路與物體運動的方向通常會產生較大的反向摩擦力，阻礙物體滑動。直線紋路摩擦力次之：當底面紋路為直線時，雖然也能增加接觸面積，但由於紋路與滑動方向平行，滑動時表面間的接觸較少產生「鉤住」的效果，摩擦力相對較小。

2. 無紋路摩擦力最小

當底面完全光滑、沒有紋路時，缺少任何可以增加摩擦力的結構（如紋路、凸起等）。在這種情況下，摩擦力最小，因為光滑的表面並不容易「抓住」或阻止物體滑動，因此摩擦係數最小。

實驗三：刻痕角度越大摩擦力越大

1. 增加接觸點和阻力

當刻痕角度為 90° 時，刻痕的邊緣會與滑動物體的觸面形成較為尖銳的角度，這會增強物體在表面上的抓取力。刻痕會像「鉤子」一樣，阻止物體滑動，從而增加摩擦力。

2. 垂直接觸的增加

當刻痕角度為 90° 時，表面上形成的刻痕邊緣與物體滑動方向成直角，這樣的結構增加了接觸面積的摩擦力，因為兩個平面間的接觸會更多，摩擦力會因此增大。

3. 更大的表面形變

90度角的刻痕會對物體造成較大的形變，表面與物體的接觸會更加緊密，這樣也會增強摩擦力。

實驗四：重量越重摩擦力越大（57.8（橡皮章）+150（砝碼））

1. 摩擦力與正向力的關係

當重量增加時，物體對接觸面的壓力也會隨之增加，導致摩擦力變大。

2. 接觸面壓力增加

更大的重量使得物體壓力緊接觸面，增加了接觸點的數量和面積。

3. 材料變形的影響

重量增加時，柔軟的材質（如橡膠等）可能會發生輕微變形，使接觸面積進一步增加，導致更大的摩擦力。

4. 摩擦係數的穩定性

雖然重量增加會提高正向力，但摩擦係數通常保持穩定。

實驗五：沒塗油的摩擦係數最大

油膜會形成一層潤滑層，減少了兩個表面直接接觸的面積，從而降低了摩擦力。

（三）結論

由以上實驗總結可知，不同材質的表面差異或在表面塗抹不同種的潤滑油可以改變摩擦力，並進一步計算出摩擦係數。透過對最大靜摩擦係數的計算可以應用的範圍非常廣泛，例如：幫鞋底或道路和輪胎設計不同表面紋路，並計算最大靜摩擦係數，就能優化物體的抓地力。

參考資料

1. 維基百科靜摩擦力

<https://zh.m.wikipedia.org/wiki/%E9%9D%99%E6%91%A9%E6%93%A6%E5%8A%9B>

2. 碩博士論文網

<https://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gswweb.cgi/login?o=dnclcdr&s=id=%22091NTNU0231030%22.&searchmode=basic>

3. 國中理化科輔助學習影帶

<https://cirn.moe.edu.tw/TAPE/Upload/Tape/912/Files/1174/%E6%91%A9%E6%93%A6%E5%8A%9B.pdf>