

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：「紋」「縫」不動! -----鞋底紋路與防滑效果的探討

一、摘要：

因為好奇鞋底紋路與止滑的關係，我們選擇了跟鞋底最接近的材質的橡皮擦，作為研究止滑效果的對象，經過測試，我們得到以下結果：如果登山、健走，不論氣候好壞，建議選用紋路○和□多的複合式紋路；如果是乾燥地面運動，需要跑步後急停，建議使用紋路×。

二、探究題目與動機

爸爸買了一雙據說是適合登山的防滑鞋送給奶奶，好奇心爆發的我就把鞋底拿起來看看，「哇！密密麻麻的圖案，感覺跟其他鞋子的紋路、材質不一樣，難道鞋底紋路跟止滑的效果有關？」，我真的想知道，鞋底紋路到底是不是跟鞋子的功能有關？所以決定跟同學討論這個想法，同學也覺得有趣。我們一起找老師討論後，老師建議我們，先研讀理化課本中關於摩擦力的相關知識，多搜尋參考文獻，再思考如何設計與進行實驗，因為橡皮擦材質最接近一般橡膠鞋底，所以我們實驗主角就決定以橡皮擦為主，希望最終可以根據探究結果，選擇功能適合的鞋子，讓鞋子發揮最好的使用效果。

三、探究目的與假設

目的：利用橡皮擦模擬實驗，找出各種功能鞋款其鞋底圖案設計的關聯性







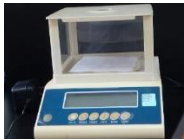





假設：(一)、鞋底紋路不同影響止滑效果

(二)、鞋底紋路的密度、深度影響止滑效果

(三)、可以根據不同平面環境選擇最佳止滑效果的鞋底紋路

四、探究方法與驗證步驟

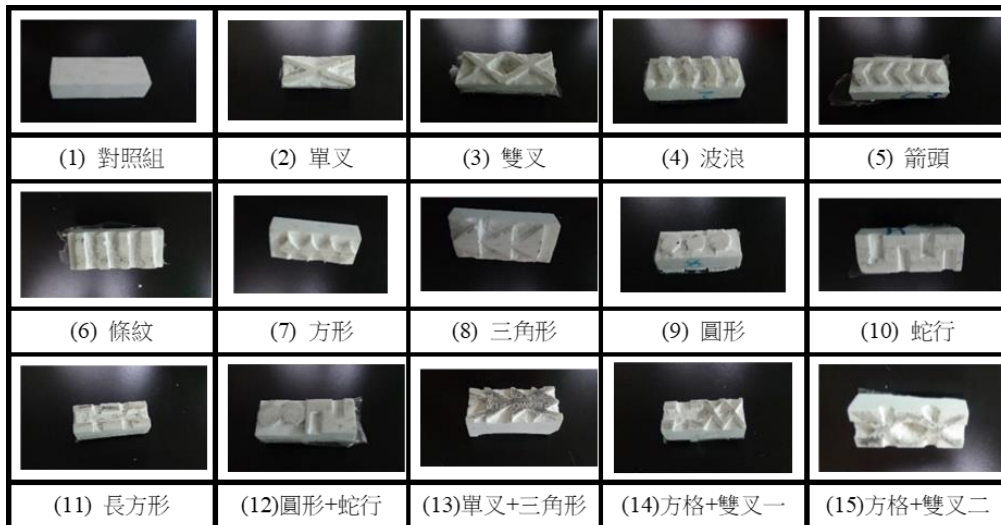
(一)、實驗器材

			
小橡皮擦 11.2 g	大橡皮擦 25 g	沙子	美工刀
			
手機	捲尺	精密電子秤	電子秤
			
砵碼	定滑輪組	棉線	噴瓶

(三)、實驗步驟

◆ 小橡皮擦圖案刻畫處理

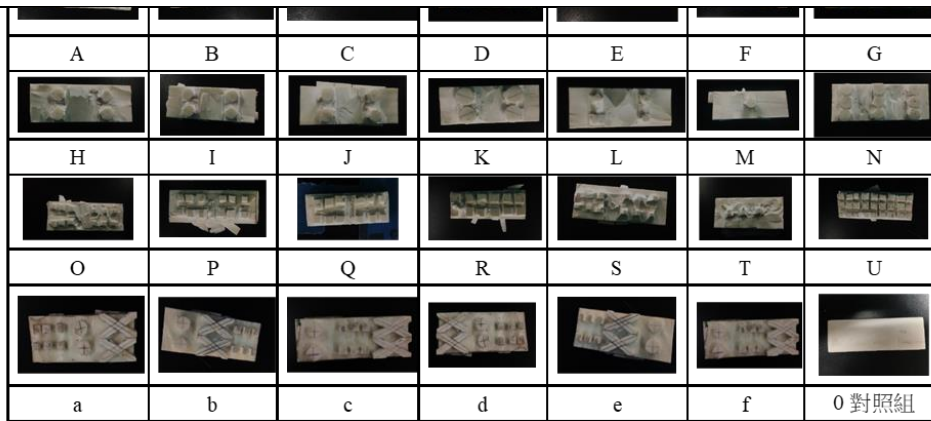
1. 以橡皮擦作為鞋底模擬，切割各種不同花紋進行測試(重量固定為 11.2 g)



◆ 大橡皮擦圖案刻畫處理

1. 以橡皮擦作為鞋底模擬，切割各種不同花紋進行測試(重量固定為 25 g)

大橡皮擦編號與處理方式對應表	
0：對照組 不刻紋路	
A：紋路X、密度2、寬0.4 cm、深度0.2 cm	O：紋路□、密度2、寬0.4 cm、深度0.2 cm
B：紋路X、密度2、寬0.4 cm、深度0.4 cm	P：紋路□、密度2、寬0.4 cm、深度0.4 cm
C：紋路X、密度2、寬0.4 cm、深度0.6 cm	Q：紋路□、密度2、寬0.4 cm、深度0.6 cm
D：紋路X、密度2、寬0.6 cm、深度0.4 cm	R：紋路□、密度2、寬0.6 cm、深度0.4 cm
E：紋路X、密度2、寬0.2 cm、深度0.4 cm	S：紋路□、密度2、寬0.2 cm、深度0.4 cm
F：紋路X、密度1、寬0.4 cm、深度0.4 cm	T：紋路□、密度1、寬0.4 cm、深度0.4 cm
G：紋路X、密度3、寬0.4 cm、深度0.4 cm	U：紋路□、密度3、寬0.4 cm、深度0.4 cm
H：紋路○、密度2、寬0.4 cm、深度0.2 cm	a：雙叉/圓形/方格
I：紋路○、密度2、寬0.4 cm、深度0.4 cm	b：方格/雙叉/圓形
J：紋路○、密度2、寬0.4 cm、深度0.6 cm	c：圓形/方格/雙叉
K：紋路○、密度2、寬0.6 cm、深度0.4 cm	d：方格/圓形/雙叉
L：紋路○、密度2、寬0.2 cm、深度0.4 cm	e：圓形/雙叉/方格
M：紋路○、密度1、寬0.4 cm、深度0.4 cm	f：雙叉/方格/圓形
N：紋路○、密度3、寬0.4 cm、深度0.4 cm	



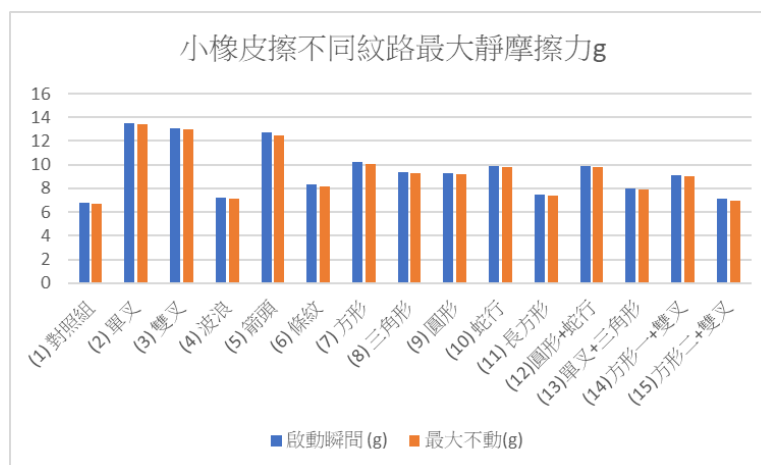
◆ 依假設依序設計實驗

1. 假設一：鞋底紋路不同影響止滑效果

- (1) 以美工刀在橡皮擦上切出各種不同的花紋 (○、×、△、□ 等不同變化)
- (2) 定滑輪裝置測試各種紋路在實驗桌(酚醛樹脂板)的最大靜摩擦力、動摩擦力 (固定橡皮擦總重量 11.2 g，測試滑行距離 100 cm)。
- (3) 重複三次並記錄最大啟動與不動的重量，找出止滑效果最好的紋路(或組合)。
- (4) 結果分析

紋路類型	啟動瞬間	最大不動	紋路類型	啟動瞬間	最大不動
(1) 對照組	6.8	6.7	(9) 圓形	9.3	9.2
(2) 單叉	13.5	13.4	(10) 蛇行	9.9	9.8
(3) 雙叉	13.1	13.0	(11) 長方形	7.5	7.4
(4) 波浪	7.2	7.1	(12)圓形+蛇行	9.9	9.8
(5) 箭頭	12.7	12.5	(13)單叉+三角形	8.0	7.9
(6) 條紋	8.3	8.2	(14)方形一+雙叉	9.1	9.0
(7) 方形	10.2	10.1	(15)方形二+雙叉	7.1	7.0
(8) 三角形	9.4	9.3			

B. 圖示整理



C. 結果分析

(a) 單叉紋路的最大靜摩擦力最大，完全無紋路的對照組最小。

(b) 驗證我們實驗一開始的假設，紋路的設計與止滑的效果有相關性。接下來，我們想加入探討不同紋路的寬度、密度、深度跟止滑的相關性，但因為小橡皮擦面積太小，沒辦法做太多變化，所以接下來的實驗，改成同廠牌的大橡皮擦做測試。

2. 假設二：鞋底紋路的寬度、密度、深度影響止滑效果

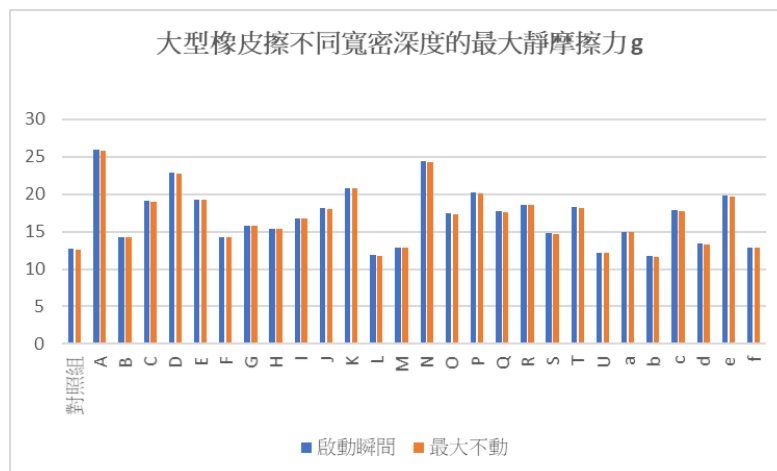
(1). 以實驗一止滑效果最好的紋路 X，以及兩種適合變化的紋路 □、○，分別進行不同密度、寬度、深度的止滑測試(重量固定為 25 公克)，方法同假設一。

(固定橡皮擦總重量 25 g，測試滑行距離 100 cm)。

(2). 數據整理 單位 g

橡皮擦編號	啟動瞬間	最大不動	橡皮擦編號	啟動瞬間	最大不動
對照組	12.7	12.6	N	24.4	24.3
A	25.9	25.8	O	17.4	17.3
B	14.3	14.2	P	20.2	20.1
C	19.1	19	Q	17.7	17.6
D	22.8	22.7	R	18.6	18.5
E	19.3	19.2	S	14.8	14.7
F	14.3	14.2	T	18.2	18.1
G	15.8	15.7	U	12.2	12.1
H	15.4	15.3	a	15	14.9
I	16.8	16.7	b	11.7	11.6
J	18.1	18	c	17.8	17.7
K	20.8	20.7	d	13.4	13.3
L	11.9	11.8	e	19.8	19.7
M	12.8	12.8	f	12.9	12.8

(3) 圖示整理



(4) 結果分析

A. 以編號 A (紋路 X、密度 2、寬 0.4 cm、深度 0.2 cm) 的最大靜摩擦力最大，編號 N (紋路 ○、密度 3、寬 0.4 cm、深度 0.4 cm) 次之，編號 b (方格、雙叉、

圓形)複合紋路最差，所以並不是集結各種紋路的止滑效果就一定好。

- B. 以×形紋路來探討：在密度、寬度相同時，刻劃深度越少止滑效果越好 (A, B, C)。在密度、深度相同時，寬度越寬止滑效果越好 (D, E)。在寬度、深度相同時，密度越大止滑效果越好 (F, G)。
- C. 以○形紋路來探討：在密度、寬度相同時，刻劃深度越多止滑效果越好 (H, I, J)。在密度、深度相同時，寬度越寬止滑效果越好 (K, L)。在寬度、深度相同時，密度越大止滑效果越好 (M, N)。
- D. 以□形紋路來探討：在密度、寬度相同時，深度影響不明顯 (O, P, Q)。在密度、深度相同時，寬度越寬止滑效果越好 (T, U)。在寬度、深度相同時，密度越小止滑效果越好 (R, S)。
- E. 綜合三種紋路來看，寬度越寬止滑效果越好，但完全沒有紋路的對照組，卻無法止滑，也就是說要有接觸的摩擦表面積，但是紋路安排與縫隙的存在是必要性的。

3. 假設三：可以根據不同平面環境選擇最佳止滑效果的鞋底紋路

- (1) 以假設二中，止滑效果最佳 A、N 以及最差 L、b 的各 2 個紋路，進行三種不同平面的止滑測試。

粗糙平面：量秤 1 公克的沙子，平均的撒在桌面上。

潮濕平面：固定距離噴 10 下水。

複合平面：粗糙加潮濕平面處理。

- (2) 重複三次並記錄，找出不同平面止滑效果最好的紋路。

- (3) 數據整理

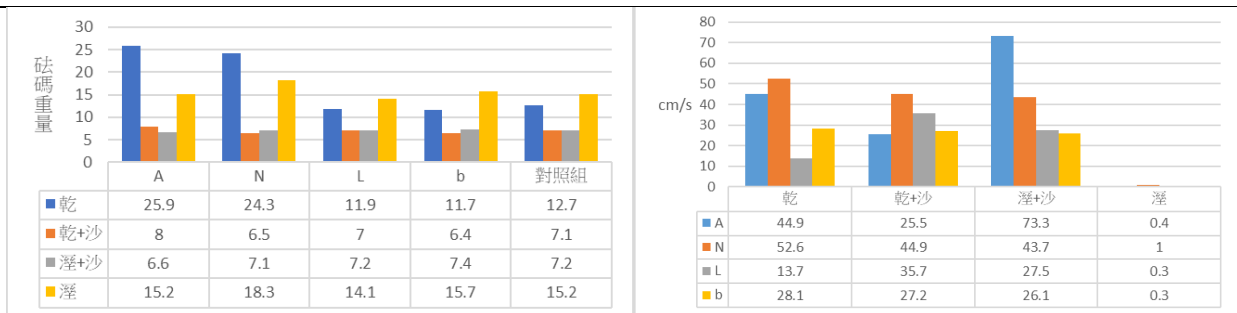
A. 最大靜摩擦力紀錄 單位 g

橡皮擦編號	乾燥實驗桌	乾實驗桌+沙子	噴水實驗桌	噴水實驗桌+沙子
A	25.9	8	15.2	6.6
N	24.3	6.5	18.3	7.1
L	11.9	7	14.1	7.2
b	11.7	6.4	15.7	7.4
對照組 0	12.7	7.1	15.2	7.2

B. 固定距離滑動時間紀錄 單位 cm/s

橡皮擦編號	乾燥實驗桌	乾實驗桌+沙子	噴水實驗桌	噴水實驗桌+沙子
A	44.9	25.5	0.4	73.3
N	52.6	44.9	1	43.7
L	13.7	35.7	0.3	27.5
b	28.1	27.2	0.3	26.1

- (4) 圖示整理



(5) 結果分析

- A. 乾燥平坦的平面，以編號 A (紋路×、密度 2、寬 0.4 cm、深度 0.2 cm) 的最大靜摩擦力最大。而潮濕平坦的平面以編號 N (紋路○、密度 3、寬 0.4 cm、深度 0.4 cm) 的最大靜摩擦力最大。加上沙子後的平面，四種紋路的結果都差不多，容易推動，止滑效果差。
- B. 利用不同平面的滑動速率推論動摩擦力，發現在潮濕桌面、潮濕桌面加沙子、乾燥桌面加沙子都以 b (方形、雙叉、圓形) 複合式紋路的減速效果較好；乾燥桌面則是以編號 L (紋路○、密度 2、寬 0.2 cm、深度 0.4 cm) 的減速效果最佳。
- C. 綜合實驗結果，靜止不動的止滑效果以×形紋路的表現最好，如果是關於需要急停的運動，可能選擇×形紋路多一點，如果是濕滑的地面，則是○形紋路較好。持續行進的運動則看減速效果，那就是以複合式紋路的減速效果較好。濕滑又有沙子的平面，不論什麼紋路見速效果都很差。
- D. 由各個參考文獻整理可以知道，設計與穿鞋者前進方向相反的紋路，止滑效果較好。另外在一份國科會報告中(文獻一)，我們看到了關於鞋底紋路可以分為開放式和封閉式在，我們的實驗中，○和□屬於封閉式，而×屬於開放式。文獻中指出在大部分乾燥的地面，開放式的紋路摩擦係數都高於封閉式，我們的實驗跟他們的結果相同，紋路 X 在乾燥的桌面都有最好的表現。

五、結論與生活應用

在文獻二中，將鞋底紋路分成三大類型，依抓地力大小分別為：類釘鞋型紋路 (顆粒型) > 橫向型紋路 (垂直運動方向) > 縱向型紋路 (平行運動方向)：綜合實驗結果，我們可以驗證市面上各種不同球鞋的功能與鞋底紋路的相關性，如果登山、健走，不論氣候好壞，建議選用紋路○和□；如果是乾燥地面運動，需要跑步後急停，建議使用紋路×。後來，我們去運動用品店做最後確認，發現打勾牌的籃球鞋，底部幾乎都是×，我們發出會心的一笑。



參考資料

- (一)、<https://www.sportscience.com.tw/article/detail/> 運動科學網
- (二)、<https://www.grb.gov.tw/search/planDetail?id=2101281>
- (三)、林岳賢、賴柏瑞、楊智詠。鞋底紋路與摩擦力關係之探討。高中小論文。