

嘉義縣第五十五屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：「腳踏實地」－鞋底紋路及厚度對於防滑的效果

關 鍵 詞：摩擦力、鞋底花紋

編 號：

目 錄

一、摘要	02
二、研究動機	02
三、文獻探討	03
四、研究目的	04
五、研究設備及器材	04
六、研究過程及方法	05
七、研究結果及討論	06
(一)實驗 1：找尋常見的鞋底花紋，使用常見之鞋底花紋作為實驗花紋	08
(二)實驗 2：探討不同鞋底花紋(厚度一層)在乾的木頭桌面對摩擦力的影響	09
(三)實驗 3：探討不同鞋底花紋(厚度二層)在乾的木頭桌面對摩擦力的影響	10
(四)實驗 4：探討不同鞋底花紋(厚度一層)在濕的木頭桌面對摩擦力的影響	11
(五)實驗 5：探討不同鞋底花紋(厚度二層)在濕的木頭桌面對摩擦力的影響	12
八、結論	12
九、參考資料	25

一、摘要

本研究欲探討各式鞋底花紋及厚度在乾與濕不同的木頭桌面防滑的效果。從實驗結果發現：

- (一) 波浪狀鞋底花紋，在乾的木頭桌面或是濕的木頭桌面都不防滑。
- (二) 菱形狀鞋底花紋在乾的木頭桌面具有防滑效果。
- (三) 鞋底花紋在濕的木頭桌面是較有防滑效果的。
- (四) 水分的多寡會影響最大靜摩擦力，是因為混合摩擦和液體摩擦的關係。
- (五) 平面無花紋的鞋底在濕的木頭桌面有顯著的防滑效果。
- (六) 鞋底花紋的厚度不影響摩擦力

二、研究動機

前陣子因為鋒面影響，南臺灣時常下雨，在下雨天的走廊上，就時常看到許多同學滑倒到健康中心擦藥，因此我們就好奇地問老師，「為什麼只要到了下雨天就會有人滑倒？」「我們不是都穿著同樣的鞋子嗎？」由於我和其他兩位同學都很感興趣，所以我們猜想是否「不同鞋底的花紋在乾、濕的地面上，摩擦力是否會有不同的表現？」於是我們請老師協助我們做研究，試著找出問題的解答。

三、文獻探討

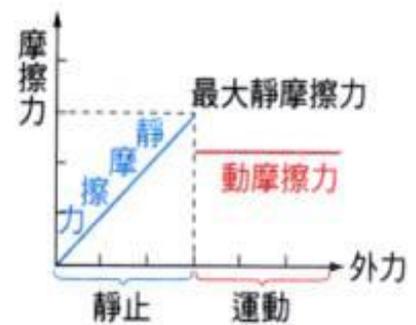
在本研究的探討過程中，涉及一些物理相關的概念，為了能更為正確的將實驗結果進行討論，我們需先進行相關概念的探討，包含了四個主題，以下分段敘述。

(一) 摩擦力的成因：

一物體在另一物體表面上滑動或將要滑動時，兩物體在接觸面上會產生「阻止相對運動」的作用力，這種作用力稱為摩擦力。物體在「靜止」或「運動」狀態，均可能在接觸面上產生摩擦力，摩擦力恆與物體「相對運動」的方向「相反」。

(二) 靜摩擦力：

物體受外力作用後仍然保持靜止的狀態，此時的摩擦力稱為靜摩擦力。靜摩擦力不是定值，會隨著外力的大小而改變。靜摩擦力與水平外力大小「相等」，方向「相反」，兩者互為「平衡力」，因此不能抵消。外力逐漸增加，當物體「準備」開始滑動時，此時的摩擦力稱為「最大靜摩擦力」。最大靜摩擦力的大小，與「正向力」的大小成正比。最大靜摩擦力與接觸面的「性質」有關，例如：接觸面的種類、平滑程度；愈粗糙的物體，最大靜摩擦力愈大。最大靜摩擦力的大小與接觸面的溫度、面積的大小無關。



(三) 固體摩擦

兩個固體面互相摩擦。假如兩個固體面的材料選擇不當或它們之間相互施加的壓力非常大的話，那麼固體摩擦就會造成磨損。在不使用潤滑劑或潤滑劑失效的情況下會造成固體摩擦。

(四) 混合摩擦

在潤滑劑不夠或運動的開始會出現混合摩擦。這時摩擦面部分地區會直接接觸。混合摩擦造成的磨損比固體摩擦要小。在長時間運行的狀態下應該避免混合摩擦，但往往在技術工程中混合摩擦被容忍。

(五) 液體摩擦

假如兩個運動面之間有一層完整的潤滑劑的話，那麼它們之間的摩擦是液體摩擦，兩個運動面不直接接觸。雖然如此通過運動面與潤滑劑的分子之間的摩擦依然會有很小的磨損。

(六) 滑動摩擦

滑動摩擦力總是比最大靜摩擦力要小。它由垂直於摩擦面的力和滑動摩擦因數決定，它與滑動面之間的相對速度和面積無關。摩擦因數由滑動面的物質、粗糙度和（可能存在的）潤滑劑所決定。

四、研究目的

實驗一：找尋常見的鞋底花紋，使用常見之鞋底花紋作為實驗花紋。

實驗二：探討不同鞋底花紋(厚度一層)在乾的木頭桌面對摩擦力的影響。

2-1 探討平面無花紋（厚度一層）在乾的木頭桌面對摩擦力的影響。

2-2 探討菱形狀花紋（厚度一層）在乾的木頭桌面對摩擦力的影響。

2-3 探討方格狀花紋（厚度一層）在乾的木頭桌面對摩擦力的影響。

2-4 探討波浪狀花紋（厚度一層）在乾的木頭桌面對摩擦力的影響。

實驗三：探討不同鞋底花紋(厚度二層)在乾的木頭桌面對摩擦力的影響。

3-1 探討平面無花紋（厚度二層）在乾的木頭桌面對摩擦力的影響。

3-2 探討菱形狀花紋（厚度二層）在乾的木頭桌面對摩擦力的影響。

3-3 探討方格狀花紋（厚度二層）在乾的木頭桌面對摩擦力的影響。

3-4 探討波浪狀花紋（厚度二層）在乾的木頭桌面對摩擦力的影響。

實驗四：探討不同鞋底花紋(厚度一層)在濕的木頭桌面對摩擦力的影響。

4-1 探討平面無花紋（厚度一層）在濕的木頭桌面對摩擦力的影響。

4-2 探討菱形狀花紋（厚度一層）在濕的木頭桌面對摩擦力的影響。

4-3 探討方格狀花紋（厚度一層）在濕的木頭桌面對摩擦力的影響。

4-4 探討波浪狀花紋（厚度一層）在濕的木頭桌面對摩擦力的影響。

實驗五：探討不同鞋底花紋(厚度二層)在濕的木頭桌面對摩擦力的影響。

5-1 探討平面無花紋（厚度二層）在濕的木頭桌面對摩擦力的影響。

5-2 探討菱形狀花紋（厚度二層）在濕的木頭桌面對摩擦力的影響。

5-3 探討方格狀花紋（厚度二層）在濕的木頭桌面對摩擦力的影響。

5-4 探討波浪狀花紋（厚度二層）在濕的木頭桌面對摩擦力的影響。

五、研究設備及器材

表 5-1 進行研究所需要的器材與材料，如表 5-1 所列：

鞋底	波浪狀、菱形狀、方格狀、平面（塑膠桌墊）
測量機具	電子磅秤、黏土、定滑輪、棉線、紙杯
輔助物品	黏著劑、剪刀、美工刀、尺、鞋底樣本、實驗用鞋板、噴水瓶、吹風機、抹布、魔鬼氈

六、研究過程及方法

(一) 研究流程

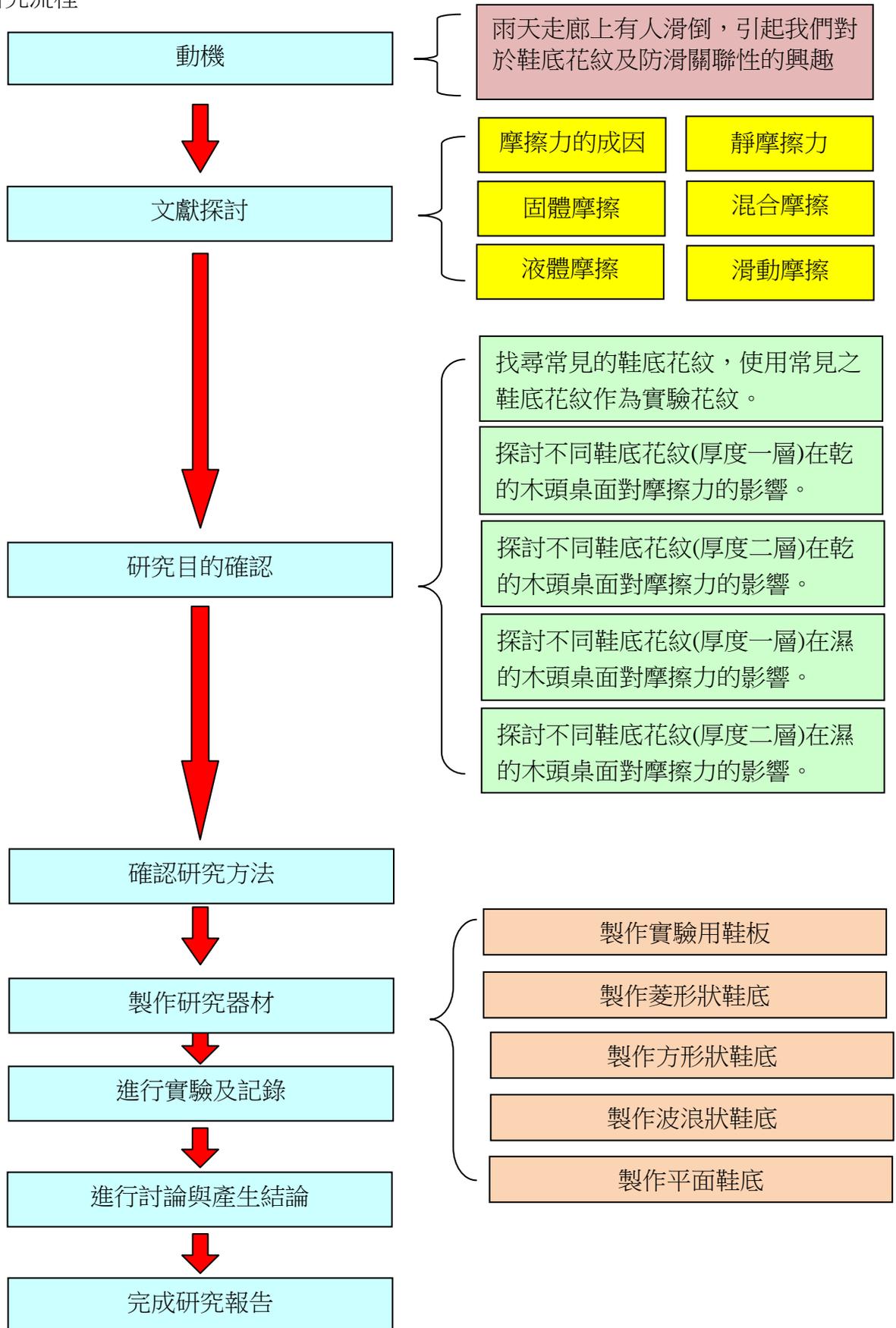


圖 6-1 研究流程圖

(二) 研究設計

整個研究共分為五個主要項目，分別是探討各式鞋底花紋、厚度在乾或濕的木頭面對於摩擦力之影響。研究的主要實驗設備有四項，分別為定滑輪、棉繩、紙杯以及黏土；而實驗器材，可分類為各式鞋底、水、吹風機、抹布等四項物品，以下將針對整體的實驗設備以圖片介紹，並說明實驗設備的設置和各式鞋底的製作方法。

1. 實驗設置介紹：以下詳細說明各項實驗設備之設置：

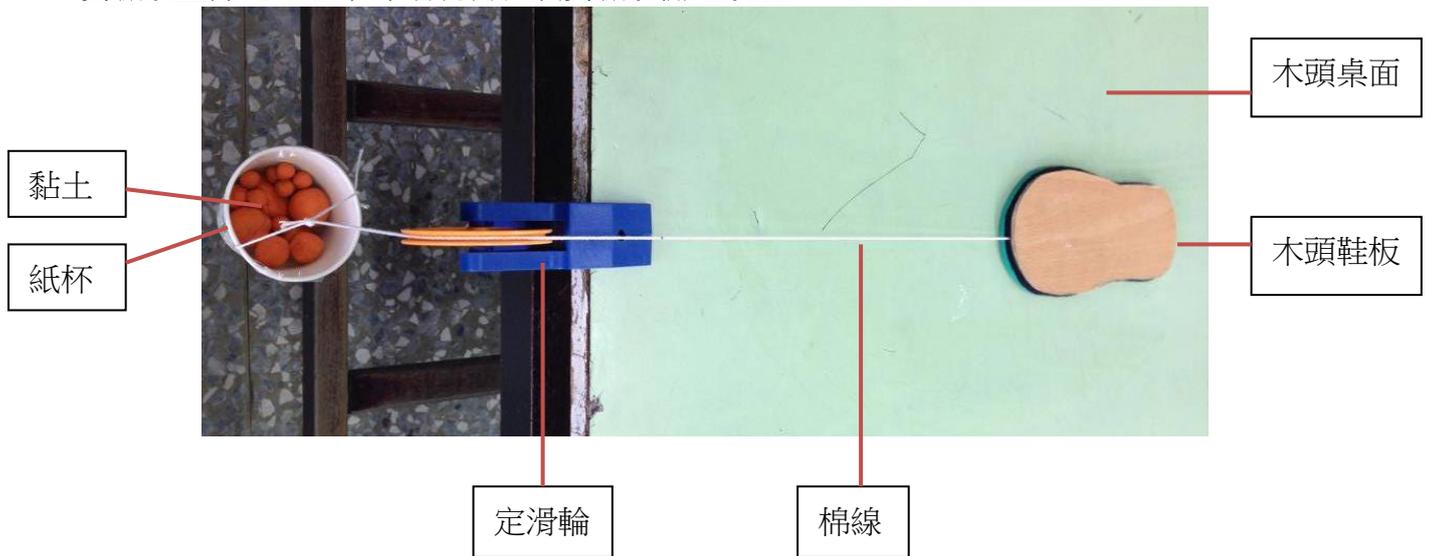
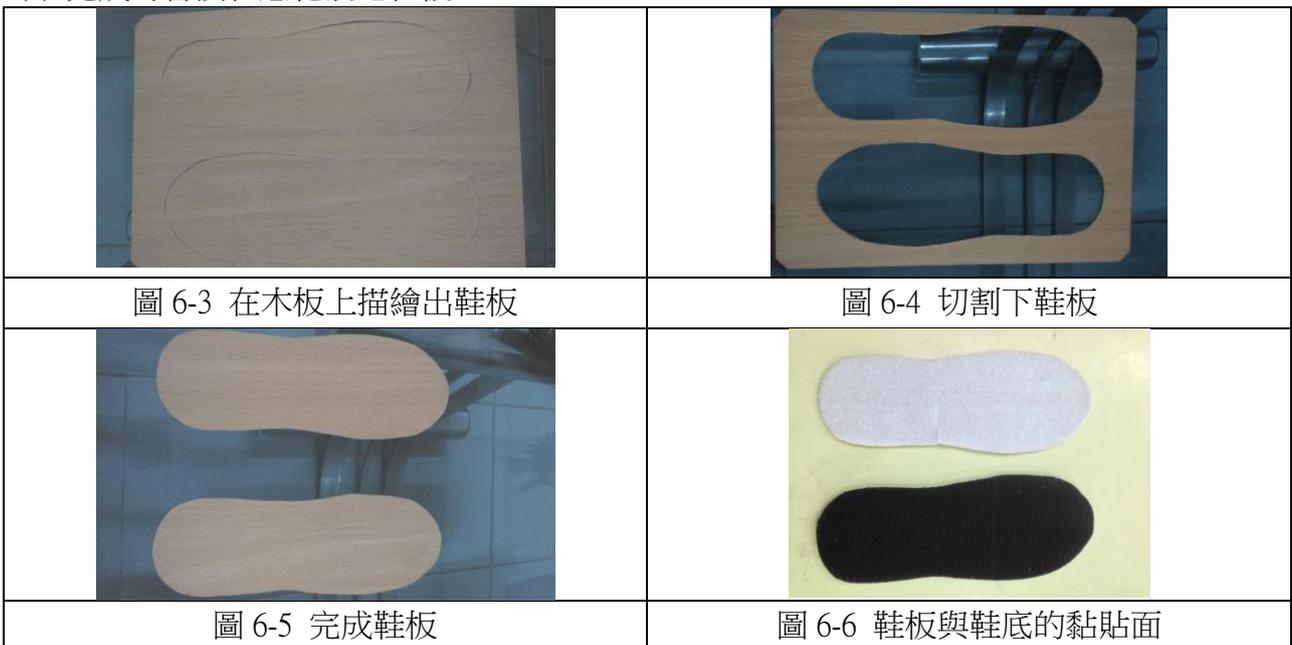


圖 6-2 實驗設置介紹

2. 實驗用鞋板製作：

- (1) 將 0.5 公分厚度之木板，依照夾腳拖鞋底大小裁切下。
- (2) 並在木板一面黏上魔鬼氈，另一面則黏上同樣大小之塑膠桌墊製成的鞋底。
- (3) 完成可替換鞋底花紋之鞋板。



3.各式鞋底製作：

首先將鞋底依照鞋板形狀畫在塑膠桌墊上，再來將塑膠鞋底裁切下來，接著依序將花紋（菱形狀、方格狀、波浪狀）畫在塑膠桌墊上，最後按照花紋用美工刀切割下來。



圖 6-7 裁剪塑膠鞋底板型



圖 6-8 切刻鞋底花紋



圖 6-9 鞋底花紋完成圖

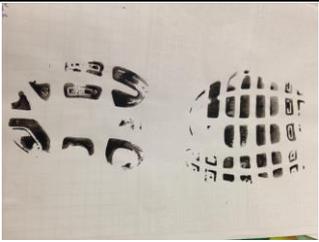
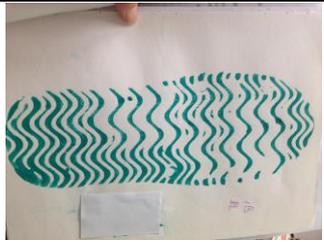
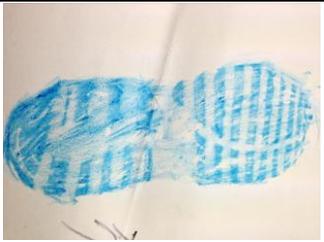
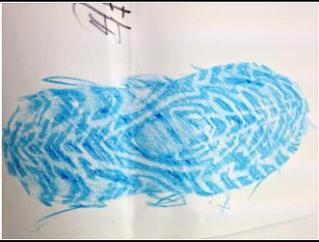
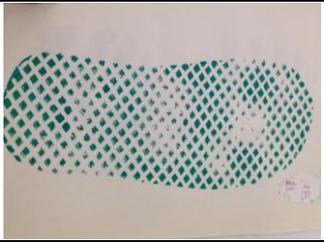
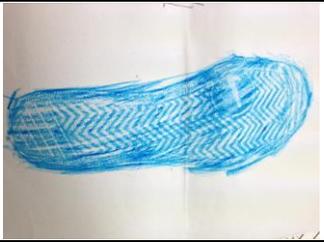
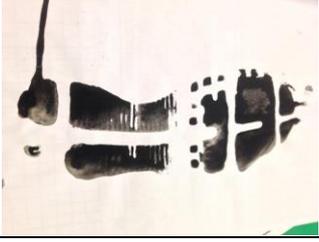
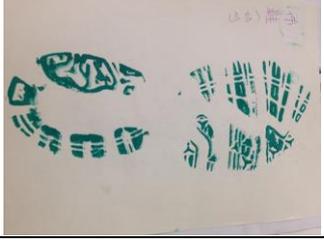
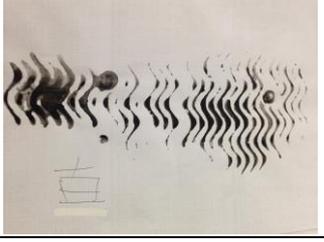
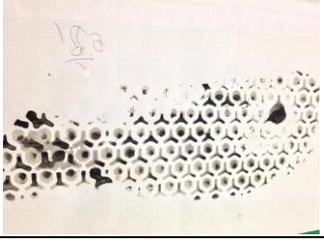
七、研究結果及討論

以下針對各實驗的方法進行說明，並依據實驗結果進行討論

(一)實驗 1：找尋常見的鞋底花紋，使用常見之鞋底花紋作為實驗花紋。

我們想要找尋市面上常見的鞋底花紋來做為實驗的基準花紋，所以我們每個人拓印了四種花紋，之後再做歸納。如表 7-1 所列：

表 7-1 實驗一拓印結果

拓印				
花紋	方格狀	波浪狀	大方格狀	橫條紋狀
拓印				
花紋	方格加波浪狀	菱形狀	波浪狀	波浪狀
拓印				
花紋	大方格加橫條	方格狀	波浪狀	六角形花紋

討論：

從收集的鞋底花紋做歸納，我們發現大部分的鞋底為方格狀和波浪狀，因此我們決定用這兩種形狀作為實驗的鞋底。至於菱形狀的部分，是因我們覺得不管是波浪或是六角形的圖案中，尖端都在前方，再加上好刻畫，故我們覺得可以將菱形狀納入實驗的鞋底花紋。

(二)實驗 2：探討不同鞋底花紋(厚度一層)在乾的木頭桌面對摩擦力的影響。

我們將刻出來的鞋底花紋黏置在鞋板下，秤重後開始做實驗。將桌面使用吹風機吹乾後，把鞋板及花紋底放置在乾的木頭桌面，棉線黏在鞋板及鞋底花紋中間，經過定滑輪懸掛空的紙杯，之後再以每顆一克重的黏土慢慢放入紙杯中，測出各式鞋底花紋的最大靜摩擦力。如表 7-2 所列：

表 7-2 實驗 2-1、2-2、2-3、2-4 實驗結果

次數 \ 形狀	2-1 平面無花紋	2-2 菱形狀	2-3 方格狀	2-4 波浪狀
1	27	30	14	18
2	22	22	15	19
3	25	24	17	18
4	22	21	17	22
5	18	23	22	14
6	16	24	25	17
7	18	22	23	16
8	16	21	18	18
9	15	18	20	16
10	19	20	20	15
平均 最大靜摩擦力	19.5	22.125	19	17.125

討論：

我們希望可以讓實驗數據更準確，所以針對每種花紋各做十次的實驗，並將實驗中的極端值(表中為紅色數字)從數據中去除，再求出平均數。從實驗結果中發現，菱形狀較具有防滑效果，但就整體而言效果不顯著。

(三)實驗 3：探討不同鞋底花紋(厚度二層)在乾的木頭桌面對摩擦力的影響。

我們討論認為鞋底花紋的厚度不同，可能會影響鞋底摩擦力。因此，我們將所有的鞋底加厚了一層，並且重複了實驗 2 的步驟。如表 7-3 所列：

表 7-3 實驗 3-1、3-2、3-3、3-4 實驗結果

次數 \ 形狀	3-1 平面無花紋	3-2 菱形狀	3-3 方格狀	3-4 波浪狀
1	31	29	29	18
2	33	26	26	17
3	20	22	24	14
4	25	18	21	16
5	25	23	21	18
6	18	21	22	17
7	21	23	19	20
8	29	25	18	18
9	28	22	15	21
10	20	24	18	22
平均 最大靜摩擦力	24.875	23.25	21.125	18.125

討論：

我們每種花紋各做十次的實驗，並將實驗中的極端值(表中為紅色數字)從數據中去除，再求出平均數。從實驗結果中發現，波浪狀花紋較不具有防滑效果，其他鞋底花紋的防滑效果並沒有顯著的差異，因此實驗三的結論為鞋底若為波浪狀較不防滑。

(四)實驗 4：探討不同鞋底花紋(厚度一層)在濕的木頭桌面對摩擦力的影響。

我們將刻出來的鞋底花紋黏置在鞋板下，秤重後開始做實驗。將桌面使用吹風機吹乾，然後把鞋板及花紋底放置在濕的木頭桌面（按壓噴水瓶十次），棉線黏在鞋板及鞋底花紋中間，經過定滑輪懸掛空的紙杯，之後再以每顆一克重的黏土慢慢放入紙杯中，測出各式鞋底花紋的最大靜摩擦力。如表 7-4 所列：

表 7-4 實驗 4-1、4-2、4-3、4-4 實驗結果

次數 \ 形狀	4-1 平面無花紋	4-2 菱形狀	4-3 方格狀	4-4 波浪狀
1	47	53	46	35
2	53	48	41	30
3	41	36	38	37
4	49	42	40	34
5	76	37	41	32
6	63	42	47	34
7	72	40	39	35
8	68	27	40	33
9	62	39	37	29
10	40	40	43	28
平均最大靜摩擦力	56.875	45.5	41	32.75

討論：

我們每種花紋各做十次的實驗，並將實驗中的極端值(表中為紅色數字)從數據中去除，再求出平均數。從實驗結果中發現，波浪狀花紋較不具有防滑效果，平面無花紋較具有防滑的效果，因此實驗四的結論為在濕的木頭面上，鞋底若為波浪狀較不防滑，鞋底為平面較防滑。



圖 7-1 波浪狀水紋



圖 7-2 方格狀水紋

(五)實驗 5：探討不同鞋底花紋(厚度二層)在濕的木頭桌面對摩擦力的影響。

我們將所有的鞋底加厚了一層，並且重複了實驗 4 的步驟。如表 7-5 所列：

表 7-5 實驗 5-1、5-2、5-3、5-4 實驗結果

次數 \ 形狀	5-1 平面無花紋	5-2 菱形狀	5-3 方格狀	5-4 波浪狀
1	80	38	44	24
2	80	32	28	28
3	82	40	36	28
4	86	35	38	35
5	91	37	44	27
6	85	35	35	35
7	95	39	33	32
8	83	45	46	25
9	77	37	36	36
10	85	42	36	34
平均 最大靜摩擦力	84	37.875	37.75	29.25

討論：

我們每種花紋各做十次的實驗，並將實驗中的極端值(表中為紅色數字)從數據中去除，再求出平均數。從實驗結果中發現，波浪狀花紋較不具有防滑效果，平面無花紋的最大靜摩擦力其他三者來的顯著，因此實驗五的結論為在濕的木頭面上，鞋底若為波浪狀不防滑，鞋底為平面較防滑。

八、結論

綜合本研究五大目的之十七個實驗所獲得之結果及討論，我們推論出下列六項結論及四項建議，以下依序說明。

(一)結論：

1. 波浪狀鞋底花紋不管在乾的木頭桌面或是濕的木頭桌面都不防滑。
2. 菱形狀鞋底花紋在乾的木頭桌面具有防滑效果。
3. 比起乾的木頭桌面而言，鞋底花紋在濕的木頭桌面是較有防滑效果的。
4. 在實驗四的部分，最大靜摩擦力明顯的上升很多，是因為混合摩擦的關係。如圖 7-1、7-2。
5. 平面無花紋的鞋底在濕的木頭桌面有顯著的防滑效果，但是市面上沒有平面鞋底的關係，可能是因為靜摩擦力太大，相對在行走時需要花費更多的力，故沒有平面無花紋的鞋底設計。
6. 依照實驗結果我們發現鞋底花紋的厚度不影響摩擦力。

九、參考資料

摩擦力(民 104) 。維基百科。民 104 年 1 月 15 日，取自
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%91%A9%E6%93%A6%E5%8A%9B>

摩擦力(民 104) 。取自 http://www.phyworld.idv.tw/NATURE/nature_02/unit_3/3002.htm

梁銀姬(民 100 年)。漫畫物理：教科書裡的瘋狂實驗。台灣。書泉書局。