

條條有理

— 探討鞋底紋路對摩擦力的影響

初小組應用科學科第二名

高雄市鹽埕區光榮國民小學

作者：詹子萱、劉穎采、李佳彥、蘇瑜璋

指導教師：歐雅雯、邱昭茹

一、研究動機

媽媽幫妹妹買了有可愛蔬菜水果鞋底的鞋，可是媽媽說過，鞋底有紋路才不容易滑倒，那麼到底什麼樣的紋路止滑才好呢？這是個很有趣的問題，於是我們就開始動手試驗了。

二、研究目的

- (一) 摩擦力的研究。
- (二) 探討條紋和滑行方向的夾角對摩擦的影響。
- (三) 探討條紋密度對摩擦力的影響。
- (四) 探討條紋寬度對摩擦力的影響。
- (五) 探討條紋深淺對摩擦力的影響。
- (六) 探討承受重量對摩擦力的影響。

三、研究設備

橡膠、小木板、長木板、四輪車、四輪車軌道、光電計時器、磚塊。

四、研究過程

- (一) 蒐集並整理關於摩擦力的資料。
- (二) 在乾、濕斜坡上，測不同的條紋夾角所需下滑的時間。
- (三) 在乾、濕斜坡上，測不同的條紋間距所需下滑的時間。
- (四) 在乾、濕斜坡上，測不同的條紋寬度所需下滑的時間。

(五) 在乾、濕斜坡上，測不同的條紋厚度所需下滑的時間。

(六) 在乾、濕斜坡上，測承受不同重量所需下滑時間。

四、實驗結果

(一) 探討條紋和滑行方向的夾角對摩擦力的影響。

結果：

1. 夾角越小，摩擦力越小；夾角越大，摩擦力越大。
2. 條紋方向會影響底板滑行的方向，讓運動的方向產生改變。

表一：在乾斜坡上

表二：在濕斜坡上

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均 |
|-----|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| 0度 | 0.74 | 0.69 | 0.71 | 0.73 | 0.70 | 0.71 | 0度 | 0.59 | 0.66 | 0.60 | 0.67 | 0.62 | 0.63 |
| 30度 | 1.01 | 1.05 | 1.04 | 1.02 | 0.98 | 1.02 | 30度 | 0.88 | 0.91 | 1.86 | 0.92 | 0.84 | 0.88 |
| 60度 | 1.13 | 1.17 | 1.15 | 1.14 | 1.22 | 1.16 | 60度 | 1.05 | 1.07 | 1.09 | 1.04 | 1.03 | 1.06 |
| 90度 | 1.50 | 1.45 | 1.49 | 1.48 | 1.47 | 1.48 | 90度 | 1.31 | 1.32 | 1.24 | 1.25 | 1.24 | 1.27 |

(二) 探討條紋密度對摩擦力的影響。

結果：間隔距離越大（條紋越疏），摩擦力越小；間隔距離越小（條紋越密），摩擦力越大。

表三：在乾斜坡上

表四：在濕斜坡上

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均 |
|-----|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| 4cm | 0.75 | 0.77 | 0.70 | 0.73 | 0.72 | 0.73 | 4cm | 0.61 | 0.59 | 0.63 | 0.59 | 0.55 | 0.59 |
| 3cm | 0.98 | 1.02 | 1.00 | 0.95 | 0.97 | 0.98 | 3cm | 0.77 | 0.73 | 0.75 | 0.75 | 0.98 | 0.76 |
| 2cm | 1.09 | 1.12 | 1.17 | 1.08 | 1.16 | 1.12 | 2cm | 0.92 | 0.88 | 0.85 | 0.94 | 0.94 | 0.90 |
| 1cm | 1.32 | 1.35 | 1.37 | 1.30 | 1.28 | 1.32 | 1cm | 1.13 | 1.08 | 1.09 | 1.06 | 1.06 | 1.09 |

(三) 探討條紋寬度對摩擦力的影響。

結果：

1. 寬度確實會影響摩擦力的大小。條紋寬度太窄或太寬都會減少摩擦力，需要適當的寬度才能有最大的摩擦力產生。

表五：在乾斜坡上

表六：在濕斜坡上

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均 |
|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 0.5cm | 1.25 | 1.22 | 1.27 | 1.20 | 1.21 | 1.23 | 0.5cm | 1.05 | 1.06 | 1.02 | 1.00 | 1.05 | 1.04 |
| 1cm | 1.45 | 1.47 | 1.46 | 1.45 | 1.43 | 1.45 | 1cm | 1.39 | 1.38 | 1.43 | 1.37 | 1.36 | 1.39 |
| 2cm | 1.60 | 1.65 | 1.61 | 1.67 | 1.59 | 1.62 | 2cm | 1.08 | 1.11 | 1.06 | 1.12 | 1.13 | 1.10 |
| 4cm | 1.20 | 1.15 | 1.17 | 1.22 | 1.19 | 1.19 | 4cm | 0.84 | 0.88 | 0.90 | 0.82 | 0.83 | 0.85 |

(四) 探討條紋深淺對摩擦力的影響。

結果：

1. 條紋的厚度（深淺）對摩擦力沒有影響。

2. 條紋的厚度雖不影響摩擦力的大小，但仍有相當的貢獻。條紋越深的底板，越大容易被磨平，鞋底止滑的效用當然會越久囉！

表七：在乾斜坡上

表八：在濕斜坡上

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均 |
|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 0.3cm | 1.48 | 1.45 | 1.51 | 1.43 | 1.48 | 1.47 | 0.3cm | 1.32 | 1.28 | 1.26 | 1.28 | 1.30 | 1.29 |
| 0.5cm | 1.44 | 1.46 | 1.41 | 1.42 | 1.48 | 1.44 | 0.5cm | 1.25 | 1.26 | 1.22 | 1.27 | 1.26 | 1.25 |
| 0.6cm | 1.47 | 1.53 | 1.46 | 1.45 | 1.50 | 1.48 | 0.6cm | 1.25 | 1.27 | 1.30 | 1.26 | 1.29 | 1.27 |
| 1cm | 1.48 | 1.45 | 1.44 | 1.51 | 1.46 | 1.47 | 1cm | 1.32 | 1.34 | 1.30 | 1.31 | 1.28 | 1.31 |

(五) 探討承受重量對摩擦力的影響。

結果：承受重量越大，摩擦力越大。

表九：在乾斜坡上

表十：在濕斜坡上

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均 |
|-----|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| 1塊磚 | 1.46 | 1.44 | 1.42 | 1.45 | 1.42 | 1.44 | 1塊磚 | 1.27 | 1.31 | 1.28 | 1.30 | 1.23 | 1.28 |
| 2塊磚 | 1.50 | 1.49 | 1.54 | 1.57 | 1.56 | 1.53 | 2塊磚 | 1.36 | 1.34 | 1.32 | 1.40 | 1.32 | 1.35 |
| 3塊磚 | 1.67 | 1.68 | 1.75 | 1.72 | 1.73 | 1.71 | 3塊磚 | 1.52 | 1.48 | 1.49 | 1.46 | 1.46 | 1.48 |
| 4塊磚 | 1.78 | 1.77 | 1.82 | 1.78 | 1.78 | 1.80 | 4塊磚 | 1.55 | 1.51 | 1.60 | 1.54 | 1.58 | 1.56 |

六、討論

(一) 乾斜坡和濕斜坡的實驗結果大致相同。

(二) 在相同條件下，乾斜坡的摩擦力都大於濕斜坡的摩擦力。

(三) 計時工具的使用：原本使用的計時工具是馬錶，它的誤差太大，根本看不出規律；後來改用電鈴計時器，但是它所顯示的數據也幾乎沒有變化；最後，改用光電計時器時，才找出數據的規律與變化。

(四) 光電計時器在使用的時候，發射管和接收管的距離受到限制。如果擺在底板的兩側，就超出接收範圍，無法使用，所以，我們只好利用四輪車來縮短接收距離。

七、結論

(一) 夾角越小，摩擦力越小；夾角越大，摩擦力越大。

(二) 條紋方向會影響底板滑行的方向，讓運動的方向產生改變。

(三) 條紋越疏，摩擦力越小；條紋越密，摩擦力越大。

(四) 寬度太窄或太寬都會減少摩擦力，需要適當的寬度才能有最大的摩擦

力產生。

(五) 產生最大摩擦力的條紋寬度會隨著接觸面的不同而改變，濕斜坡所需的寬度比乾斜坡的大。

(六) 條紋的深淺對摩擦力沒有影響；但較深的條紋較不容易被磨平。

(七) 承受重量越大，摩擦力越大；承受重量越小，摩擦力越小。

八、參考資料

(一) 幼獅少年百科全書 9。

(二) 漫畫科學小百科。(動力與應用)。

(三) 牛頓科學研習百科。(物理)。

(四) 自然科學彩色辭典 4。


(五) 全方位兒童百科大典 2。

(六) 進入科學世界的圖畫書。(運動)。

評語

本組探討鞋底條紋對摩擦力的影響。該小組將鞋底的橡膠，在同樣總面積的假設下，分為不同的條紋（寬或窄間隙）或厚度。然後由實驗得出摩擦力在斜坡下降滑動時的差異情形。

此問題如果由高中生以上來做，則由於受一般力學的教育影響，通常會有固定的答案，而不進行實地的測試。本小組的實驗結果並非由常識或物理知識可預測，且可激發相當多的討論，相當有趣，故推薦之。

 回上一層

