

「摩」力世界~~摩擦力初體驗~~

校名：獅湖國小

指導老師：林施君、黃淳霖

林育靜、張家齊

一、旨趣

為什麼用力推，箱子都不動？是誰偷走我的力氣？喔！原來是摩擦力！生活中摩擦力無處不在！寫字、走路、騎車…都需要摩擦力才能進行。你能想像沒有摩擦力的世界嗎？沒有摩擦力，筷子夾不住東西，連走路也走不了！你知道哪些方法可以增加摩擦力？又有哪些方法可以減少摩擦力嗎？讓我們一起認識摩擦力的”摩”力世界吧！

二、器材

(活動一) 竹筷子、開口小的瓶子、米

(活動二) 氣球棒、菜瓜布、玩偶

(活動三) 塑膠盒、螺帽、透明膠帶、砂紙、木板、彈簧秤

(活動四) 紙盒、曬衣夾、棉線

三、活動過程

(活動一)~~~ 一柱擎天

1. 將瓶子裝滿米，用手蓋住瓶口輕敲，使米粒紮實。(如圖一)
2. 待米粒下降，再繼續加入米粒，反覆幾次，直到無法再加米。



圖一



圖二



圖三

3. 把筷子插入，並壓米使米粒更紮實。(亦可裝到八分滿時插入筷子，再繼續加米使米粒紮實。(如圖二)。
4. 握住筷子，即可把整杯米跟著筷子一起提上來。(如圖三)

原理

米粒和米粒間、米粒和筷子間及米粒和容器間都可能因上述原因而產生摩擦力，當米粒被壓得越紮實，則米粒、筷子及容器三者間的摩擦力就可能越大，阻止彼此間的相對運動，使得插在容器中的筷子可以將整杯的米都提上來。

(活動二) ~~~誰爬得快

1. 在氣球棒或木棒底端綁上菜瓜布或不織布（不可太緊或太鬆）（如圖一）。
2. 敲打氣球棒或木棒上端則菜瓜布或不織布會上升。（如圖二）
3. 可在菜瓜布或不織布上黏上可愛的玩偶增加趣味性！（如圖三）

原理

菜瓜布或不織布因為與氣球棒或木棒間的摩擦力會停留在棒上。在敲打的瞬間因棒子向下滑落一小段，而布因慣性幾乎會停留在原位，造成布向上爬的樣子。



圖一



圖二



圖三

(活動三) ~~~「它」抓得住我

1. 在塑膠盒中放幾個螺帽增加重量（如圖一），並在不同面上（面積相同）分別貼上膠帶（平滑）及砂紙（粗糙）並貼上鐵鉤（如圖二、三）。
2. 把塑膠盒貼上膠帶的那一面放在光滑木板上以彈簧秤拉動，並記錄塑膠盒剛被拉動時彈簧秤上的數據（最大靜摩擦力）。（如圖四）
3. 換塑膠盒上貼砂紙的另一面放在光滑木板上再操作一次。並與步驟2做比較。（如圖五）



圖一



圖二



圖三



圖四



圖五

原理

拉動塑膠盒時，塑膠盒和木板之間會產生一種阻力，使一開始拉不動塑膠盒，這一阻力稱為摩擦力。在材質愈光滑的面上（摩擦力較小），拉動塑膠盒的瞬間，彈簧秤上顯示的數據較小；當面的材質愈粗糙的時候（摩擦力較大），拉動塑膠盒的瞬間，彈簧秤上顯示的數據較大。

討論

操作變因為重量不同，那摩擦力如何？

（活動四）~~~懸崖勒馬

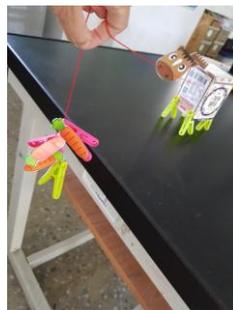
1. 取一紙盒（例如牛奶盒），拿掉底部的紙面，使成為一中空的紙盒，當為馬的身體。並取四個曬衣夾夾在紙盒底部，當為馬的四隻腳。（如圖一）
2. 在紙盒上方鑽一小洞，穿過一棉線並固定。（如圖二）。注意：棉線的長度必須小於桌子的高度。
3. 抓住紙馬，然後在棉線尾端夾住幾個曬衣夾，以使紙馬在鬆手後可以因為曬衣夾往下拉的重量而開始往前運動。注意：棉線尾端曬衣夾不能太多（太重），否則紙馬會持續往前衝出桌子，而掉落地面。（如圖三）
4. 調整曬衣夾的數量，能使紙馬在鬆手後煞車停在指定線的範圍內即過關。（如圖四）



圖一



圖二



圖三



圖四

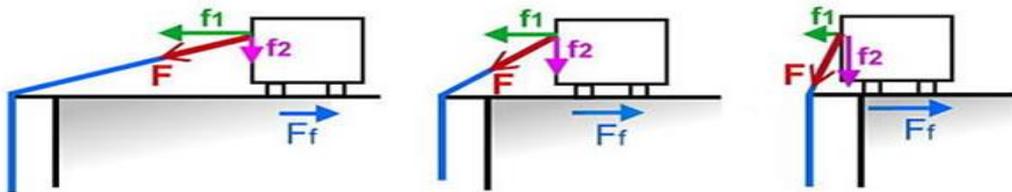
原理

紙馬會懸崖勒馬的原因，主要包括二個因素：(1)紙馬的腳（曬衣夾）與桌面有摩擦力。(2)紙馬靠近桌緣的過程，往前的力逐漸變小。

第(1)點紙馬的腳（曬衣夾）與桌面有摩擦力，提供阻力，讓紙馬的往前的速度變小。但是速度變小不一定保證紙馬可以停下來，更重要的是「紙馬越靠近桌緣，往前的力就越小，而且摩擦力也越大」，為什麼呢？

如下圖，紙馬受到紙杯與重物的拉力 F （紅色線），此 F 力可分解為往前的拉力 f_1 （綠色線）以及往下的力 f_2 。

在紙馬往桌緣運動的過程中，由於紙杯與重物的重量不變，因此拉力 F 不變，但是角度逐漸往下！因此，一開始時，往前的 f_1 最大，往下的 f_2 最小。隨著紙馬往桌緣靠近，往前的 f_1 變小，往下的 f_2 變大。換言之，紙馬受到往前牽引的力 f_1 越來越小，而往下的力 f_2 越來越大（往下的力越大，亦即正壓力越大，與桌面的摩擦力 F_f 也就越大），紙馬自然就停下來了。



四、原理探討

摩擦力介紹：

摩擦力：存在接觸面上阻止物體運動的力。可分為靜摩擦力與動摩擦力。

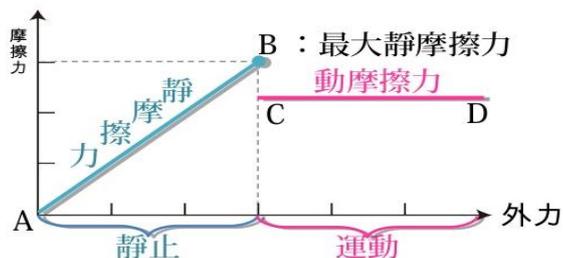
靜摩擦力：物體受到外力推動仍靜止時的摩擦力。

最大靜摩擦力：當施外力於物體，使物體恰可運動前的瞬間已達到最大值的靜摩擦力。

動摩擦力：物體在運動時的摩擦力。

欲使靜止的物體沿水平面開始移動，施力一定要超過最大靜摩擦力。

物體由靜止到運動時，外力與摩擦力之間的關係，可由下圖表示。



影響摩擦力大小的原因

- 1、**接觸面的性質**：接觸面粗糙則摩擦力大，接觸面光滑則摩擦力小。例如：物體在平滑的表面會比粗糙的表面容易滑動，這是因為粗糙的表面會增加摩擦力，而摩擦力會使得物體的移動變慢。
- 2、**作用於接觸面的力**：接觸面的力愈大，摩擦力愈大，接觸面的力愈小，摩擦力愈小。例如：卡車的重量比小汽車重，所於和地面的作用也相對較大，故卡車較不容易起動。

摩擦力的應用：

(1)減少摩擦力的方法：因摩擦力會減少工作效率，所以減少摩擦有助於提高效率。

- a. 門鉸及腳踏車鏈條等添加潤滑油：可減少機械零件的摩擦。
- b. 以滾動代替滑動。
- c. 降低接觸面的緊密程度。
- d. 平滑的地面，直排輪較易滑動。
- e. 採用流線型的設計，減少連動體和流體（水、空氣等）的摩擦，例如：魚的外形、車子的外形。

(2)增加摩擦力的方法：因摩擦力在日常生活中，並不是只有缺點，有時也需要有適度的摩擦力才能讓生活更安全或便利。

- a. 浴室鋪上具有顆粒的地面，避免地面過於溼滑。
- b. 腳踏車的煞車器利用橡膠塊接觸輪圈，以降低車輪速度。
- c. 上山賞雪時，車子輪胎上加掛鐵鍊以增加摩擦力，避免車輪在雪地上空轉而無法前進。
- d. 筷子前端有紋路，使食物夾起後不易滑落。
- e. 瓶蓋有紋路，增加摩擦力容易打開。
- f. 籃球表面有紋路或顆粒，球在手中不易滑掉。
- g. 鞋底塑膠材質，增加摩擦力；鞋底紋路，可以排水，預防滑倒。

參考資料

1. 國立台中教育大學 NTCU 科學教育科學教育與應用學系科學遊戲實驗室
2. 吳老師的自然學習網
3. 遠哲科學教育基金會