

旋轉顯「繩」威

科學雄厲害，FUN 膽說雙語

校名：右昌國小

指導老師：李美昭、林茲楣、
林春宏、翁蕙琦、曾俊瑜

一、旨趣：

1. 藉由發現問題，引起孩子探索科學原理的興趣，培養對科學實驗勇於嘗試及解決問題的態度。讓學生藉由動手做學習科學的內涵，並經由團隊激盪腦力，蒐集資料，激發出創意及解決問題、探究科學原理的動機，及對失敗勇於檢討、修正的勇氣。
2. 利用生活中易取得的材料—**棉繩**，搭配回收瓶罐、瓶蓋及紙板等，製作有趣、具古早味的傳統童玩，發揮創意進行試驗，為傳統童玩注入新的活力，並讓孩子從實作中，透過繩子的纏繞、扭轉，體驗將手施加的拉力與繩子扭轉蓄積的能量轉換為玩具的旋轉動能，及科學實作的成就感。

二、材料：

棉繩、塑膠瓶罐、瓶蓋、紙板、竹筷、冰棒棍、膠帶、白膠、紙盒。

三、活動過程：

（一）拉繩風車

1. 作法：(1)將寶特瓶（350 ml）瓶蓋和瓶底中心各鑽一個孔，大小能讓竹筷穿過，瓶身側打一圓孔。
- (2)將兩支冰棒棍中間鑽孔，交叉成十字以竹筷穿過，以白膠固定，製成風車葉片。
- (3)將竹筷穿過瓶蓋，把 50 公分的棉繩一端固定在竹筷上，再將棉繩另一端由瓶內穿出事先在瓶身側打好的圓孔，取下瓶口的塑膠環綁在繩端做為拉環。
- (4)將竹筷末端穿出瓶底圓孔，風車就完成。（如圖一、二）



圖一



圖二

2. 闖關方式:轉動瓶底竹筷，使棉繩在竹筷上纏繞多圈，手快速拉動拉環，使風車轉動，放鬆時，讓風車利用慣性持續轉動。體會規律的一拉一鬆能使風車持續轉動。即可過關。

(二)「繩」威飛輪

1. 作法：裁剪 1 個直徑 6 公分的圓紙板，在靠近圓心兩側鑽孔，兩個洞需在同一條直徑上，且與圓心的距離相等，將棉繩（長約 60cm）穿過孔後兩端連接打結。（如圖三）。

2. 闖關方式：手拿著繩圈的兩端，將繩子拉直，使圓紙板位於中央處，先甩動棉繩，使圓紙板以圓周方向旋轉，再利用不斷拉緊及放鬆繩子，讓圓紙板順利轉動，能感受到繩子一拉一鬆的節奏，使圓紙板持續旋轉，就算過關。



圖三

(三) 鬥陀螺

1. 作法:(1)發射器：取一個優酪乳罐，以橫剖面方向切除罐底，在罐底邊緣圓周相隔 180 度處各剪一缺口，做成發射器。（如圖四）。

- (2)陀螺：取兩個寶特瓶蓋，在平面的圓心鑽一圓孔，大小能穿過竹筷，將兩個蓋子蓋口相向對齊疊緊，把竹筷穿過圓孔，用膠帶固定瓶蓋。剪一段長約 50 公分的棉繩，做為發射的拉繩。（如圖五）。竹筷與瓶蓋接合面可包覆膠帶使瓶蓋更加牢固。

- (3)戰鬥盤:大底面積的紙盒(或淺盤)。

2. 闖關方式: (1)將棉繩纏繞在陀螺上方轉軸(竹筷)，棉繩末端從發射器瓶口拉出，將陀螺轉軸兩端固定在發射器另一端的兩缺口上。（如圖六）。



圖四



圖五



圖六

- (2) 一手拿穩發射器讓陀螺轉軸呈鉛直，另一手快速拉開棉繩，讓陀螺能在戰鬥盤上旋轉。

- (3)回答關主或平板呈現的問題，並完成陀螺製作，即過關。

四、 原理探討：

以上設計的科學玩具在運轉中都具有角動量，但操作方式有些許差異，詳說如

下：

(一) 拉繩風車

先將棉繩纏繞在轉軸上，手快速拉動繩子時，手施加的拉力轉換為風車的旋轉動能，當繩子完全拉直解開時，轉軸因慣性繼續旋轉，使棉繩繼續纏繞，過程之中有規律地拉、鬆繩子，則可讓轉動中的轉軸持續轉動。就槓桿原理來說，手拉風車可說是輪軸的一種，是以軸帶輪的方式轉動。

(二) 「繩」威飛輪

當我們甩動圓盤時，圓盤會帶動繩子產生扭轉、蓄積位能。

此時參與者往外拉繩，便可以將所蓄積的能量釋放出來，轉換成動能而帶動圓盤轉動。放鬆的時候，轉動圓盤會因為慣性繼續旋轉，帶動繩子重新扭纏捲緊，儲存為位能，讓轉動中的圓盤重新蓄積能量，成為之後轉動的動能。透過「一拉、一鬆」的節奏，圓盤就能不斷轉動。這可說是一個簡單的動能、位能轉換裝置。

主要透過纏繞繩子與拉、放繩子的週期性動作，將手施加的拉力轉換為圓盤的旋轉動能。其物理原理包含以下幾個重點：

1. 初始手動旋轉圓盤時，繩子會扭轉纏繞，並蓄積位能。當雙手向外拉開繩子時，繩子的張力對軸心產生力矩，使繩子解開並帶動轉軸，使快速旋轉，將位能轉化為轉動動能。
2. 圓盤具備一定重量與轉動慣量（Moment of Inertia）。當繩子完全拉直解開時，圓盤因慣性維持高速旋轉，不會立刻停止。
3. 依據慣性原理，若合力為零，則靜止物體保持靜止，平移物體以原速率沿原方向平移。若合力矩為零，轉動物體以原速率沿原方向轉動。

(三) 鬥陀螺

先將棉繩纏繞在轉軸上，手快速拉動繩子時，手施加的拉力轉換為陀螺的旋轉動能，旋轉的陀螺在所受的合力矩為零時，具有保持其轉動的慣性。

陀螺受力旋轉時，因各方向的力達到平衡，因此陀螺能暫時用軸端站立，保持平衡現象，接著受到空氣阻力、地面摩擦、或陀螺重心問題等各因素的影響，使其旋轉的力道逐漸減弱，等到旋轉的動力消失時，陀螺也跟著倒了下來。

就槓桿原理來說，陀螺屬於輪軸的一種，是以軸帶輪的方式轉動。力矩決定陀螺能否轉動，作用力與力臂相乘稱為力矩，力矩愈大，陀螺愈容易轉動。

透過發射器與棉線發射陀螺，既移動又轉動的陀螺兼具移動動能與轉動動能，移動速率和轉速愈快，總動能更大，能在碰撞時將對手撞出戰鬥盤。

*探究:如何讓陀螺轉得久-哪些因素會影響陀螺旋轉的時間？

(質量分布均勻、固定好、且質量分布距離軸心愈遠越好。)

五、資料來源:

1. 新興國中:從童玩玩科學--拉線飛輪，臺北科學日，民 115.05.09。取自：
<https://tpsci.phy.ntnu.edu.tw/exhibits/833>，上網日期：2026/09/09
2. 周祥順：溜溜球，玩轉角動量守恆的小玩具。民 101.03.28。取自：
<https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000008/detail?ID=d45c0fba-4a11-42da-a082-72562be34143> 上網日期：2026/09/11
3. 簡麗賢：《轉啊轉！戰鬥陀螺的科學》，人間福報 THE MERIT TIMES 2026-08-14 08:35 (09-03 11:22 更新) 取自：
<https://www.merit-times.com/news/524762>，上網日期:2026/09/09
4. 長安國小創意積木社-戰鬥陀螺。2026 臺北科學日，115.05.09。取自：
<https://tpsci.phy.ntnu.edu.tw/exhibits/26>。上網日期:2026/09/09
5. 《生活裡的科學》- 維持轉動平衡的角動量。大愛電視，2016.02.04。取自：
<https://www.youtube.com/watch?v=EzTzQDJeAUo> 上網日期:2026/09/18
6. 優物理知識點:旋轉世界的牛頓定律：力矩、角動量與轉動慣量。取自：
<https://uedu.tw/physics/a/rotation>。上網日期:2026/9/7