

爸爸童年的玩意

高小組 第三名

縣市：台南市

校名：成功國小

作者：黃靖騫、蘇斐琳、郭翰明

指導教師：陳淑容、黃陽明



黃靖騫：就讀成功國小六年級資優班，二年級起由陳守仁老師帶領探索大自然和進行科學實驗，希望在此領域更深入研究。歷屆科展作品：台南市38屆應用科學科初小組優等、39屆數學科高小組特優、40屆物理科高小組特優、全國第40屆高小組物理科第三名。

蘇斐琳：在台南長大的我，有爸爸、媽媽和一個弟弟，現就讀成功國小資優班六年級，在三年級時，認識了指導我們三年科展的陳守仁老師。在這三年的觀察、實驗及問題的討論中，發現有時做實驗是很有趣的，有機會會再繼續研究。

郭翰明：一九八九年生於台南市。六歲上成功國小，二年級進入資優班，四年級選上環保小署長，五年級榮獲全國科學展覽比賽高小組物理科第三名。最喜歡的學科是數學、自然；最喜歡的課外讀物是小牛頓、牛頓；最崇拜的人是愛因斯坦。將來想從事科學研究，造福人群。

關鍵詞：製作古玩具、轉出問題、解釋資料

一、研究動機

有一天，鹿耳門天后宮在舉行廟會，展示了一些童玩，其中也有老師指導我們製作過的好

玩童玩。有一件是爸爸童年的玩意，那個玩具是用古錢和竹筷做成的，利用棉線做動力，我很喜歡，就利用課餘時間找幾位同學一起來玩，也玩出了一些科學的方法。

二、研究目的

- (一)從「古錢幣的陀螺」設計了許多玩法。
- (二)從操作和遊戲中，學會了變因的控制。
- (三)陀螺轉動時會不穩定，發現一些容器可以使它穩定。
- (四)從活動中，學習了細心、耐心的態度。

三、研究過程

活動一：古錢幣可以做出哪些玩意？

1.做毽子：

(1)製作方法：

- 甲、將塑膠袋剪成兩半。
- 乙、把古錢幣放在中心線上。
- 丙、以錢幣為中心，將塑膠袋折為一長條狀。
- 丁、將古錢幣中間的洞鑽通。
- 戊、把古錢幣旁的塑膠袋折成平條狀。
- 己、將兩旁的塑膠袋反塞進洞裡。
- 庚、將塑膠袋剪成一絲一絲的，就完成了。

(2)玩法：

- 甲、用腳踢毽子：我踢給你看。
- 乙、用手彈毽子：看我彈彈看。
- 丙、用板子打毽子：比比看！誰打得「狠」。

2.做陀螺：

(1)材料：竹子、棉線、白膠、古錢幣、圓形木棍、鋸子、美工刀

(2)製作方法：

- 甲、把竹子鋸成一小段。

乙、套進錢幣的方洞裡。

丙、用棉線和白膠將錢幣固定。

丁、把圓形木棍鋸成一小段。

戊、在圓形木棍上做記號。

己、用美工刀削成像箭的軸心。

(3)玩法：

玩法ㄅ：

甲、將棉線的一端綁上螺帽(12個共301.2克)，另一端由下往上順時針有秩序的纏繞在竹子上。

乙、在桌邊放一個定滑輪的支架，把棉線掛在滑輪上，手輕輕的一放，螺帽就會受地心引力的影響而往下掉，陀螺也開始轉動。

丙、當陀螺轉動穩定後，垂直的把陀螺放到桌面上，也開始計時。

玩法ㄆ：在錢幣的邊緣黏上棉線，棉線的另一端綁上綠豆，陀螺轉動時，看綠豆飛起來的情形。

玩法ㄇ：在錢幣上貼上畫滿七彩的紙，陀螺轉動時，看色彩的變化。

玩法ㄏ：在錢幣的邊緣黏上幾塊刀片，陀螺轉動時，可拿來切東西。

玩法ㄏ：陀螺轉動時，將一條線纏繞在軸心上，看線的變化。

玩法ㄏ：在陀螺上灑一些水，陀螺轉動時，看水被噴出的情形。

玩法ㄏ：在軸尖畫上顏料，看陀螺轉動時，會形成什麼圖樣。

活動二：陀螺的重量不同，會影響轉動的時間嗎？

1.討論：

(1)陀螺愈重，轉動得較穩，時間較長。

(2)陀螺較輕，容易因為小小的不平衡就倒下，所以時間就會較短。

2.疑問：如果陀螺很重時，會不會轉動得更久呢？

3.我們再做做看：古錢幣在陀螺的葉片下，加上重量6.1 g,12.2 g,18.3 g.

4.我們的想法：陀螺愈重，軸尖所受的力也愈大，所以轉動時間並不會更長。

活動三：古錢幣在軸上的位置不同，會影響轉動的時間嗎？

1.討論：

(1)當錢幣在軸上偏下 $\frac{1}{3}$ 的位置時，轉動起來較穩。

(2)當錢幣在軸偏上 $\frac{1}{3}$ 的位置時，只要稍微不穩，就很容易倒下。

2.推想：錢幣在軸的上方($\frac{1}{3}$ 處)轉動時，重心會偏高；錢幣在軸的下方($\frac{1}{3}$ 處)轉動時，重心會偏低。重心高，會不穩定，容易傾倒；重心低，會很穩定。例如：不倒翁，重心低，不會倒；鉛筆直立，輕輕一吹就倒了。

活動四：錢幣的大小不同，會影響轉動的時間嗎？

1.討論：

(1)陀螺越大，轉動的時間越長，轉速越慢。

(2)當錢幣愈大，轉動時如有一邊不穩，另一邊就愈容易使它平衡。

(3)錢幣較大時，它的兩旁會使它平衡，所以轉動的時間較長。

(4)錢幣較小，轉動得非常不穩定。

2.推想：錢幣大，比較重，轉動時重心低比較穩定，可是太大時，使它轉動的力要更大。有時力量不足，反而使轉的時間變短。

活動五：錢幣的排列不同，會影響陀螺轉動的時間嗎？

1.討論：

(1)重心越不穩，轉動時間越短。

(2)排列方法不同，沒有多大的影響。

2.推想：三個錢幣緊靠在一起，它轉動時重心的位置不會有太大的差異，所以轉動的時間不會有什麼太大的不同。

活動六：軸的長短不同，會影響陀螺轉動的時間嗎？

1.討論：

(1)陀螺一開始以軸尖為支點，後來它不斷繞圓圈才倒下。

(2)在錢幣上下的軸心長短比例差太多，所以轉不久。

(3)軸的長短，如果比例是1:1，那麼也不會轉很久。

2.推想：錢幣在軸的位置是（上：下=2:1）這樣在轉動時，重心低比較平穩，軸太短（3cm），陀螺轉動不穩定。

活動七：軸心的長短會影響陀螺轉動的時間嗎？

1.討論：

(1)軸心長度8公分是最理想的長度。

(2)過長的軸心會使陀螺轉動不穩定，轉動大約15秒後就會比較穩定。

2.推想：軸心太長轉動時，因為重心高，所以不穩定容易倒下。

活動八：軸心的粗細不同，會影響陀螺轉動的時間嗎？

1.討論：

(1)較細的軸心轉動的時間較長。

2.推想：軸心細，轉動時比較順暢，使重心平穩。

活動九：軸心在軸尖的位置不同會影響轉動的時間嗎？

1.討論：

(1)軸心在軸尖的位置越偏，轉動越不穩定，且時間越短。

(2)軸心的位置在正中央，所轉動的結果最理想最穩定。

2.推想：軸心在軸的中央，表示重心在正中央，轉動時會平穩；軸心偏中央，會使重心改變，偏離愈遠重心愈不穩定，使陀螺容易倒下去。

活動十：軸尖尖端的粗細不同，會影響陀螺轉動的時間嗎？

1.討論：

(1)軸心尖端太粗，會和接觸面摩擦，時間就會較短。

(2)軸心尖端較細，和接觸面的摩擦較小，所以轉動的時間就會較長。

2.推想：摩擦力會使陀螺轉動的速度慢下來而倒下來。

活動十一：軸尖的長短不同，會影響陀螺轉動的時間嗎？

1.討論：

(1)軸尖長短1cm是最理想的。

(2)軸尖太長轉動時容易傾倒。

(3)軸尖太短，轉動時也不容易站立。

2.推想：軸心太長，重心不穩；軸心太短，摩擦力大都會使陀螺轉動的時間變短。

活動十二：軸尖尖端的位置不同，會影響陀螺轉動的時間嗎？

1.討論：

- (1)軸尖的位置太偏，轉動時會站不起來。
- (2)軸尖的位置正中，重心較不易偏，轉動的時間也較久。

2.推想：軸尖位置在中心，轉動時它的重心在中心上，而且轉動平穩。

活動十三：軸尖的大小不同，會影響陀螺轉動的時間嗎？

1.討論：

- (1)軸尖最大的軸心轉動時很不穩定，會跑來跑去。
- (2)軸尖第四大的軸心轉動很穩定，但會跑來跑去，且時間最長最理想。

2.推想：軸尖粗阻力大，軸尖細小容易滑動，都會影響陀螺轉動的快慢和時間。

活動十四：線的粗細會影響轉動的時間嗎？

1.討論：

- (1)線愈粗和軸產生的摩擦力越大，所以轉動的時間愈長。
- (2)線愈粗所產生的轉動較穩定。

2.推想：線的摩擦力使陀螺產生轉動，線粗產生的摩擦力大，所以轉得久。

活動十五：線的長短不同，會影響陀螺轉動的時間嗎？

1.討論：

- (1)剛開始陀螺的軸尖固定，但錢幣仍在搖動，之後就慢慢全部穩定，當它快倒下時，錢幣不動，軸心上端和尖端搖動，使陀螺不穩而倒下。
- (2)線愈長拉動陀螺也愈穩定，所以時間也會愈長。

2.推想：線愈長摩擦力使陀螺轉得更久。

活動十六：線的質料不同，會影響陀螺轉動的時間嗎？

1.討論：

- (1)因為毛線較粗，摩擦力較大，陀螺轉動快，時間也越久。
- (2)線甲很滑，摩擦力較小，陀螺轉得很慢，時間越短。

2.推想：線的粗滑會使摩擦力不同，產生的動力也不同，陀螺轉動的時間就不同了。

活動十七：接觸面的質料不同，會影響陀螺轉動的時間嗎？

1.討論：

(1)紙盤較軟，容易讓陀螺陷在某個地方，摩擦力就較大，所以轉的時間很短。

(2)玻璃盤較平滑，摩擦力就較小，所以轉動時間較長。

2.推想：接觸面的滑動會產生摩擦力，使陀螺的轉動受到影響。

活動十八：接觸面的粗細不同，會影響陀螺轉動的時間嗎？

1.討論：

(1)較細的砂紙，因為摩擦力較小，所以轉動的時間較長。

(2)陀螺轉動時，通常會在砂紙上留下軌跡，常停在某一點轉動。

(3)砂紙會影響陀螺的行進方向，而使陀螺常停在一點轉動。

(4)陀螺會因為路面不平，轉起來不穩定。

2.推想：軸尖和接觸面的阻力會使陀螺的轉動改變，阻力大，轉動時間短。

活動十九：用力的大小不同，會影響轉動的時間嗎？

1.討論：

(1)因為螺帽的重量不同，使陀螺受力的大小不同，而轉動的時間也會不同。

(2)螺帽越多拉力越大，轉動的時間較長。

2.推想：力量是陀螺轉動的動力；我們用地心的引力（重力）使陀螺轉動。

活動二十：線的纏繞方法不同，會影響陀螺轉動的時間嗎？

1.討論：

(1)由上而下的逆時針繞法是最為恰當。

(2)每種繞法的轉動都相當平穩、順暢。

(3)陀螺在木盤上轉動時，似乎都同一點轉動。

(4)纏繞的方法對陀螺的轉動較無影響。

2.推想：玩陀螺和自己的習慣有差別，繞線的方法也一樣。

活動二十一：陀螺轉動時，會有哪些變化？

1.討論：

(1)陀螺在裝有米的盤子裡轉動時，陀螺會把擋在前面的米撥開，而那些米會很順從的跑到陀螺後面並跟著陀螺轉動。

(2)陀螺在裝黃豆的盤子裡轉動時，陀螺不會因為聚集在一起的黃豆，而改變它行走的方向。而且在陀螺附近的黃豆，也會跟著它快速的轉動。

(3)陀螺在裝有BB彈的盤子裡轉動時，BB彈較密集的地方會成放射狀的振動，較鬆之處的BB彈，會隨陀螺轉動的方向而轉動。

(4)陀螺在裝水的盤子裡轉動時，水的波紋會像石子丟入水中一樣成圓弧狀，而靠近陀螺的水向水管的出口向上噴出來水一樣突出來。

(5)當陀螺在水面轉動時，較不易撞上盤壁。

2.推想：陀螺轉動時，軸心遇到障礙物會向四周運動；轉動的力量會排開障物。

我想：陀螺轉動時，會產生一種力量，參考資料才知道是「轉動慣量」。

活動二十二：陀螺轉動時，從不同位置的上方滴水，會有何變化？

1.討論：

(1)水會因為離心力而甩出，螺帽越多拉力越大，轉動的時間較長。

越裡面散得越遠。

(2)陀螺轉動時產生一種力量叫轉動慣量，陀螺越重使它轉動越難，也就是轉動慣量越大。

(3)陀螺轉動時也產生一種離心力，水滴在葉片上受離心力的作用，水滴在上面時會從切線的方向噴出去。離圓心越遠力量越大，噴得越遠。

2.推想：陀螺轉動時，使水滴沿著切線的方向，噴出是一種離心力。

活動二十三：陀螺轉動時，滴下鹽水和沙，會有何變化？

1.討論：

(1)沙子的重量比鹽水重，所以散的比較近。

(2)沙子和鹽水運動的方向是切線（與直徑成垂直）。

2.推想：陀螺轉動時的離心力，遇到重物從上方滴下來，流下來時總是沿著切線方向運動。物體愈重推動的愈近。而且離心力和陀螺轉動得快慢有關係。

活動二十四：陀螺轉動時，會不會變輕？

1.討論：

(1)陀螺旋轉所產生下降的氣流，可以支撐陀螺的重量，使重量微微的變輕。

(2)我們原以為轉動時，會減輕很多的重量，可是經過實驗證明，減輕的重量真是「微不足道」太少了，因為一個物體的重量會受到重量的影響，而且陀螺轉動產生的離心力並沒有使重量離開它。可是實驗證明沒有減去太多的重量，在天秤上只有2-3格的偏離，雖然沒有很具體，可是可以看出來。

2.推想：原以為陀螺會因為快速轉動時的離心力會使陀螺的重量減輕而失去重量，我們還是存著一些疑問？會不會儀器不精密，或者減輕的微微重量真的是離心力或別的力量。

四、結論

(一)當聽爸爸說：「童年家境比較苦，沒錢買玩具，都靠自己動手做，失敗了再做，一定會成功；玩壞了再做，會做的更好。」爸爸童年真是個小小科學家。

(二)陀螺是個玩不膩的玩具，要想出很多的玩法，也就是實驗中的操縱變因，會使我們從玩陀螺中學習科學。

(三)影響陀螺轉動的變因很多，例如軸的長短、粗細，軸心的長短、粗細，軸心尖端的長短、大小、尖鈍.....等；還有接觸面、力量的大小、繩子的質料、長短、粗細.....都會影響陀螺的轉動。

(四)陀螺轉動時，葉片會快速旋轉，產生了一股力量，使滴在上面的水滴、鹽水、細沙沿著切線的方向拋出去的直線運動，這種力量叫離心力；葉片轉動愈快，離心力愈大。

(五)陀螺在天秤上轉動很快時，測量它的重量有微微的減輕，我們認為是葉片下面產生一股氣流使它減輕，而不是離心力使它減輕。

(六)陀螺幫我們解決了色輪「黑白配的秘密」和「各種顏色組合的變化」。可惜我們的「牛頓色輪」做得不是很完美。

五、我們克服了「力」的困難

玩陀螺要把纏在軸上的線拉開，如果用手拉，每一次的力量不會相同造成不公平，經過好久的思考討論，想起了「五年級的定滑輪」，才恍然大悟，利用大自然的「重力」—地心引力幫我們拉陀螺，真的成功了。

六、感謝的話

(一)感謝爸爸一年來每個周日載我到兒童科學館和輔導中心請陳老師指導。辛苦了，爸爸。

(二)感謝老師當我們遇到困難，你還鼓勵我們再想想看！雖然花了好多時間，現在完成了，才知道為什麼老師不告訴我們答案的原因了！

(三)感謝大家的合作，有時雖然有爭論，但大家都能虛心接受別人建議。

(四)感謝學校有機會讓我們出去展示這次的成果，太感謝了。

評語

對於陀螺旋轉有關的諸多問題，如重量、半徑、軸心特性、轉點特性、離心力問題等能以符合控制變因的科學方法作詳盡的探討。內容完整，表現生動。另有關轉速所牽涉的流體動力學現象的演示相當具有創意。

[回到目錄頁../Index.htm](#)