

屏東縣第 51 屆國中小學科學展覽會作品說明書

科 別：數學

組 別：國小組

作品名稱：陀螺的秘密

關鍵詞： 陀螺 、 圓心 、 半徑

編號：

陀螺的秘密

摘要

什麼叫陀螺？他有一定的形狀嗎？從小玩到大從來沒有深入去了解陀螺這個隨身的好玩伴，這次藉由數學課平面圖形中認識圓的學習，讓我們有此次實驗的經驗，詳細地對陀螺的轉動原理一探究竟。原來陀螺的重量及半徑大小這二個因素，都會影響陀螺旋轉的時間和穩定度。「生活中處處是學問」經過了這次實驗讓我們大開眼界，想不到日常生活中很平常的陀螺居然有著這麼大的學問。

壹、研究動機

康軒版第七冊數學課本第八課是上平面圖形，當老師介紹到圓的圓心時，補充說如果用一根棒子插在圓心上，那麼這個圓就可以當做陀螺，因為圓心是圓的重心。當時我心裡突然有了一些疑問，因為我所看到的陀螺有大有小、有重有輕，那麼大小和輕重是否會影響到陀螺轉的時間和穩定程度呢？還有如果是三角形是否也可以找到重心，使這種圖形能像圓形陀螺一樣穩定的旋轉呢？於是我就在星期三的下午邀了幾個同學，在老師的指導下，做起了我們的有趣陀螺實驗！



照片一

貳、研究目的

本實驗主要目的是想探討以下五個問題：

- 一、陀螺圓面大小是否會影響它轉的時間長短和穩定度。
- 二、如果同大小但不同重量它轉的時間長短和穩定度是否會一樣。
- 三、如果同重量但不同大小，它轉的時間長短和穩定度是否會一樣。
- 四、如果在圓加上同大小的環，它轉的時間長短和穩定度是否會一樣（前三個實驗結束後追加的實驗）。
- 五、如何找到隨意三角形的重心。

參、研究設備及器材

厚紙板兩片、薄紙板一片、長竹籤一包（文具行可買到）、瞬間膠一瓶（固定軸心，以免滑動）、劃圓刀一隻（如果先畫圓再剪，可能不好剪成正圓，因為是紙片的關係）（如照片二）。



照片二

肆、研究方法

- 一、我們每個人都有自己的工作，分別有轉動陀螺、計時、計旋轉次數、觀察記錄。
- 二、每個盤面都有粗紅線，是爲了方便計算轉速。



照片三

伍、研究結果

實驗一

一、大小不同的實驗：

先用劃圓刀在厚的紙板上切出半徑為七公分、六公分、五公分、四公分、三公分的圓各一（如圖四），然後插上竹籤並用瞬間膠加以固定，並畫上寬紅線，然後大家各自做自己被分配到的事，觀察後記錄如下表：

次 半徑	1		2		3		備註
	秒	次	秒	次	秒	次	
7公分	1 9	4 2	2 3	5 4	2 6	5 2	起先蛇行，但後來固定在一點上轉
6公分	1 6	4 2	2 5	5 7	1 8	4 9	從開始到最後都沒有固定點
5公分	1 3	3 0	1 3	3 1	1 7	3 8	從開始到完，像彈簧一樣的運行
4公分	9	3 1	1 2	3 8	1 1	2 5	頭尾都抖個不停，但中間較平順
3公分	1 1	3 0	8	2 7	1 0	3 1	轉速很快，但最後說倒就倒

表一



照片四（完成圖）

二、結果：

我們所得到的結果發現雖然 7 公分和 6 公分的轉的時間差不多，但是穩定度來說 7 公分的就較穩定。不過按照實驗的結果可知道（如表一），越小不但穩定度越差，而且即使轉的速度較快，但轉的時間卻變短。所以我們得到圓面越大，則轉的時間越長；但是圓的大小卻有兩個變因待定，分別是重量及半徑大小（實驗前我們就知道的，只是不知影響為何），我們爲了要得知是哪一個影響轉的時間和穩定度，所以我們分別設計了以下實驗來。

實驗二

一、重量不同，但圓半徑大小一樣的實驗：

我們分別用厚及薄紙板做出重量不同但大小一樣的圓（如照片五），看控制半徑後得到什麼結果。於是我們得到：

厚薄	計次		1		2		3		備註
	秒	次	秒	次	秒	次	秒	次	
厚紙板	2 2	5 6	1 9	5 1	2 3	5 7			盤面較穩定
薄紙板	1 5	4 8	1 9	5 2	1 8	5 6			盤面晃動較利害

表二



照片五（完成圖，左薄右厚）

二、結果：

由表二可知半徑雖然一樣，但是很明顯的薄的表現和半徑小的表現類似（如表一），雖轉速加快，但是不但不穩，而且轉的時間變短了，大約是優於半徑 5 公分，劣於半徑 6 公分。可見半徑大小不是唯一影響轉速和穩定度的因素。

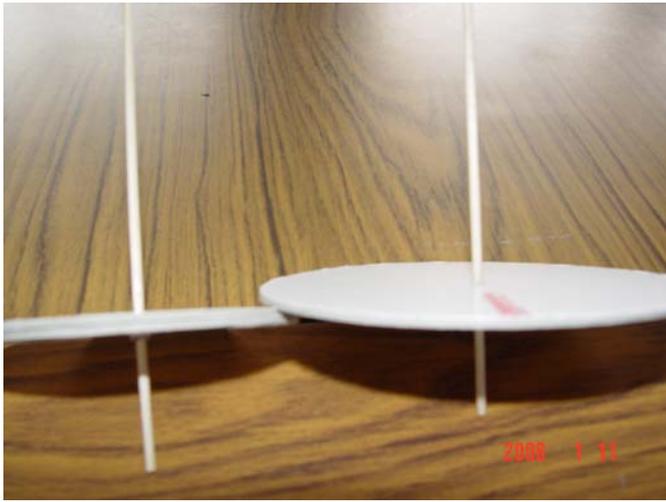
實驗三

一、同重量但不同半徑的實驗：

經老師計算得到二個半徑 4.2 公分黏合起來的重量，和一個半徑 6 公分的重量相當（照片六），我們做好後就開始測量，得到的結論如表三：

半徑	計次		1		2		3		備註
	秒	次	秒	次	秒	次	秒	次	
4.2 公分	1 2	4 2	1 2	3 9	1 3	4 3			跑的穩定度較差
6 公分	2 0	5 6	2 2	5 7	2 1	5 7			跑的穩定度較佳

表三



照片六（完成圖，左小右大）

二、結果：

由表三可知雖重量一樣，但是盤面較大的不但轉的時間久而且穩定度也佳；而盤面小的如參考表一可發現，它只和半徑 5 公分的圓盤轉的時間相當，但穩定度較佳；所以由實驗二和實驗三可知影響陀螺轉動的二個變因中，二個影響力似乎是相當。所以我們就又設計了以下的一個實驗。

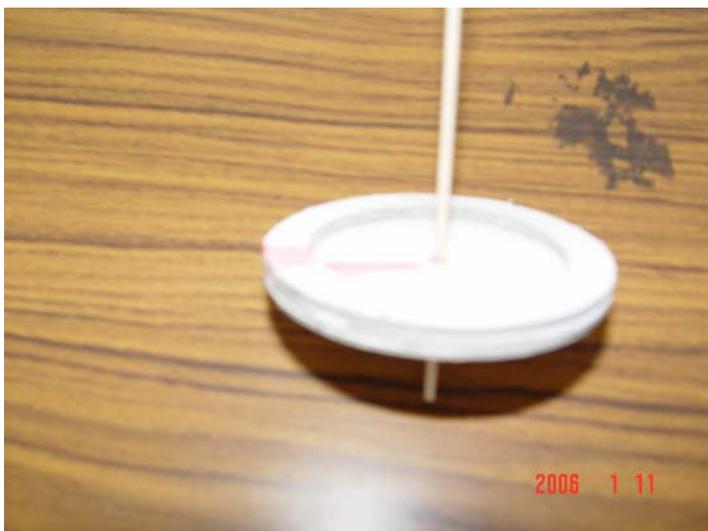
實驗四

一、把圓環加到圓面去的實驗：

從實驗二和三我們得到如果把重量和半徑分開來實驗，它們的影響都不是絕對的，也就是說陀螺的轉的時間長短和穩定度是兩個一起影響的。經過老師提示後，我們就改良實驗三，把加的重量只加在圓盤的外圈（如照片七）又會有什麼結果？以下是得到的結果（用半徑五的當原始圓盤，環寬 1 公分）：

計次 加環	1		2		3		備註
	秒	次	秒	次	秒	次	
未加前	1 3	4 3	1 4	4 2	1 7	5 8	穩定度和前面的一樣
加一個	1 8	5 3	1 7	5 0	2 2	6 4	比前面好一些
加二個	2 6	7 7	2 9	7 3	2 8	7 1	比半徑 7 公分的還好
加三個	3 5	6 9	3 7	8 3	3 4	8 3	比半徑 7 公分的還好 很多

表五



照片七（完成圖）

二、結果：

哇！真是不可思異，加到外圍後居然能得到那麼好的結果，加兩個環的效果就比半徑 7 公分還好很多（經老師計算的結果它的重量還比半徑 7 公分的還小），而且到了加二個環以後，轉的次數下降但時間卻增長。

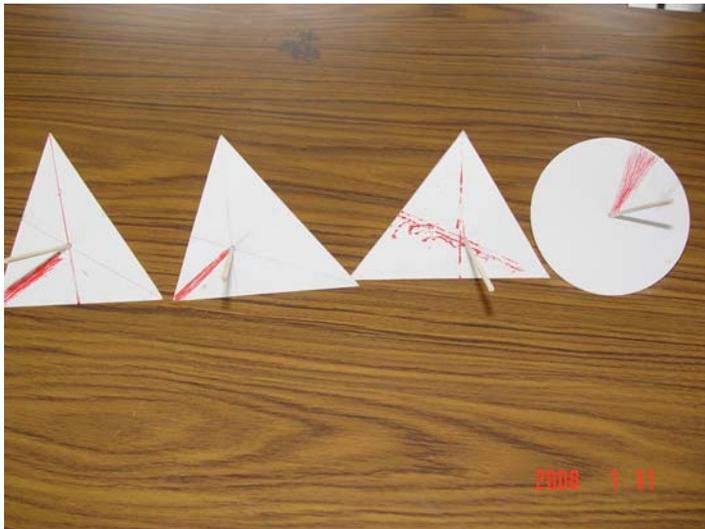
實驗五

一、隨意三角形的陀螺：

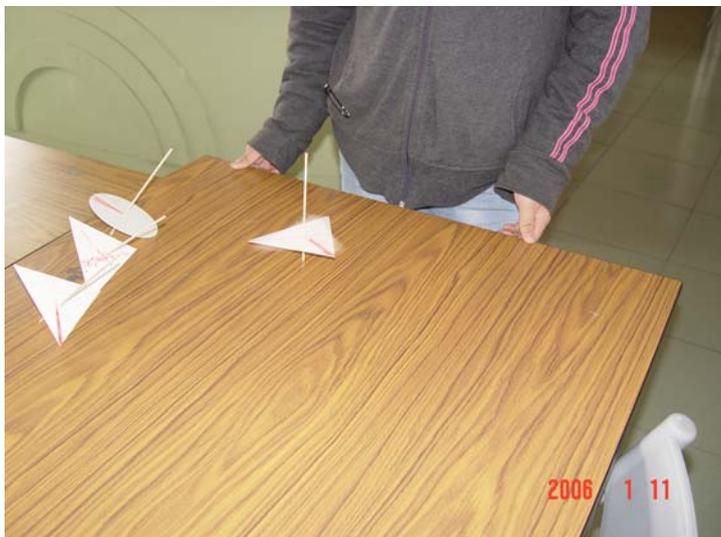
用厚紙板描摹了三個相同的隨意三角形（三邊長分別為 9 公分、9.9 公分、11.5 公分），然後老師提示可從三頂點到三邊做邊的特別處（例如垂直邊或平分邊）連線，連完後會得到一個交點（如照片八），以此點插木棒看看，以下我們所做的結果：

計次 取邊關係	1		2		3		備註
	秒	次	秒	次	秒	次	
垂直邊時	1	3	1	3	1	3	一轉就馬上倒下
平分邊時	7	19	5	15	6	16	轉得比較久，但是速度慢 時易倒下
5 公分圓	6	199	25	12	26		轉得三角形更久，且速度 慢時不易倒下

表六



照片八（完成圖,左一平分邊，左二垂直邊）



照片九（平分邊三角形轉動圖）

二、結果：

是平分邊的三角形才能轉(照片九)，但轉的時候在速度慢時容易倒下,而對照圓卻不易倒下。本實驗都是由薄紙板，比較容易切割，所以本處的圓轉得比表一轉得少；而圓取的方式是由平分邊的三角形中心點到三頂點距離除以 3，所得就當圓的半徑。而照片八右二的三角形本來是要用另一種方法取得重心（用吊起來彈出垂直地面的線的交點取得），但是因為器材不夠精細所以失敗。

陸、討論

從小玩到現在，從來沒有深入去了解陀螺，這次的實驗實我們有幾個疑點：

- 一、什麼叫陀螺？他有一定的形狀嗎？經老師的說明了解，只要是繞一中心轉動的固體都可以叫陀螺，不一定要什麼樣的形狀。
- 二、我們在做實驗時發現所有的陀螺在轉時，竹籤頂也在繞圓圈，老師解釋說這種現象

叫陀螺效應，起因是竹籤插入時可能沒有在正中央，或是圓盤沒有垂直竹籤，造成重量分配不平均產生的。而這種現象經常發生在星球的自轉上，像我們的地球因為重量分佈不平均就有這種現象，所以會產生北南極的改變，甚至影響到自轉的長短，進而影響到季節的規律，所以我們的四季通常經過一段時間就要修正。

三、第四個實驗我們發現重量如果在周圍增加轉速會變慢，老師說這種現象可以解釋溜冰的人為什麼手一收起來轉得就會很快。這種現象就是因為影響旋轉的因素，就是由重量和半徑互相作用產生的，而它的名字就叫轉動慣量，它的道理就像坐翹翹板的道理一樣，翹翹板坐的人越輕，如果坐後面一點就可和較重的人平衡；所以如果重量集中在外圍，那麼要轉快一點，就要多一些力量，但如果力量一樣，那麼只好用變慢來補。

四、在實驗休息的時候，老師讓我們自由玩已做好的陀螺，玩著玩著就把陀螺拿了起來再放到別的地方，陀螺還是繼續在轉，老師說那也是因為轉動慣量造成的。另外我們在手時，尤其是實驗四的外加三個環那個，拿起來如果有一個角度，會感覺到有一個反方向的力量存在。老師說那個也是轉動慣量造成的現象，而且科學家還利用這種現象做了很多有用的東西，像陀螺儀就是其中的代表；大的陀螺儀可以減輕船在海浪中的起伏，小的可以幫助太空人在外太空取得方向．．．．．等等功能。

五、可不可以做其它形狀的陀螺呢？老師說把三角形吊起來，用各頂點接繩子彈上油墨就是可以用在其它形狀的圖形上找重心，古代的數學家就是用這種方式找重心的。可惜因為我們的設備太粗糙，沒辦法做出那樣的線，所以這次實驗只能做到這邊。

柒、結論

經過了這次實驗讓我們大開眼界，想不到日常生活中很平常的陀螺居然有著這麼大的學問。難怪會經常聽到生活中到處是學問的說法，經過了這次的實驗，使我深深體會到這句話的真義。