

嘉義縣第 53 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書（封面）

科 別： 物理

組 別： 國小組

作品名稱： 旋轉陀螺

關鍵詞： 陀螺 材料 軸心 （最多三個）

編號：

製作說明：

- 1.說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
- 2.編號由承辦學校統一編列。
- 3.封面編排由參展作者自行設計。
4. 作品說明書任一頁請勿出現校名、作者、校長及指導教師姓名等，並且照片中不得出現作者或指導教師之臉部。

目錄

內容	頁數
壹、 摘要.....	3
貳、 研究動機.....	3
參、 研究目的.....	3
肆、 研究設備及器材.....	3
伍、 研究過程及方法.....	4
陀螺的結構分析.....	4
實驗一：上下軸不同長度的陀螺，旋轉的時間是否不同.....	4
實驗二：不同大小的陀螺，旋轉的時間是否不同.....	5
實驗三：不同形狀的陀螺，旋轉的時間是否不同.....	7
實驗四：不同材質的陀螺，旋轉的時間是否不同.....	8
陸、 討論.....	9
柒、 結論.....	10
捌、 參考資料.....	10

旋轉陀螺

壹、摘要

在我們製作的各式陀螺中，陀螺的軸心上下比例為上 4 下 2（手拿的部分 4 公分，陀螺面以下 2 公分）、陀螺面積為半徑 5 公分、陀螺形狀為圓形、陀螺材質為硬塑膠（思樂冰的杯子），陀螺的旋轉時間會比較長。

貳、研究動機

我們在上自然課時，老師介紹了一些有趣的科學遊戲讓我們親自動手製作，在製作陀螺的時候，我們發現很多同學作出來的陀螺都不一樣，旋轉的情況也不同，因此，我們便去請教老師，怎樣的陀螺才會轉的比較好呢？老師便建議我們找幾個志同道合的同學，一起動手實驗，探討陀螺的奧秘。

參、研究目的

爲了要了解不同陀螺的旋轉情形，我們的研究目的如下：

- 甲、 上下軸不同長度的陀螺，旋轉的時間是否不同。
- 乙、 不同大小的陀螺，旋轉的時間是否不同。
- 丙、 不同形狀的陀螺，旋轉的時間是否不同。
- 丁、 不同材質的陀螺，旋轉的時間是否不同。

肆、研究設備及器材

一、製作材料：

- 1.軸心—竹筷子。
- 2.陀螺—厚紙板、塑膠、牛皮紙、西卡紙、衛生紙盒、影印紙、不同的塑膠杯。

二、研究設備：碼錶、尺。

三、其他：削鉛筆機、剪刀、美工刀。

伍、研究過程及方法

甲、 陀螺的結構分析

(一) 陀身：

- 1.實心
- 2.空心：

(二) 軸：

- 1.無軸：心中的軸〔不存在〕
- 2.有軸：

(1) 無固定軸——錢幣

(2) 有固定軸

(a) 無形的軸〔無法具體呈現〕：圓球體、蛋體、錐體〔圓錐、三角錐〕。

(b) 有形的軸：畫圖陀螺（上下都有軸）、鞭打陀螺（無上軸有下軸）、倒立陀螺（有上軸無下軸）等等。

(三) 材質：

- 1.木製〔數量最多〕
- 2.竹製〔大部份是製作響螺〕
- 3.金屬〔各種不同的金屬，包括合金在內〕
- 4.塑膠、橡膠、玻璃纖維
- 5.紙〔自製者居多，需配合竹材完成〕
- 6.綜合〔以上任二種材質的結合〕

乙、 實驗一：上下軸不同長度的陀螺，旋轉的時間是否不同。

(一) 實驗設計：

1. 用 5 根相同的竹筷子，從筷子的底部量取 6 公分，用美工刀將剩餘的部份切除。
2. 分別在竹筷子上用尺量出上 4 下 2（上面 4 公分，下面 2 公分）、上 3.5 下 2.5、上 3 下 3、上 2.5 下 3.5、上 2 下 4，共 5 種不同上下軸的軸心。
3. 用圓規在厚紙板上量出半徑 3 公分的圓，共畫出 5 個圓，並用剪刀剪下。
4. 把不同上下軸的軸心裝在陀螺的圓心上。
5. 開始轉動陀螺並觀察紀錄，用碼錶計時，當陀螺的面碰到地板時，即停止計時。

(二) 操縱變因：不同上下軸的長度。

控制變因：陀螺大小、陀螺形狀、陀螺材質。

應變變因：陀螺旋轉的時間。

(三) 陀螺的規格表

表一 上下軸不同長度的陀螺規格表

軸心材質	軸心形狀	陀螺大小	陀螺形狀	陀螺材質
竹筷子	圓形	半徑 3 公分	圓形	厚紙板



不同比例的軸心

(四) 實驗結果：

表二 上下軸不同長度的陀螺，旋轉情形觀察紀錄表

單位：秒

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
上4下2	3.84	5.28	4.82	4.18	4.3	4.48	4.56	4.31	4.4	4.37	4.454
上3.5下2.5	4.53	4.07	3.25	4.07	3.72	3.54	4.69	4.53	3.25	5	4.046
上3下3	2.84	2.82	3.84	3.72	3.66	3.25	2.44	2.9	3.57	3.75	3.179
上2.5下3.5	3.31	3.34	2.75	3.03	2.85	2.41	2.93	2.94	2.44	3.63	2.963
上2下4	2.41	2.47	2.44	2	2.06	3.53	3.53	3.34	3.34	3.6	2.872

(五) 我們發現：

1. 實驗 5、6 次後，陀螺的軸心就會鬆掉，所以要做幾個備份的陀螺。
2. 後來我們發現，鬆掉後將陀螺反面裝上軸心，即可再使用。
3. 如果等到陀螺停才計時，若有風吹過來或是轉動的力氣大時，陀螺會在地板上晃動，這樣計時的時候，有時是晃動完才計時，有時是一停止就計時，會造成時間測量時的不準確，所以我們討論後一致決定，當陀螺的面碰到地板上就停止計時。

(六) 研究討論：

1. 我們的實驗結果發現，上下軸比例為上 4 下 2 的陀螺，旋轉的時間最久。
2. 上下軸的比例，下面的長度越長，陀螺旋轉的時間越短。
3. 陀螺的面跟軸心的鬆緊度會影響陀螺旋轉的快慢，因此每次在實驗之前，一定要先檢查陀螺是否鬆了，鬆了就必須更換陀螺。
4. 陀螺每次轉完後，要將陀螺的面和軸心調整使垂直，以免影響實驗結果。

三、實驗二：不同大小的陀螺，旋轉的時間是否不同。

(一) 實驗設計：

1. 用 6 根相同的竹筷子，從筷子的底部量取 6 公分，用美工刀將剩餘的部份切除。
2. 分別在竹筷子上用尺量出上 4 下 2（上面 4 公分，下面 2 公分）共 6 種

一樣長度的軸心。

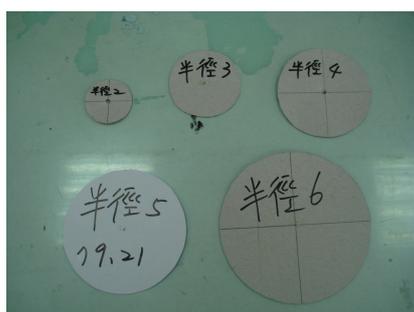
- 用圓規在厚紙板上量出半徑 1 公分、半徑 2 公分、半徑 3 公分、半徑 4 公分、半徑 5 公分、半徑 6 公分的圓，並用剪刀剪下。
- 把不同大小的陀螺裝在相同的軸心上。
- 開始轉動陀螺並觀察紀錄，用碼錶計時，當陀螺的面碰到地板時，即停止計時。

(二) 操縱變因：不同大小的陀螺。

控制變因：軸心上下軸比例、陀螺形狀、陀螺材質。

應變變因：陀螺旋轉的時間。

(三) 陀螺規格表



不同大小的陀螺

表九 不同大小的陀螺規格表

名稱	軸心比例	軸心材質	軸心形狀	陀螺大小	陀螺形狀	陀螺材質
A	上 4 下 2	竹筷子	圓形	半徑 1 公分	圓形	厚紙板
B	上 4 下 2	竹筷子	圓形	半徑 2 公分	圓形	厚紙板
C	上 4 下 2	竹筷子	圓形	半徑 3 公分	圓形	厚紙板
D	上 4 下 2	竹筷子	圓形	半徑 4 公分	圓形	厚紙板
E	上 4 下 2	竹筷子	圓形	半徑 5 公分	圓形	厚紙板
F	上 4 下 2	竹筷子	圓形	半徑 6 公分	圓形	厚紙板

(四) 實驗結果：

表十 不同大小的陀螺，旋轉情形觀察紀錄表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
半徑二公分	1.28	1.28	1.38	1.46	1.59	3	1.68	1.5	1.53	1.35	1.065
半徑三公分	4.35	4.72	3.22	3.6	3	3.6	3.94	4.03	4.06	3.69	3.821
半徑四公分	4.15	4.5	3.84	5.44	6	5.53	4.57	5.03	3.72	3.37	4.615
半徑五公分	6.9	7.78	6.59	6.72	8.5	10.44	8.22	7.6	8.41	8.09	7.925

(五) 研究討論：

- 半徑一公分的陀螺太小了不能轉，半徑六公分的太大，轉了會鬆掉。
- 半徑五公分的陀螺轉的最久，半徑二公分轉一下就停了。

3. 面積越大的陀螺轉的時間愈久，可是半徑 6 公分的面積太大，所以轉一下就停了。

四、實驗三:不同形狀的陀螺，旋轉的時間是否不同。

(一) 實驗設計：

1. 用 6 根相同的竹筷子，從筷子的底部量取 6 公分，用美工刀將剩餘的部份切除。
2. 分別在竹筷子上用尺量出上 4 下 2 (上面 4 公分，下面 2 公分)，共 6 根一樣長度的軸心。
3. 分別在厚紙板上畫出面積相近的不同形狀的陀螺。
4. 把不同上下軸的軸心裝在陀螺的圓心上。
5. 開始轉動陀螺並觀察紀錄，用碼錶計時，當陀螺的面碰到地板時，即停止計時。

(二) 操縱變因：不同形狀的陀螺。

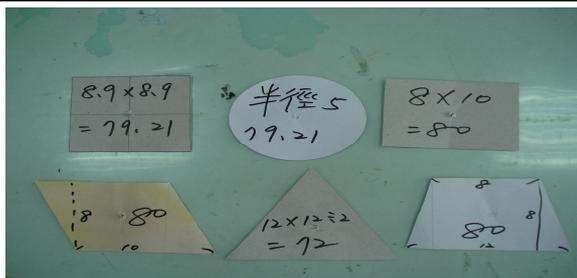
控制變因：陀螺大小、軸心比例、陀螺材質。

應變變因：陀螺旋轉的時間。

(三) 陀螺的規格表

表十一 不同形狀的陀螺規格表

名稱	軸心上 下軸	軸心材質	軸心形 狀	陀螺半徑 (公分)	陀螺形狀	陀螺材 質	陀螺面積(平 方公分)
A	上 4 下 2	竹筷子	圓形	5	圓形	厚紙板	78.5
B	上 4 下 2	竹筷子	圓形	5	正方形	厚紙板	79.21
C	上 4 下 2	竹筷子	圓形	5	三角形	厚紙板	72
D	上 4 下 2	竹筷子	圓形	5	長方形	厚紙板	80
E	上 4 下 2	竹筷子	圓形	5	梯形	厚紙板	80
F	上 4 下 2	竹筷子	圓形	5	平行四邊形	厚紙板	80



不同形狀的陀螺

(四) 實驗結果：

表十二 不同形狀的陀螺，旋轉情形觀察紀錄表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
圓形	6.9	7.78	6.59	6.72	8.5	10.44	8.22	7.6	8.41	8.09	7.925
正方形	6	5.09	6.16	5.91	4.09	4.37	3.62	3.34	4.59	3.16	4.633
三角形	1.38	2.97	3.18	3.53	4	1.72	1.03	3.16	1.74	1.78	2.449
長方形	5.31	5.69	7.4	6.37	7.71	3.65	4	4.66	4.18	5.53	5.54
梯形	2.78	3.21	2.5	2.6	2.75	3.29	1.84	3.41	2.53	2	2.691

平行四邊形	1.56	3.03	3.25	3.72	2.59	3.22	3.46	3.04	3.44	2.4	2.539
-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	-------

(五) 研究討論：

1. 三角形、正方形、平行四邊形、梯形，轉了兩三次後就鬆掉了，不過長方形第六次才鬆掉。
2. 三角形轉的時間最短，圓形轉的最久，梯形和三角形轉的比較不穩。
3. 不同形狀的陀螺旋轉時間長短：圓形 > 長方形 > 正方形 > 梯形 > 平行四邊形 > 三角形。
4. 梯形、平行四邊形、三角形旋轉的時間都不到 3 秒鐘。

五、實驗四：不同材質的陀螺，旋轉的時間是否不同。

(一) 實驗設計：

1. 用 8 根相同的竹筷子，從筷子的底部量取 6 公分，用美工刀將剩餘的部份切除。
2. 在不同材質的物品上用圓規畫出半徑 2.75 公分的圓(因為我們用的材質中，所能畫出的圓半徑最小的是 2.75 公分)，共畫出 8 個圓，並將圓剪下。
3. 分別在竹筷子上用尺量出上 4 下 2 (上面 4 公分，下面 2 公分) 的軸心比例。
4. 把軸心分別裝在不同材質的陀螺圓心上。
5. 開始轉動陀螺並觀察紀錄，用碼錶計時，當陀螺的面碰到地板時，即停止計時。

(二) 操縱變因：陀螺材質

控制變因：上下軸比例、陀螺大小、陀螺形狀。

應變變因：陀螺旋轉的時間。

(三) 陀螺的規格表

表十三 不同材質的陀螺規格表

名稱	軸心上 下軸	軸心 (公分)	軸心 材質	軸心 形狀	陀螺半徑 (公分)	陀螺 形狀	陀螺材質
A	上 4 下 2	0.3 公分	竹筷	圓形	2.75	圓形	牛皮紙
B	上 4 下 2	0.3 公分	竹筷	圓形	2.75	圓形	A4 白紙
C	上 4 下 2	0.3 公分	竹筷	圓形	2.75	圓形	西卡紙
D	上 4 下 2	0.3 公分	竹筷	圓形	2.75	圓形	厚紙板(硬)
E	上 4 下 2	0.3 公分	竹筷	圓形	2.75	圓形	衛生紙盒
F	上 4 下 2	0.3 公分	竹筷	圓形	2.75	圓形	塑膠(硬)
G	上 4 下 2	0.3 公分	竹筷	圓形	2.75	圓形	塑膠(軟)
H	上 4 下 2	0.3 公分	竹筷	圓形	2.75	圓形	厚紙板(軟)



不同材質的陀螺

(四) 實驗結果：

表十四 不同材質的陀螺，旋轉情形觀察紀錄表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
牛皮紙	沒	辦	法	轉	!	因	為	太	輕	。	無
A4 白紙	沒	辦	法	轉	!	因	為	太	輕	。	無
西卡紙	1.28	1.56	1.59	1.97	1.65	1.72	1.78	2.09	1.78	1.78	1.72
厚紙板(硬)	2.62	4.22	2	4.59	5.53	54.75	4.78	4.04	1.88	4.09	3.85
衛生紙盒	5.65	4.85	5.81	4.1	5.53	5.56	4.7	5.43	6.12	6.44	5.41
塑膠(硬)	6.67	5.86	5.99	4.27	6.57	4.97	6.32	4.78	6.50	7.04	5.906
塑膠(軟)	4.28	4.25	3.31	4.03	2.68	4.16	4.28	3.84	4.5	3.16	3.849
厚紙板(軟)	1.56	3.03	3.25	3.72	2.59	3.22	3.46	3.04	3.44	2.4	2.971

(五) 研究討論：

1. 牛皮紙和 A4 白紙不能轉，因為太輕，所以轉一下就倒了。
2. 塑膠(硬)轉的比較久，西卡紙轉的時間最短。
3. 不同材質的陀螺旋轉時間長短為：塑膠(硬) > 衛生紙盒 > 厚紙板(硬) > 塑膠(軟) > 厚紙板(軟) > 西卡紙。

陸、討論

- 一、實驗 5、6 次後，陀螺的軸心就會鬆掉，所以要做幾個備份的陀螺，但是後來我們發現，鬆掉後將陀螺反面裝上軸心，即可再使用。
- 二、如果等到陀螺停才計時，若有風吹過來或是轉動的力氣大時，陀螺會在地板上晃動，這樣計時的時候，有時是晃動完才計時，有時是一停止就計時，會造成時間測量時的不準確，所以我們討論後一致決定，當陀螺的面碰到地板上就停止計時。
- 三、陀螺的面跟軸心的鬆緊度會影響陀螺旋轉的快慢，因此每次在實驗之前，一定要先檢查陀螺是否鬆了，鬆了就必須更換陀螺。
- 四、陀螺每次轉完後，要將陀螺的面和軸心調整使垂直，以免影響實驗結果。
- 五、梯形、平行四邊形、三角形旋轉的時間都不到 3 秒鐘。
- 六、三角形轉的時間最短，圓形轉的最久，梯形和三角形轉的比較不穩。
- 七、牛皮紙和 A4 白紙不能轉，因為太輕，所以轉一下就倒了。

柒、結論

- 1.我們的實驗結果發現，上下軸比例為上 4 下 2 的陀螺，旋轉的時間最久，上下軸的比例，下面的長度越長，陀螺旋轉的時間越短。
- 2.面積越大的陀螺轉的時間愈久，可是半徑 6 公分的面積太大，所以轉一下就停了。
不同形狀的陀螺旋轉時間長短：圓形 > 長方形 > 正方形 > 梯形 > 平行四邊形 > 三角形。
- 3.不同材質的陀螺旋轉時間長短為：塑膠（硬） > 衛生紙盒 > 厚紙板（硬） > 塑膠（軟） > 厚紙板（軟） > 西卡紙。

捌、參考資料

- 一、<http://www.toymuseum.idv.tw/menu02-2-04.htm>，陀螺館，陀螺的科學研究。
- 二、<http://www.dpps.tcc.edu.tw/whipping-top/materials.htm>，陀螺教材，陀螺玩具。
- 三、http://edu.ocac.gov.tw/culture/chinese/cul_chculture/vod08html/vod08_10.htm，中華文化天地，陀螺的製作。