

第三屆原住民華碩科教獎 研究成果報告

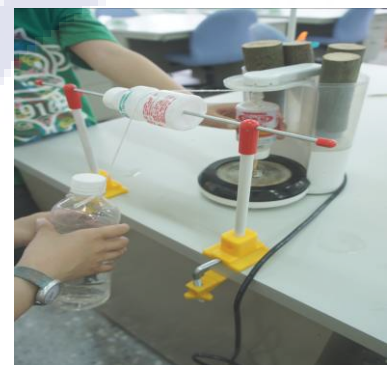
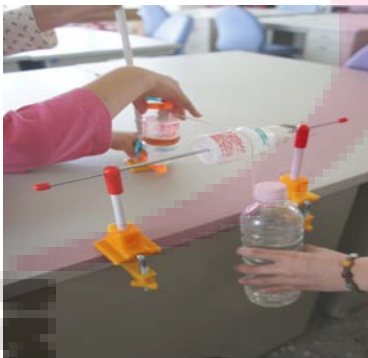
團隊編號：2011013

主辦單位：華碩文教基金會
國立清華大學
行政院原住民族委員會
原住民族電視台

2011第三屆原住民華碩科學獎

作品說明書 (國小組)

泰雅陀螺王 kongmah



學校:新竹市高峰國小

指導老師:陳佳姣、賴黃宗

學生:陳振杰、李維、莊雅茗、沈紋琴

關鍵詞：泰雅陀螺、轉動、重心

摘要

我們學校有一間原住民科學展覽館，展示的原住民陀螺種類繁多、打法也不同。我們請了一位達人來學校，教我們利用青剛櫟木削成橄欖形狀的泰雅陀螺。我們發現打這種陀螺時，必須將陀螺底部朝上甩出，並使陀螺落在指定的盤子中。所以打陀螺的繩子必須同時具有使陀螺減緩移動速度、反轉陀螺、以及使陀螺轉動等三個作用。

我們又利用多多罐模擬泰雅陀螺，研究陀螺與外在因素對陀螺轉動的影響。結果發現：陀螺越重、重心越高，則轉動時間越久；而繞繩圈數越多、繞繩順序為先細後粗，也可讓陀螺轉的更久。

最特別的是：我們發現用較大的力量打陀螺，陀螺不見得轉得越久；每個陀螺都有最合適它的拉力。愈重的陀螺，最合適的拉力反而會愈小！

壹、研究動機

我們學校擁有一間很特別的原住民文物展覽室，裡面擁有很多跟科學習習相關的各族文物，更是有著鄒族、布農族、排灣族、魯凱族以及泰雅族的陀螺(如下表)。一次機緣，一個桃園縣復興鄉的泰雅族的陀螺達人姜先生，來教我們利用青剛櫟的樹枝製做泰雅族的陀螺，這時我們知道原住民泰雅族的陀螺kongmah，也是原住民的戰鬥陀螺，真是有趣極了。因此，我們想要知道為什麼泰雅陀螺要做成橄欖形狀，之間又藏著什麼奧秘呢？於是我們利用多多罐來製作泰雅族陀螺，模擬並找出可以讓泰雅陀螺打的又久又穩的原因。

貳、文獻探討

族群	泰雅族	鄒族	布農族	排灣族	魯凱族
圖片					
打法					
陀螺旋轉					
備註	需算準陀螺與盤子的距離，打進去才算成功。	特色為使用棍子甩出陀螺，而陀螺為細腰形。	陀螺轉動後，利用繩子鞭打陀螺，使其持續轉動。	繩子重疊纏繞在陀螺上，把繩子兩端拉開，陀螺就會轉動。	用石板製作的陀螺。特色是只有一個平面。

參、 研究目的

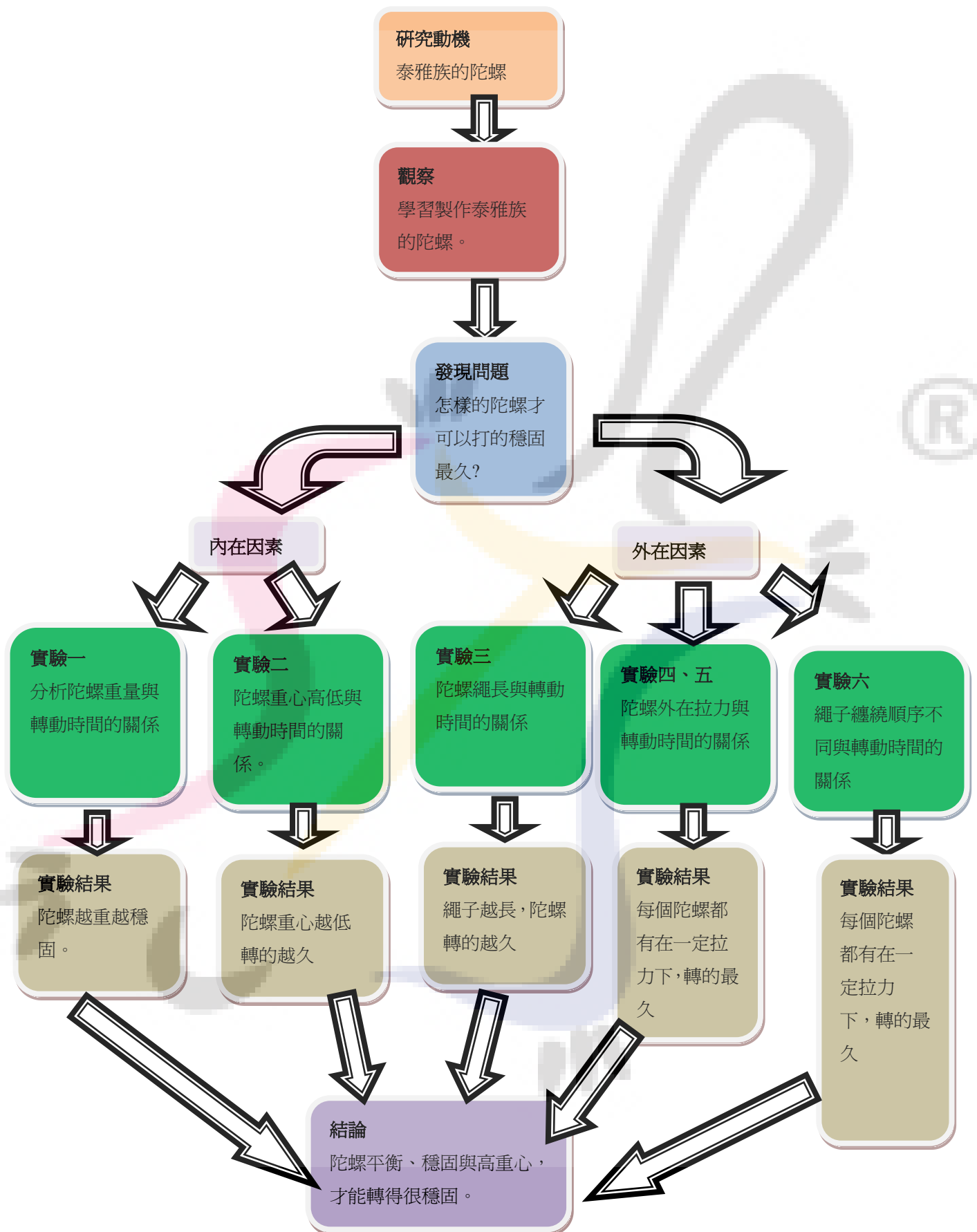
- 一、了解並製作泰雅族的陀螺kongmah。
- 二、利用多多陀螺模擬泰雅族陀螺，分析陀螺的重量、重心高低與轉動時間的關係。
- 三、利用多多陀螺模擬泰雅族陀螺，分析拉力、繞繩圈數、纏繞順序與轉動時間的關係。

肆、 研究設備及器材

- 一、青剛櫟樹枝、尼龍線、鑷刀。
- 二、養樂多瓶、瓶蓋、剪刀、冰棒棍、橡皮筋、棉線、自製發射器(咖啡機)。



伍、研究過程與方法

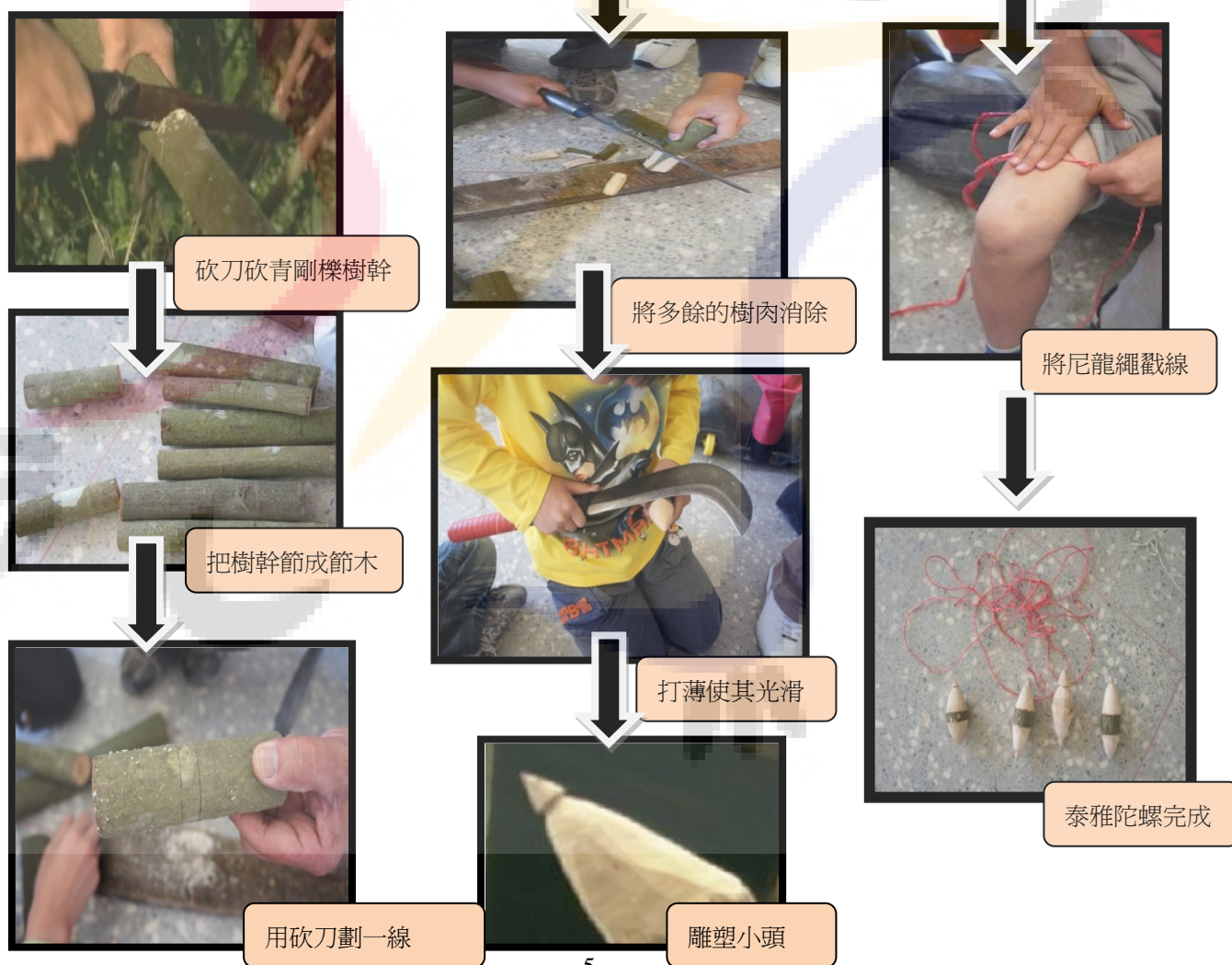


5-1 觀察與學習：製作泰雅族的陀螺

實驗一的目的，是要了解泰雅族陀螺的特性。泰雅族的陀螺大又重，形狀像顆橄欖，和常見的半截式陀螺不同。最重要的是，泰雅陀螺還可以當戰鬥陀螺，引發我們的好奇，於是我們邀請桃園縣復興鄉的泰雅族製作陀螺的達人姜叔叔來教我們製作原住民的戰鬥陀螺 kongmah，如下圖(一)、(二)。了解其製作的步驟後，我們開始親自動手做。



5-1-1 製作順序：



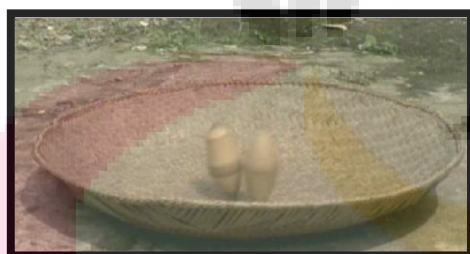
5-1-2 觀察與學習的結果：

- 1、我們除了要會製作陀螺外，還要會打陀螺，才能了解泰雅族戰鬥陀螺的真正的意義。我們在拉尼龍繩的時候，力量傳遞到陀螺，並產生力矩（torque），而在物理學，
力矩 = 「繩子與陀螺接觸點到陀螺中心的距離」×「拉繩子的力量」。
力矩能夠使陀螺旋轉，使它產生角動量。



圖片轉載於科學小原子

- 2、泰雅族的陀螺被稱為戰鬥陀螺，是因為我們必須把陀螺打在一個米胎（竹盤）內。然後將兩個以上的陀螺打入其中，陀螺會因為互撞而彈出，最後留在米胎中轉動的陀螺就是贏家。如下圖一：



圖一：在米胎中打的陀螺，不相上下。

- 3、把繩子纏繞在陀螺上，也是一門學問；不能太緊也不能太鬆，尤其前幾圈更是要拉緊。
- 4、若要將陀螺打至米胎中，我們須要先用繩子量距離(如圖二)，站在適當位置，用單手抓住陀螺，在打出那一瞬間，要反手打(如圖三)，將繩子往後拉，陀螺就會打在米胎中囉。



圖二：利用繩長測量距離



圖三：出去瞬間要反手

5-1-3 原理探討



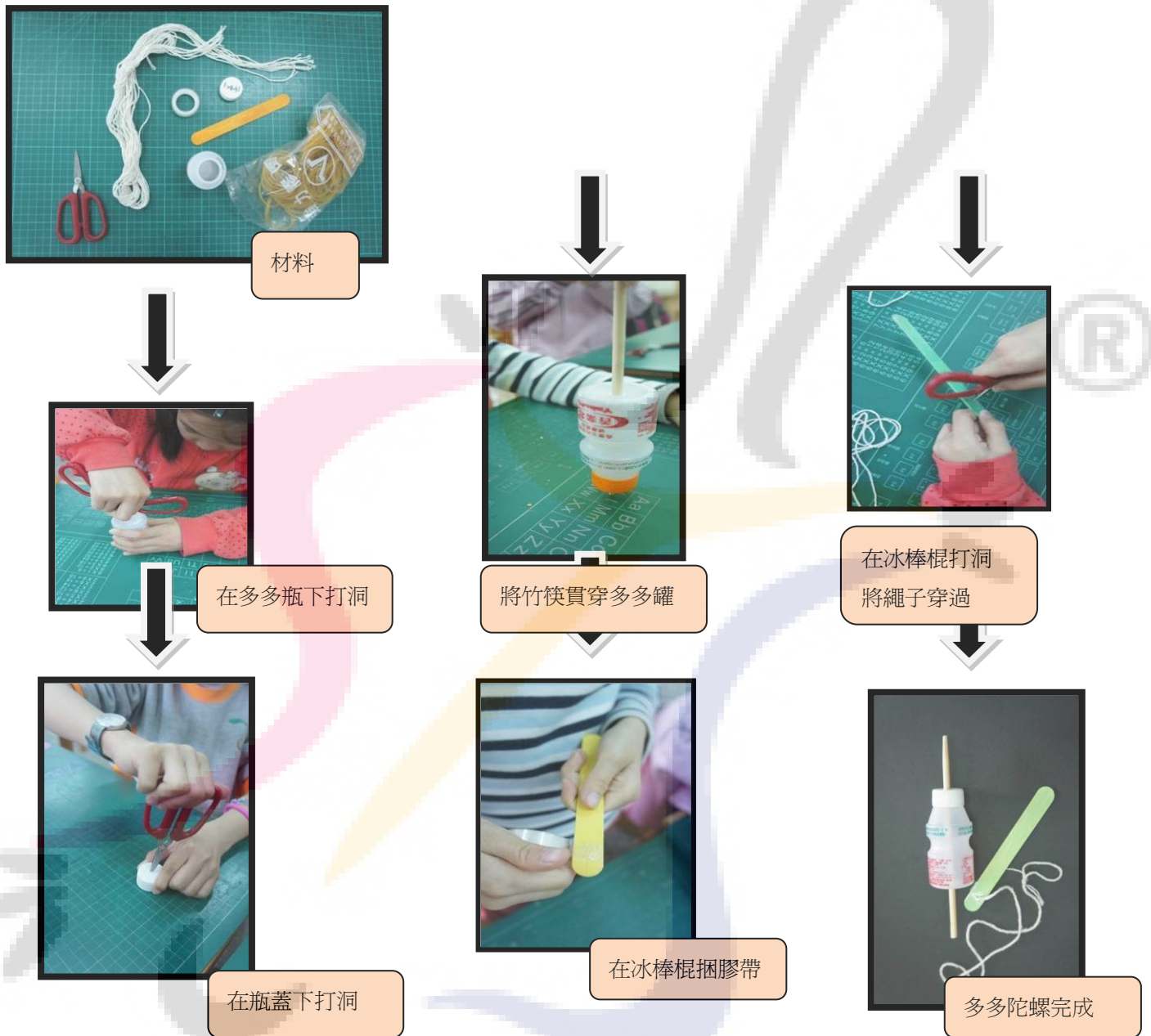
繩子拉力對陀螺的作用

- 1、使陀螺加速旋轉
- 2、使陀螺減速移動
- 3、使陀螺翻身

影響陀螺轉動的內在因素

5-2 實驗一：用多多罐分析陀螺重量與轉動時間的關係

由實驗一，我們想要知道戰鬥陀螺kongmah在對打時，如何讓陀螺轉的越久越穩固，因為樹幹的材質不易控制，於是我們用多多罐模擬kongmah。



首先，我們製作各式的陀螺，每人用手去旋轉各式陀螺，每一種陀螺三次，並記錄其旋轉時間，發現所得結果不規則且陀螺無法控制。原來每個人旋轉陀螺的方法及力量不一樣，所以無法控制陀螺旋轉情形及時間。後來，我們發現利用家中的咖啡機上下有孔可來控制多多罐旋轉，並用寶特瓶裝水來控制拉力大小。(如下圖)

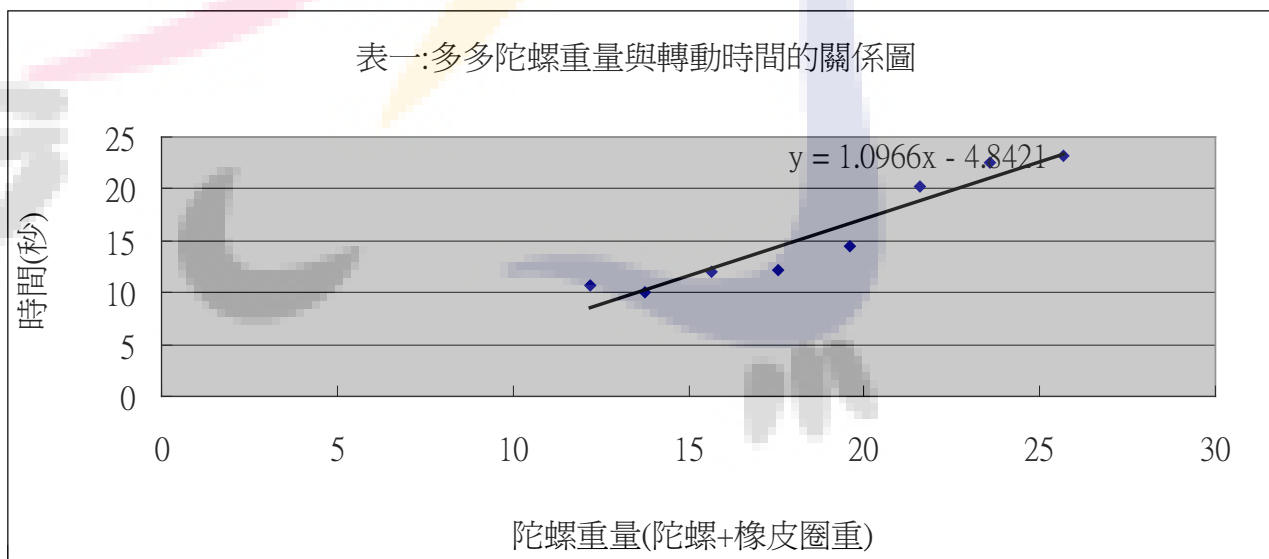
5-2-1 實驗過程：



用多多罐做出陀螺，在多多瓶中間位置綁上不一樣的橡皮圈數，測其重量，利用自製的陀螺發射器，計算出其轉的秒數。

- (一) 自製多多罐陀螺1個
- (二) 在其腰身依加上5、10、15、20、25、30、35條橡皮筋增加其重量。
- (三) 裝置發射器一號。
- (四) 外力: 500.0公克水+水瓶重，桌高750.0公厘。
- (五) 測量及記錄三次，並求平均值
- (六) 畫出excel圖表找出其相同拉力與陀螺本體重量之陀螺旋轉時間關係

5-2-2 實驗結果：



5-2-3 實驗發現：

我們製作出來的曲線圖，請老師幫我們用excel的方程式圖形，發現是一條斜直線，由此可知：用相同的施力與纏繞圈數拉陀螺，多多罐陀螺的重量越重，轉動的時間越久。

5-3 實驗二：用多多罐分析陀螺重心與轉動時間的關係

5-3-1 實驗過程：

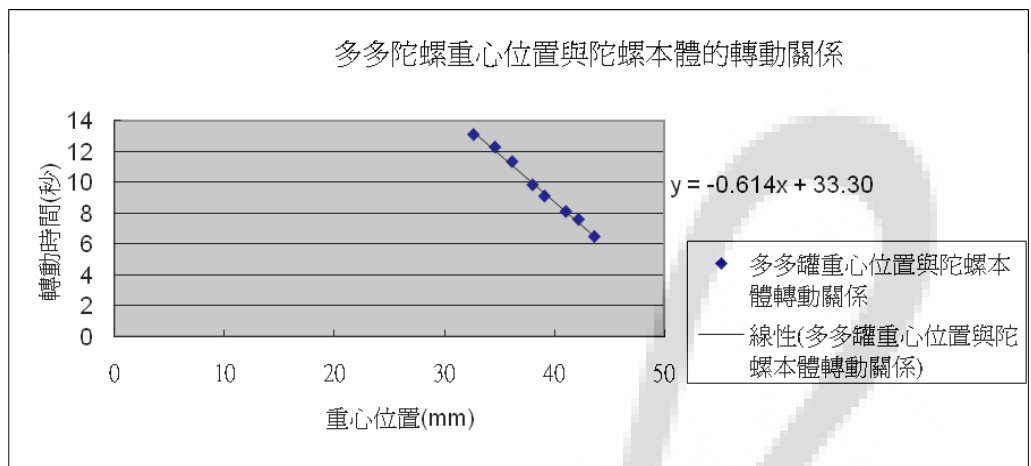


利用自製的多多陀螺，在其不同的位置纏繞不同圈數的橡皮筋數量，測量重心位置，因為竹筷貫穿養樂多及瓶蓋的中心，所以將養樂多陀螺用棉線套住，只要平衡，棉線的鉛錘和竹筷的相交距離，即為重心位置。利用自製發射器2號，紀錄並觀察其轉動的時間。

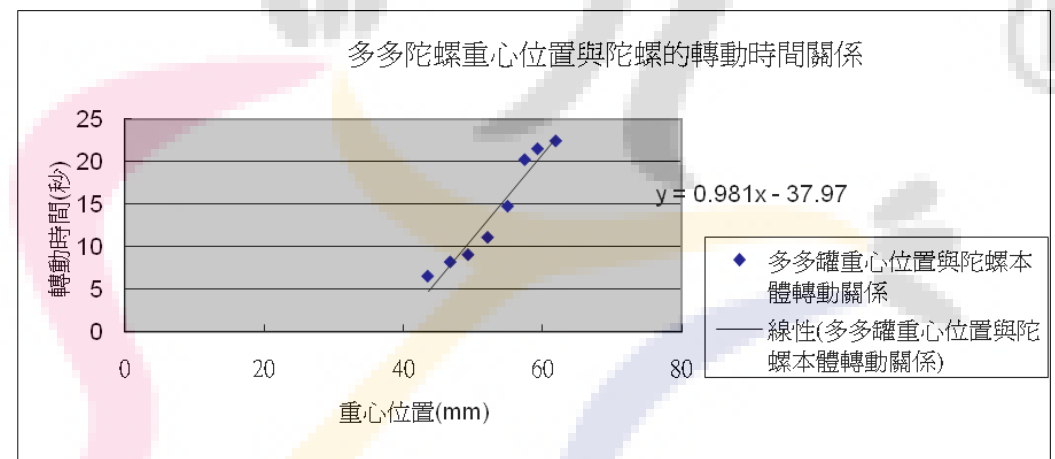
- (一) 自製多多罐陀螺1個。
- (二) 在多多罐的上、中、下各位置，加上5、10、15、20、25、30、35條橡皮筋改變其重量。
- (三) 裝置發射器二號。
- (四) 外力: 500.0公克水+水瓶重，桌高750.0公厘。
- (五) 測量及記錄三次，並求平均值。
- (六) 畫出excel圖表找出其相同拉力與陀螺重心位置之陀螺旋轉時間關係。

5-3-2實驗結果：

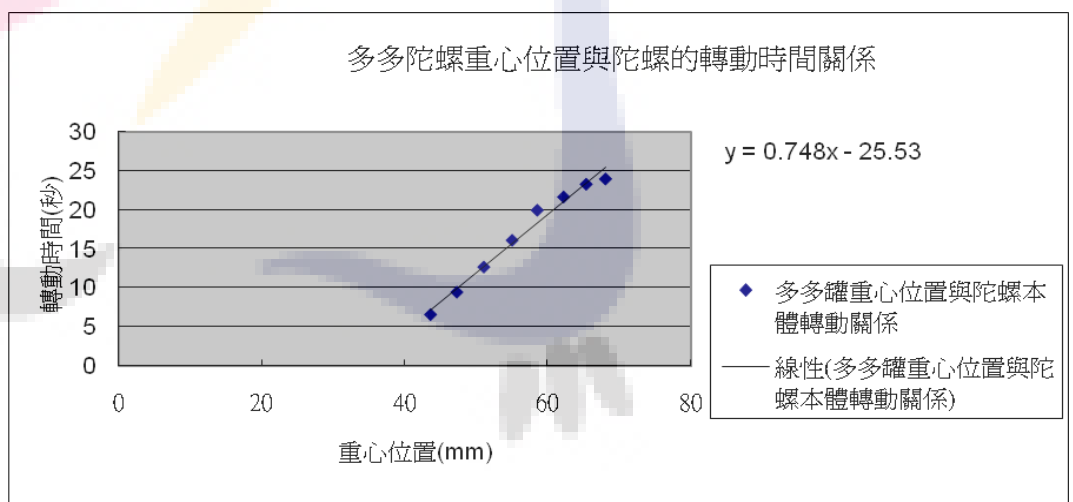
(1)將多多罐陀螺下部纏繞橡皮筋數。(如附件表二)



(2)將多多罐陀螺中部纏繞橡皮筋數。(如附件表三)

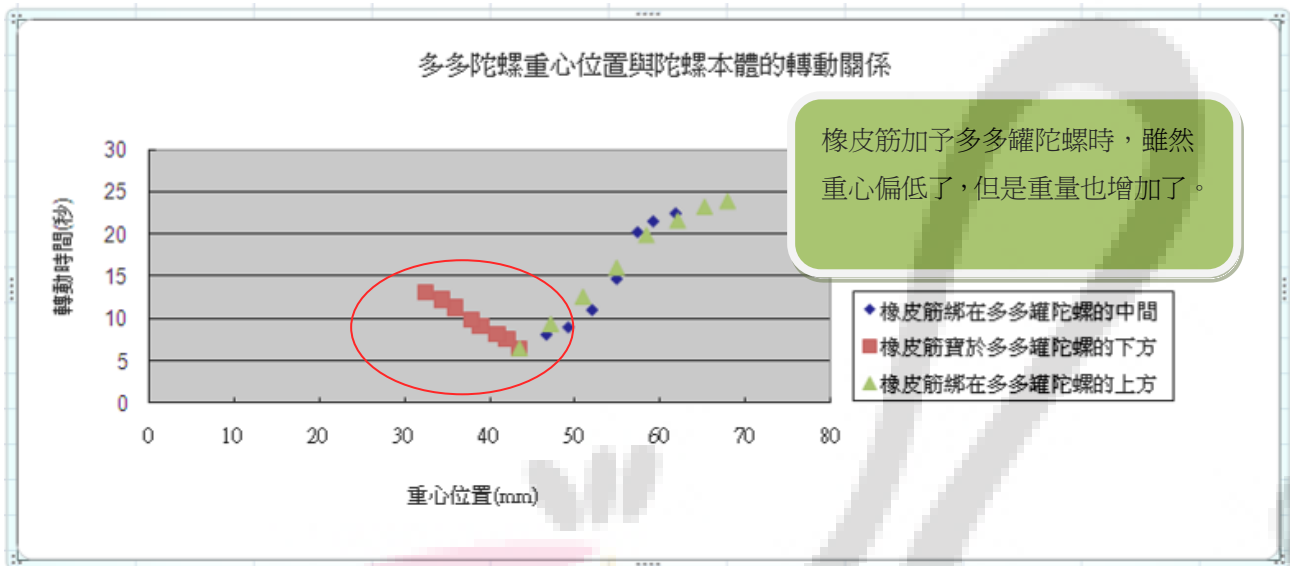


(3)將多多罐陀螺上部纏繞橡皮筋數。(如附件表四)

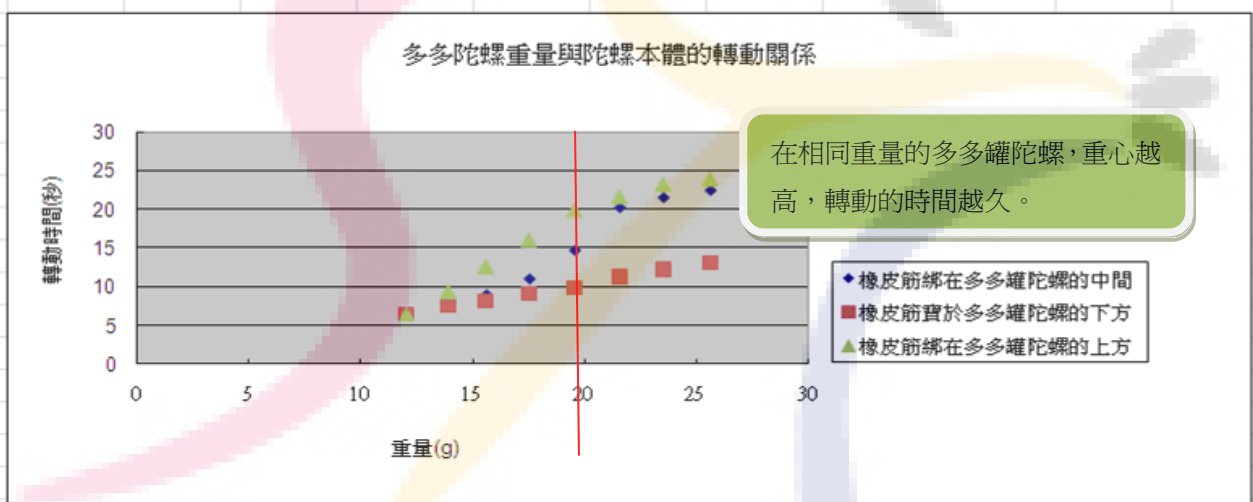


5-3-3 實驗發現

我們製作出來的曲線圖，請老師幫我們用excel畫出方程式圖形，我們發現，當我們增加橡皮圈數後，陀螺的重量也跟著增加，導至於這個實驗有兩個變因。在多多罐陀螺底部加橡皮筋時，雖然重心位置降低了，但是也因為重量增加了，所以轉動時間也變久了。



但在相同重量的情況下，重心越高，轉動的時間會越久。



影響陀螺轉動的外在因素

5-4 實驗三：用多多罐陀螺分析陀螺繩繞圈數與轉動時間的關係

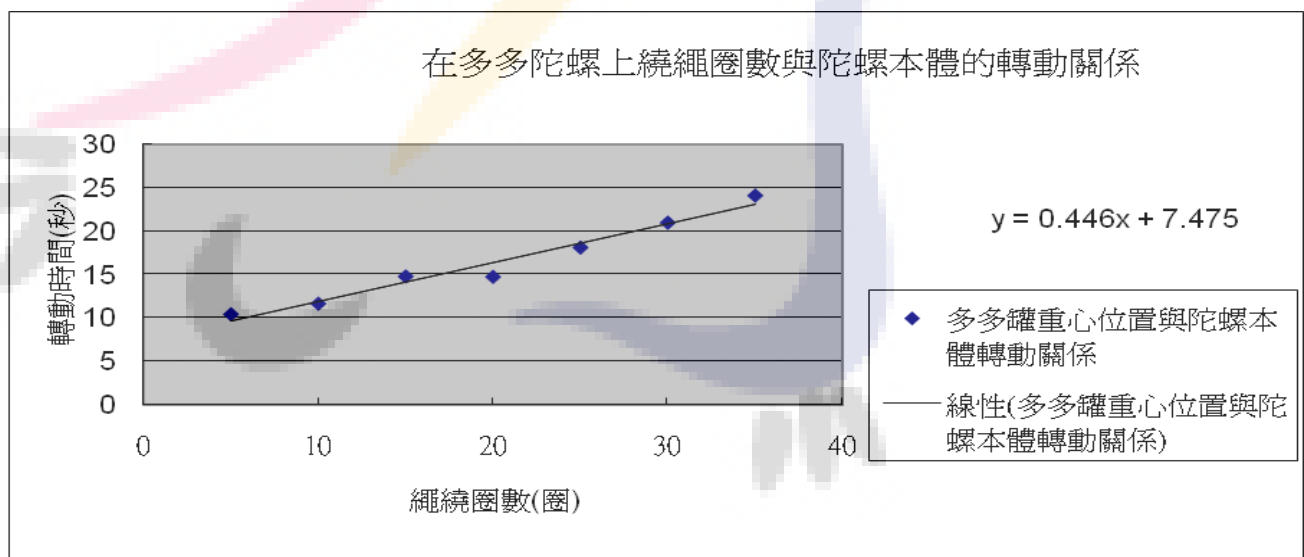
5-4-1 實驗過程：

利用自製發射器，將多多罐陀螺瓶身纏繞25條橡皮筋，依不同的繩子繞的圈數，測其陀螺轉動的時間。

- (一) 自製多多罐陀螺1個，多多罐瓶身中纏繞25條橡皮筋。
- (二) 改變其繩繞圈數。
- (三) 裝置發射器一號。
- (四) 外力: 500.0公克水+水瓶重，桌高750.0公厘。
- (五) 測量及記錄三次，並求平均值。
- (六) 畫出excel圖表找出其相同陀螺和拉力與繩繞圈數不同之陀螺旋轉時間關係。



5-4-2 實驗結果：(如附件表五)



5-4-3實驗發現：

由上圖表可得知，在打陀螺時，繩子繞的圈數越多，給予的能量越多，其轉動的時間就越久。

5-5 實驗四：用多多罐分析陀螺外在拉力與轉動時間的關係

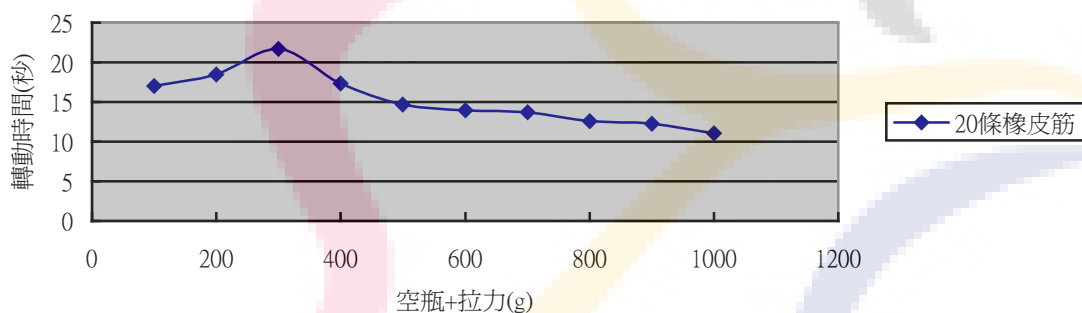
5-5-1實驗過程：

將多多罐陀螺上纏繞20條橡皮筋，繩子繞25圈數，利用自製發射器，依不同的外拉力，測其陀螺轉的時間。

- (一) 自製多多罐陀螺1個，多多罐瓶身中纏繞20條橡皮筋。
- (二) 改變拉力大小。
- (三) 裝置發射器一號。
- (四) 測量及記錄三次，並求平均值。
- (五) 畫出excel圖表找出其相同陀螺和外在拉力不同之陀螺旋轉時間關係。

5-5-2實驗結果：

(1)瓶身纏繞20條橡皮筋



5-5-3實驗發現：

我們由上圖表所知，發現對20條橡皮筋的多多罐上，相同的繩繞圈數，在不同的拉力下會有不同的轉動時間，讓人很驚奇的是，原以為拉力越大，陀螺轉動的時間會越久。但實驗結果在25條橡皮筋下，卻在300公克的拉力下，轉動時間最久最穩。於是，我們開始做第五個實驗，探討在瓶身不同的橡皮圈數，是否陀螺轉動最久的是在不同的拉力下。

5-6 實驗五：探討不同橡皮筋數在不同拉力下的轉動時間

5-6-1實驗過程：

將多多罐陀螺上纏繞不同的橡皮筋，繩子繞25圈數，利用自製發射器，依不同的外拉力，測其陀螺轉的時間。

- (一) 自製多多罐陀螺1個。
- (二) 繩繞圈數25圈。
- (三) 裝置發射器一號。
- (四) 外力:500.0公克水+水瓶重，桌高75公分。

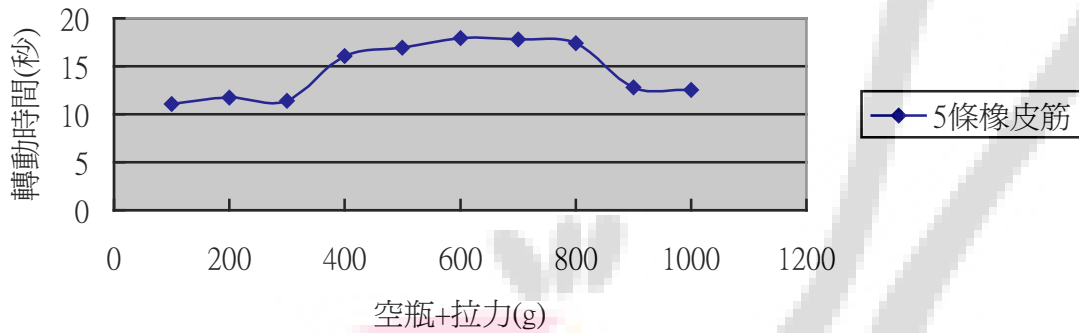
(五) 測量及記錄三次，並求平均值。

(六) 畫出圖表找出其不同的陀螺和拉力不同之陀螺旋轉時間關係。

5-6-2實驗結果：

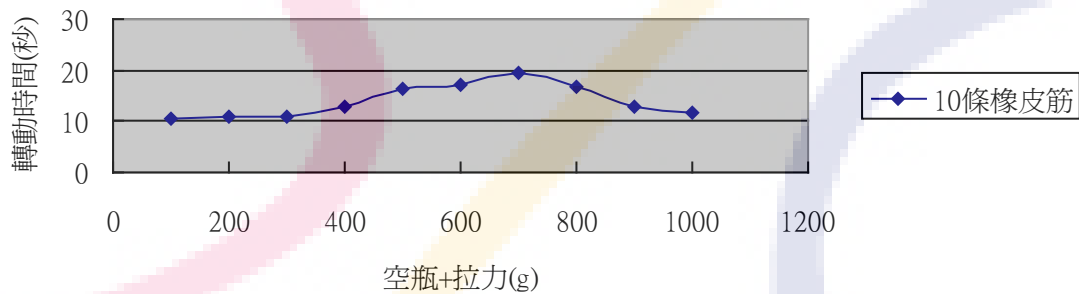
(1)瓶身纏繞5條橡皮筋 (如附件表六)

多多陀螺纏繞5條橡皮筋:拉力與轉動的時間關係



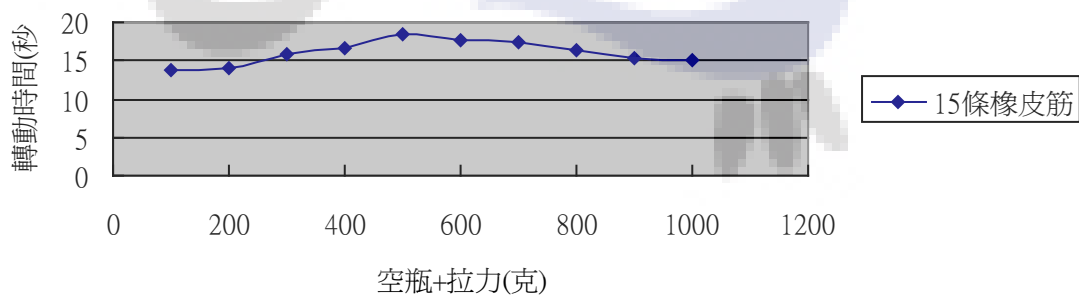
(2)瓶身纏繞10條橡皮筋(如附件表七)

多多陀螺纏繞10條橡皮筋:拉力與轉動的時間關係



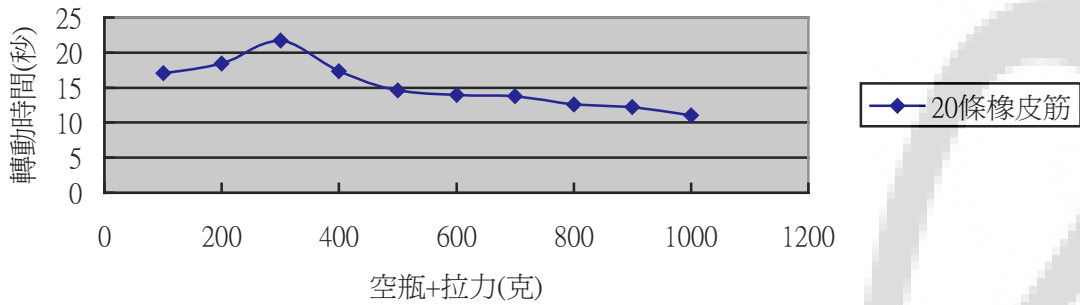
(3)瓶身纏繞15條橡皮筋(如附件表八)

多多陀螺纏繞15條橡皮筋:拉力與轉動的時間關係



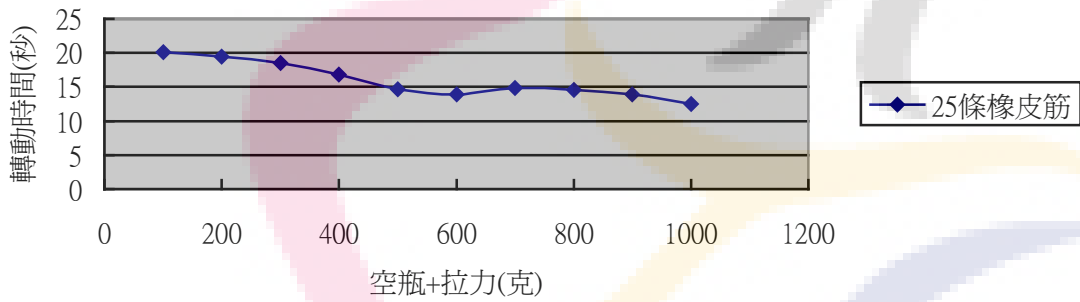
(4)瓶身纏繞20條橡皮筋(如附件表九)

多多陀螺纏繞20條橡皮筋:拉力與轉動的時間關係



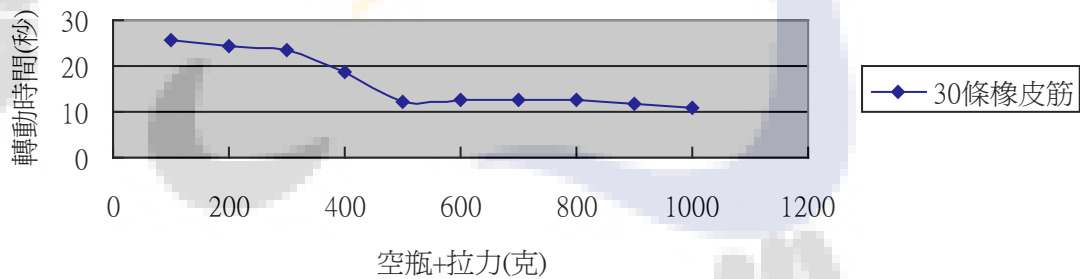
(5)瓶身纏繞25條橡皮筋(如附件表十)

多多陀螺纏繞25條橡皮筋:拉力與轉動的時間關係



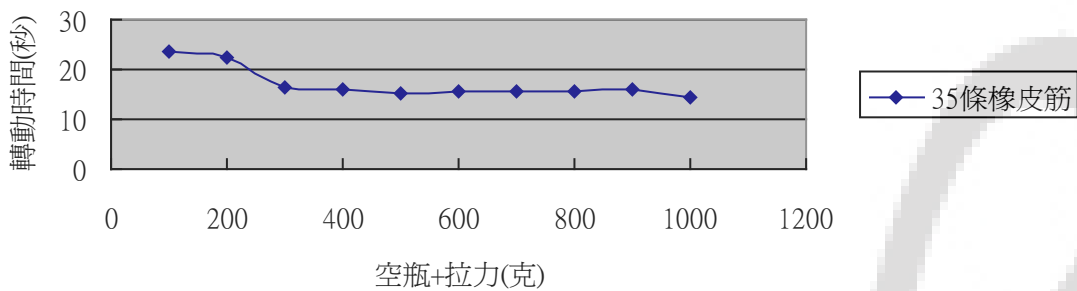
(6)瓶身纏繞30條橡皮筋(如附件表十一)

多多陀螺纏繞30條橡皮筋:拉力與轉動的時間關係

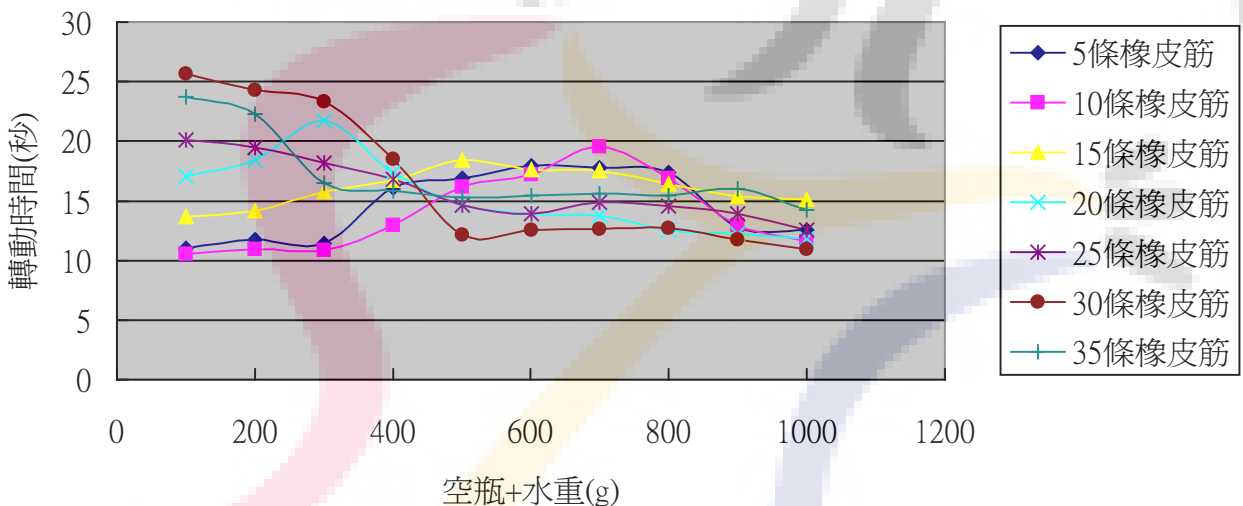


(7)瓶身纏繞35條橡皮筋(如附件表十二)

多多陀螺纏繞35條橡皮筋:拉力與轉動的時間關係



5-6-3實驗發現：



我們將上列七個圖表畫在同一個圖表上，我們發現，套在多多罐的橡皮圈數不同，能夠讓其轉動的時間會在一定固定拉力範圍內才會增加，並不會因為拉力大而增加其轉動時間。而加在多多罐陀螺中間的橡皮圈數如果越多，反而會需要較小的拉力，才能給其穩定的減速度，保持陀螺的平衡性，而轉的越久。

5-7 實驗六：用多多罐分析陀螺繩子纏繞順序不同與轉動時間的關係

5-7-1 實驗過程：

將多多罐陀螺上纏繞25條橡皮筋，外拉力桌高750.0公厘，固定瓶身+500g水的拉力，利用自製發射器，依其繩子纏繞的順序及圈數不同，測其陀螺轉的時間。

- (一) 自製多多罐陀螺1個，多多罐瓶身中纏繞25條橡皮筋。
- (二) 改變其繩子纏繞位置順序不同。
- (三) 裝置發射器一號。
- (四) 外力:500.0公克水+水瓶重，桌高750.0公厘
- (五) 測量及記錄三次，並求平均值。
- (六) 畫出excel圖表找出其相同陀螺和拉力與繩子纏繞順序不同之陀螺旋轉時間關係。



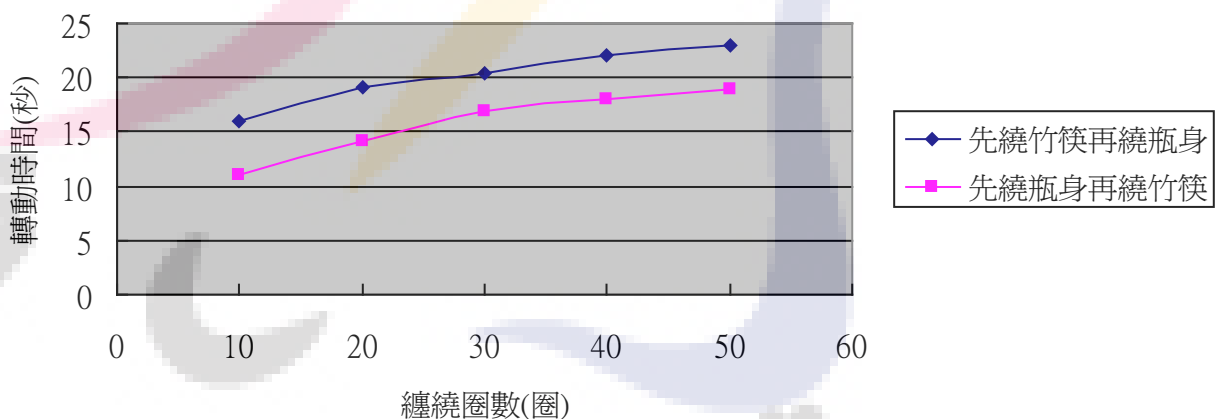
先繞瓶身再繞竹筷



先繞竹筷再繞瓶身

5-7-2 實驗結果：(如附件表十三)

繩子纏繞順序與陀螺轉動時間的關係



5-7-3 實驗發現：

由上圖表得知，總繞圈數相同，在打陀螺前將繩子纏繞的順序不同，多多罐轉動時間也不相同。先纏繞在竹筷再纏繞瓶身的繞法，在轉動抽繩時，會先繞瓶身的地方，陀螺可以穩定的減速，之後再繞竹筷時，才不會因為過大的減速度使陀螺失去穩定性。而泰雅陀螺要打之前

時在纏繞線時，也是先轉動比較小的那端，最後才纏繞比較大的那端，所以在打出去時，可以很穩定的減速，陀螺落地也可以很平衡的轉動，轉動時間就會更久。

伍、研究結論與建議

我們利用多多罐陀螺模擬泰雅陀螺，我們依陀螺及外在因素探討，得到以下結論：

- 一、可以利用簡易的生活物品自製陀螺發射器，既方便又有趣。
- 二、由實驗一～二，得知陀螺質量平均，本體越重、本體重心越高、在一定的拉力範圍，陀螺可以旋轉時間越久，越穩定。
- 三、實驗三～六得知，在陀螺上纏繞的繩子圈數越多，陀螺獲得的能量越多，陀螺就可以轉得越久。在陀螺上纏繞繩子的順序為先細後粗，陀螺轉動時可以慢慢加速，就會更穩定。越重的陀螺，則須在拉力較小的情況下，才可讓其轉動較久。
- 四、我們發現多多陀螺在固定發射器中轉動時，會和發射器產生摩擦而影響陀螺的轉動時間，但可以改良。
- 五、本研究具有實用價值；自製的多多罐陀螺製作簡單，也可依需求加以變化、創新，而利用水瓶及桌高控制發射器拉力的選擇，以及利用咖啡機的製作發射器的等，取材皆來自於生活中隨手可得的物品，既有趣又可從中學習到科學概念。

六、參考資料

- 一、科學小原子第一集泰雅陀螺 原住民族電視台：
- 二、迺爸的童話與趣味科學實驗室 小天下出版社。
- 三、玩具總動員 翰林生活課程第一冊 第六單元。
- 四、牛頓科學研習百科：物理 牛頓出版社。

附件

表(一)多多罐陀螺重量與陀螺的轉動時間

橡皮筋數 (條)	重量(克)	第一次測量 轉動時間 (秒)	第二次測量 轉動時間 (秒)	第三次測量 轉動時間 (秒)	平均轉動時 間(秒)
0	12.11	11.01	10.91	10.12	10.68
5	13.97	10.23	9.68	10.02	9.98
10	15.65	12.41	12.00	11.68	12.03
15	17.57	12.48	11.59	12.35	12.14
20	19.60	14.60	14.22	14.79	14.54
25	21.61	20.12	22.17	18.32	20.20
30	23.56	23.25	21.98	22.57	22.60
35	25.66	22.40	23.25	23.88	23.18

表(二)多多罐陀螺重心位置與陀螺的轉動時間(橡皮筋纏繞在陀螺下方)

橡皮筋數 (條)	重心高度 (公分)	第一次測量 轉動時間 (秒)	第二次測量 轉動時間 (秒)	第三次測量 轉動時間 (秒)	平均轉動時 間(秒)
0	43.56	6.23	6.14	7.13	6.50
5	42.13	6.97	7.23	8.64	7.61
10	40.98	7.56	8.24	7.49	8.12
15	39.04	8.71	9.47	9.17	9.12
20	37.97	9.24	9.79	10.52	9.85
25	36.11	10.84	11.97	11.24	11.35
30	34.55	11.3	12.67	12.89	12.29
35	32.61	12.87	12.97	13.47	13.10

表(三)多多罐陀螺重心位置與陀螺的轉動時間(橡皮筋纏繞在陀螺中間)

橡皮筋數 (條)	重心高度 (公分)	第一次測量 轉動時間 (秒)	第二次測量 轉動時間 (秒)	第三次測量 轉動時間 (秒)	平均轉動時 間(秒)
0	43.56	6.23	6.14	7.13	6.50
5	46.78	7.78	8.67	8.1	8.18
10	49.34	8.69	8.99	9.45	9.04
15	52.14	9.71	11.34	12.18	11.08
20	55.01	14.73	15.32	14.21	14.75
25	57.46	19.27	20.49	20.97	20.24
30	59.3	20.81	21.57	22.17	21.52
35	61.91	21.92	22.38	23.04	22.45

表(四)多多罐陀螺重心位置與陀螺的轉動時間(橡皮筋纏繞在陀螺上方)

橡皮筋數 (條)	重心高度 (公分)	第一次測量 轉動時間 (秒)	第二次測量 轉動時間 (秒)	第三次測量 轉動時間 (秒)	平均轉動時 間(秒)
0	43.56	6.23	6.14	7.13	6.50
5	47.23	9.41	10.17	8.59	9.39
10	51.02	12.77	11.38	13.7	12.62
15	54.98	15.98	16.77	15.42	16.06
20	58.49	21.43	20.98	20.35	19.92
25	62.17	23.76	21.68	22.46	21.63
30	65.33	24.92	23.5	24.4	23.27
35	68.04	24.38	24.33	23.1	23.94

表(五)多多罐陀螺纏繞圈數與陀螺的轉動時間

纏繞圈數 (圈)	第一次測量 轉動時間 (秒)	第二次測量 轉動時間 (秒)	第三次測量 轉動時間 (秒)	平均轉動時 間(秒)
5	10.33	11.33	9.77	10.48
10	11.74	11.66	11.71	11.70
15	13.98	14.59	15.87	14.81
20	14.33	15.01	14.98	14.77
25	18.71	18.32	17.32	18.12
30	21.33	20.89	20.67	20.96
35	23.32	24.57	24.30	24.06

表(六)在多多陀螺罐纏繞5條橡皮筋與轉動時間關係

外在拉力 水瓶瓶重(克)	轉動時間第一 次測量(秒)	轉動時間第二 次測量(秒)	轉動時間第三 次測量(秒)	平均轉動時間 (秒)
瓶身+100 克	10.71	11.01	10.44	11.05
瓶身+200 克	11.58	11.98	11.58	11.71
瓶身+300 克	11.16	11.26	11.79	11.40
瓶身+400 克	16.24	15.20	16.79	16.08
瓶身+500 克	16.77	16.89	17.07	16.91
瓶身+600 克	17.75	17.89	18.23	17.96
瓶身+700 克	17.90	18.41	17.01	17.77
瓶身+800 克	17.82	17.38	16.98	17.39
瓶身+900 克	12.00	13.47	12.98	12.82
瓶身+1000 克	12.23	12.09	12.35	12.56

表(七)在多多陀螺罐纏繞10條橡皮筋與轉動時間的關係

外在拉力	轉動時間第一	轉動時間第二	轉動時間第三	平均轉動時間
------	--------	--------	--------	--------

水瓶瓶重(克)	次測量(秒)	次測量(秒)	次測量(秒)	(秒)
瓶身+100 克	10.21	11.00	10.47	10.56
瓶身+200 克	10.63	10.74	11.38	10.92
瓶身+300 克	10.47	10.89	11.14	10.83
瓶身+400 克	12.92	13.07	12.74	12.91
瓶身+500 克	15.87	15.72	16.97	16.19
瓶身+600 克	16.61	16.27	17.69	17.19
瓶身+700 克	18.73	19.97	19.84	19.51
瓶身+800 克	16.51	16.52	17.66	16.90
瓶身+900 克	12.91	12.68	13.24	12.94
瓶身+1000 克	11.68	11.38	11.74	11.60

表(八)在多多陀螺罐纏繞15條橡皮筋與轉動時間的關係

外在拉力 水瓶瓶重(克)	轉動時間第一 次測量(秒)	轉動時間第二 次測量(秒)	轉動時間第三 次測量(秒)	平均轉動時間 (秒)
瓶身+100 克	13.32	13.79	13.89	13.67
瓶身+200 克	13.34	14.32	14.78	14.15
瓶身+300 克	15.97	15.38	15.84	15.73
瓶身+400 克	16.97	16.37	16.74	16.69
瓶身+500 克	18.68	17.55	18.97	18.40
瓶身+600 克	17.38	17.63	17.94	17.65
瓶身+700 克	17.99	17.57	17.04	17.53
瓶身+800 克	16.49	16.77	15.97	16.41
瓶身+900 克	15.3	14.82	15.87	15.33
瓶身+1000 克	14.41	15.01	15.87	15.10

表(九)在多多陀螺罐纏繞20條橡皮筋與轉動時間的關係

外在拉力 水瓶瓶重(克)	轉動時間第一 次測量(秒)	轉動時間第二 次測量(秒)	轉動時間第三 次測量(秒)	平均轉動時間 (秒)
瓶身+100 克	15.57	18.32	17.21	17.03
瓶身+200 克	18.57	18.1	18.67	18.45
瓶身+300 克	21.82	21.37	21.89	21.69
瓶身+400 克	17.33	17.68	17.11	17.37
瓶身+500 克	14.26	15.28	14.38	14.64
瓶身+600 克	13.86	13.87	14.11	13.95
瓶身+700 克	13.41	13.79	14.05	13.75
瓶身+800 克	12.31	12.96	12.41	12.56
瓶身+900 克	11.5	12.31	12.97	12.26
瓶身+1000 克	11.98	11.84	11.57	11.80

表(十)在多多陀螺罐纏繞25條橡皮筋與轉動時間的關係

外在拉力 水瓶瓶重(克)	轉動時間第一 次測量(秒)	轉動時間第二 次測量(秒)	轉動時間第三 次測量(秒)	平均轉動時間 (秒)
瓶身+100 克	20.35	20.11	19.89	20.12
瓶身+200 克	19.21	19.87	19.21	19.43
瓶身+300 克	17.97	18.02	18.47	18.15
瓶身+400 克	16.99	16.27	17.21	16.82
瓶身+500 克	14.51	14.87	14.57	14.65
瓶身+600 克	13.75	14.27	13.69	13.90
瓶身+700 克	14.95	14.82	14.77	14.85
瓶身+800 克	13.87	13.57	16.32	14.59
瓶身+900 克	13.97	13.47	14.37	13.94
瓶身+1000 克	12.33	12.78	12.47	12.53

表(十一)在多多陀螺罐纏繞30條橡皮筋與轉動時間的關係

外在拉力 水瓶瓶重(克)	轉動時間第一 次測量(秒)	轉動時間第二 次測量(秒)	轉動時間第三 次測量(秒)	平均轉動時間 (秒)
瓶身+100 克	25.17	25.67	26.04	25.63
瓶身+200 克	24.35	24.32	24.21	24.29
瓶身+300 克	23.47	23.47	22.98	23.31
瓶身+400 克	18.45	18.65	18.37	18.49
瓶身+500 克	12.14	11.79	12.57	12.17
瓶身+600 克	12.33	12.78	12.54	12.55
瓶身+700 克	12.38	12.79	12.79	12.65
瓶身+800 克	12.38	12.71	13.1	12.73
瓶身+900 克	11.97	11.55	11.73	11.75
瓶身+1000 克	11.01	10.79	10.89	10.90

表(十二)在多多陀螺罐纏繞35條橡皮筋與轉動時間的關係

外在拉力 水瓶瓶重(克)	轉動時間第一 次測量(秒)	轉動時間第二 次測量(秒)	轉動時間第三 次測量(秒)	平均轉動時間 (秒)
瓶身+100 克	23.75	23.97	23.44	23.72
瓶身+200 克	22.25	22.19	22.34	22.26
瓶身+300 克	16.67	16.59	16.21	16.49
瓶身+400 克	15.91	15.82	15.89	15.87
瓶身+500 克	14.92	15.71	15.34	15.32
瓶身+600 克	14.97	15.71	15.64	15.44
瓶身+700 克	15.31	15.37	16.11	15.60
瓶身+800 克	15.23	15.38	15.72	15.44

瓶身+900 克	15.41	15.79	16.71	15.97
瓶身+1000 克	14.31	14.01	14.38	14.23

表(十三)繩子纏繞順序不同字陀螺轉動時間的關係

	打陀螺前，繩子纏繞的順序	第一次轉動時間(秒)	第二次轉動時間(秒)	第三次轉動時間(秒)	平均轉動時間(秒)
繩圈數共10圈	先繞瓶身5圈 再繞竹筷5圈	10.92	11.23	11.17	11.11
	先繞竹筷5圈 再繞瓶身5圈	15.72	16.41	15.92	16.01
繩圈數共20圈	先繞瓶身10圈 再繞竹筷10圈	14.71	14.11	13.59	14.14
	先繞竹筷10圈 再繞瓶身10圈	18.97	19.31	19.07	19.12
繩圈數共30圈	先繞瓶身15圈 再繞竹筷15圈	16.31	16.89	17.48	16.89
	先繞竹筷15圈 再繞瓶身15圈	20.13	20.71	20.47	20.44
繩圈數共40圈	先繞瓶身20圈 再繞竹筷20圈	18.66	17.19	17.98	17.94
	先繞竹筷20圈 再繞瓶身20圈	21.77	22.55	21.79	22.04
繩圈數共50圈	先繞瓶身25圈 再繞竹筷25圈	19.17	18.03	19.38	18.86
	先繞竹筷25圈 再繞瓶身25圈	22.43	23.67	22.89	22.99