

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

最佳(鄉土)教材獎

081518

會來回轉動的竹蜻蜓

學校名稱：臺南市東區東光國民小學

作者： 小五 陳薇亘 小五 李欣耘 小五 鄭偉瑜 小五 于佑民	指導老師： 王雅麗 陳守仁
---	-------------------------

關鍵詞：竹蜻蜓、來回轉動、迴轉拉力

摘要

我們參加了芒果子童玩研習會，做了一個芒果子童玩，因為芒果子太小，所以來回轉動不順暢，於是把芒果子改成竹筒，並設計一台可以測量葉片轉動的時間和棉線的回轉拉力的實驗器。利用它做了有關童玩的竹筒、葉片、繩子、螺帽數的變因實驗。

去年和老師到日本福岡的科學館看到一個輪子的科學遊戲，跟我們的實驗很類似，所以就拿來比較我們的實驗。

老師幫我們鑽洞時，看到在使用時和竹蜻蜓很相近，所以就用竹蜻蜓做一個鑽洞器。

壹、研究動機：

去年暑假，參加兒童科學教育中心的童玩製作活動，老師發給我們兩個芒果和一些材料，製作會來回轉動的玩具，雖然很簡單，可是我們玩得很開心。奇怪！用手輕輕的拉動穿過芒果子洞洞的棉線，就會使上面的芒果一直轉動；手一放鬆，棉線又會縮回去；當我們再拉動棉線時，上面的芒果子轉動的方向和前一次正好相反。怎麼會這樣呢？使我們很好奇，就利用竹筒、竹片代替芒果子，繼續研究下去。

貳、研究目的：

- 一、能利用竹筒、竹片和木片代替芒果子做出「會來回轉動的玩具」。
- 二、瞭解哪些變因會影響「竹蜻蜓」的轉動快慢。
- 三、瞭解哪些變因會影響「竹蜻蜓」轉動時棉線迴轉的拉力大小。

參、研究器材：

種類	名稱及數量
芒果子實驗	土芒果（2個）、竹筷（一雙）、鐵釘、棉線、砂紙、剪刀、鋸片、筆。
竹蜻蜓實驗	竹筒、木板、棉線、圓木棍、奇異筆、鑽孔器、螺絲、砂紙、小木條、刀子。
葉片	葉片：正方形、長方形、三角形、圓形木板；長度分別為：10cm、15cm、20cm、25cm、30cm的竹片；面積相同長寬不同的長方形木板；數量不同的竹片；不同材質的葉片：竹片、紙片、珍珠板、保麗龍、塑膠片。
軸及輪子	輪子（木心板二塊組合）、輪子（內鑲大螺帽和墊片）、圓木棍（直徑：3.8、2.5、1.9、1.8、1.6、0.8、0.7cm）
線	不同粗細的棉線、不同材質的線。
實驗器	傾斜的支架、翹翹板、彈簧秤、定滑輪、大木板、螺帽。
工具	鐵鎚、鐵釘、砂紙、剪刀、小鋸片、筆、尺、鑽孔器、刀子、大鋸子、白膠。

肆、研究問題：

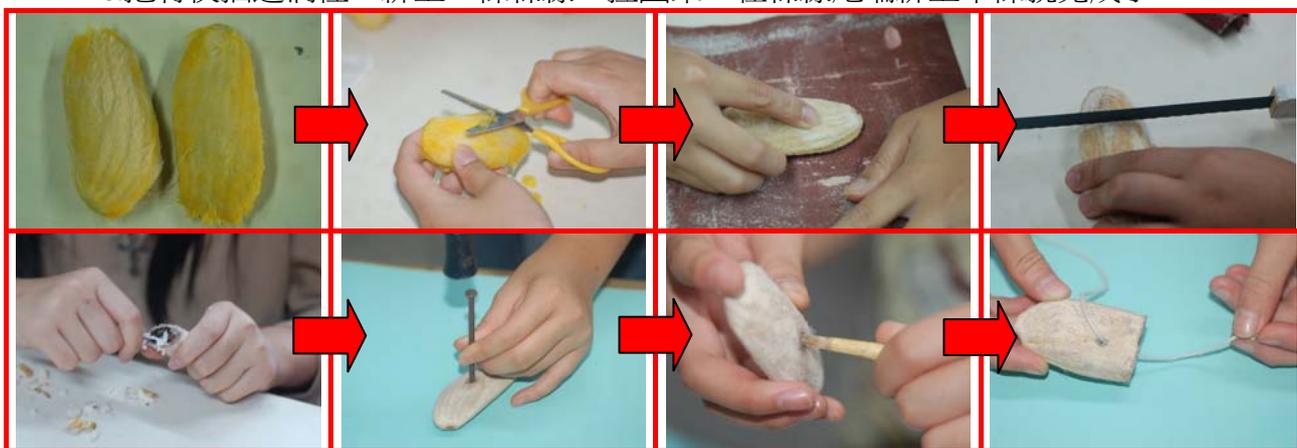
- 一、利用芒果的種子來做玩具
- 二、我們設計的「會來回轉動的竹蜻蜓」
 - （一）葉片的材質不同，會不會影響「竹蜻蜓」的轉動？
- 三、哪些變因會影響「竹蜻蜓」的轉動？
 - （一）竹筒上洞洞的高度不同，會不會影響葉片轉動的速度？
 - （二）竹筒的口徑不同，會不會影響葉片轉動的速度？
 - （三）葉片的數量不同，會不會影響葉片轉動的速度和棉線迴轉拉力的大小？
 - （四）葉片的長度不同，會不會影響葉片轉動的速度和棉線迴轉拉力的大小？
 - （五）面積相同，長寬不同的長方形，會不會影響葉片轉動的速度和棉線迴轉拉力的大小？
 - （六）葉片的形狀不同，會不會影響葉片轉動的速度和棉線迴轉拉力的大小？
 - （七）軸的粗細不同，會不會影響葉片轉動的速度和棉線迴轉拉力的大小？
 - （八）棉線的粗細不同，會不會影響葉片轉動的速度和棉線迴轉拉力的大小？
 - （九）螺帽數不同，會不會影響葉片轉動的速度和棉線迴轉拉力的大小？
- 四、輪子的轉動和竹蜻蜓葉片轉動的比較。
- 五、利用「會轉動的竹蜻蜓」，做一個鑽洞器。

伍、研究過程：

一、活動一：利用芒果的種子來做玩具

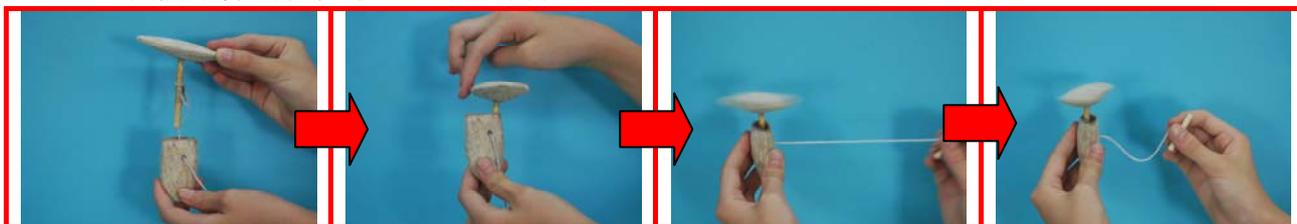
(一)參加科學活動---製作古老的童玩。

- 1.去年的暑假，我們參加台南市的科學活動。
- 2.老師給我們每個人兩個芒果子，我們將它清洗乾淨，再將它的纖維用剪刀剪掉，利用砂紙將芒果子磨平。
- 3.老師請我們在 1/3 的地方畫線，做上記號，並鋸掉。
- 4.把芒果子裡面的子葉用釘子挖空。
- 5.在兩個芒果子上鑽洞（請老師幫忙）。
- 6.把竹筷插進洞裡，綁上一條棉線，拉出來，在棉線尾端綁上木條就完成了。



(二)我怎樣玩芒果子的童玩。

- 1.先將芒果子的葉片轉幾圈，食指和中指鉤住綁在線上的木條。
- 2.輕輕一拉，葉片就轉動了，也會有一股力量將線收回。
- 3.如果拉到底，線就收不回去。
- 4.我們不停的拉長收回，玩了好久。



(三)玩出問題來

- 1.拉出來的線怎麼會收回去？
- 2.是什麼力量使它收回去？

(四)一定要用芒果子來做這個玩具嗎？

- 1.同學們一起討論，有沒有其他的東西來代替芒果子？
- 2.我們的決定：利用竹筒來代替芒果子，也利用竹片、木片、紙片、保麗龍、珍珠板、塑膠片來代替芒果子的葉片。

二、活動二：我們設計的「會來回轉動的竹蜻蜓」

(一)材料：竹筒、圓木棍、棉線、竹片、木片、厚紙板、保麗龍、珍珠板、塑膠片、螺帽。

(二)製作方法：

1.竹筒的製作：

- (1)選圓且厚的竹子。
- (2)用尺測量竹筒的長度(約 13cm)，做記號並鋸下來。
- (3)請老師在竹筒上鑽洞並用砂紙磨平。



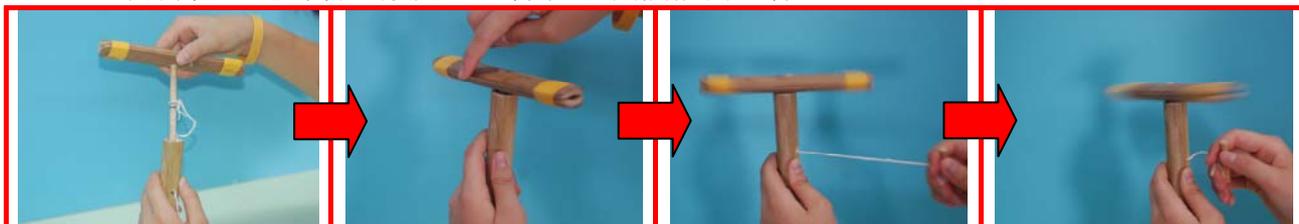
2.葉片的製作：

- (1)請老師將竹子鋸成 18cm 長度的竹筒。
- (2)老師用刀子，將竹筒剖成 4 片；並在竹片中心鑽洞，且磨平。
- (3)我們將圓木棍插入竹片上的洞裡。
- (4)我們將軸放入竹筒內，從竹筒上的洞，在軸畫上記號，再綁上繩子。



(三)玩竹筒做的童玩

- 1.將葉片轉幾圈，手拉長繩子，葉片會跟著轉動。
- 2.繩子拉長了，感覺有一股力量，把手裡的繩子拉回去。
- 3.一直重複拉長收回去的動作，葉片會一直轉動。
- 4.如果拉大力一點，迴轉的速度較快；如果拉小力一點，迴轉的速度較慢；如果拉到底再撐住，這時有一股力量，像在跟我們拔河一樣。



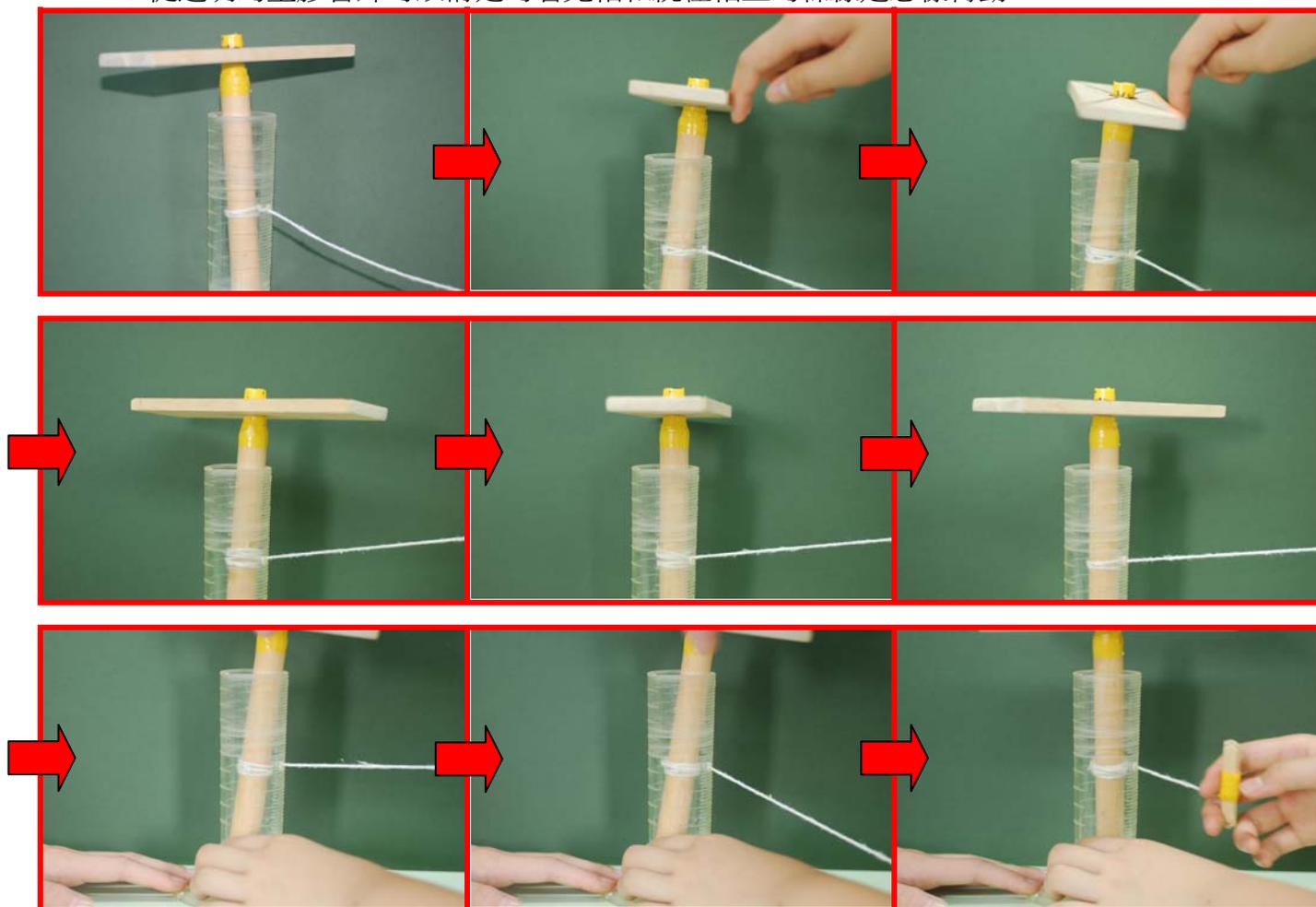
(四)疑問：為什麼拉繩子時，第一次來回和第二次來回的方向不同？

(五)我的想法：

- 1.葉片的重量不同，會不會影響棉線迴轉的力量？
- 2.哪些變因會影響葉片的轉動速度？

(六)觀察葉片的軸和繩子是怎樣轉動的。

- 1.利用透明的塑膠筒做一個「會來回轉動的竹蜻蜓」的圓筒子。
- 2.插入葉片，用棉線拉拉看。
- 3.從透明的塑膠管外可以清楚的看見軸和繞在軸上的棉線是怎樣轉動。



(七)實驗過程：

1.實驗：葉片的材質不同，會不會影響「竹蜻蜓」的轉動？

(1)葉片的材質：影印紙、厚紙板、木板、竹片、保麗龍板、珍珠板、塑膠板。

(2)製作方法：把材料剪成長方形（長：12cm，寬：3cm），並在中心點挖洞，插上圓木條（用膠帶固定）。

(3)試試看：

- a.分別把不同的葉片，放在竹筒裡拉拉看，各拉五次。
- b.把操作的結果記錄下來。

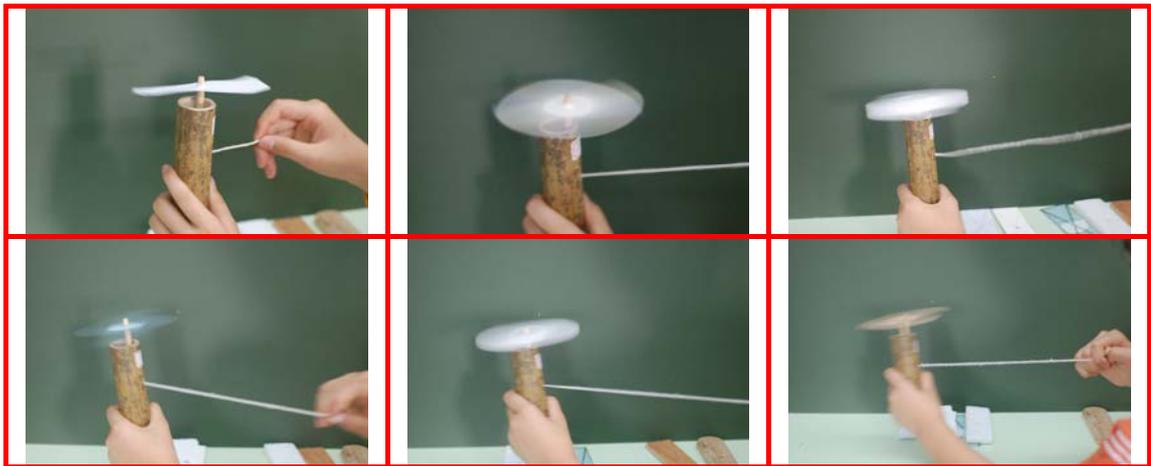


2.結果：x：會轉動，不會收回。○：會轉動，收回很快。△：會轉動，收回較慢。

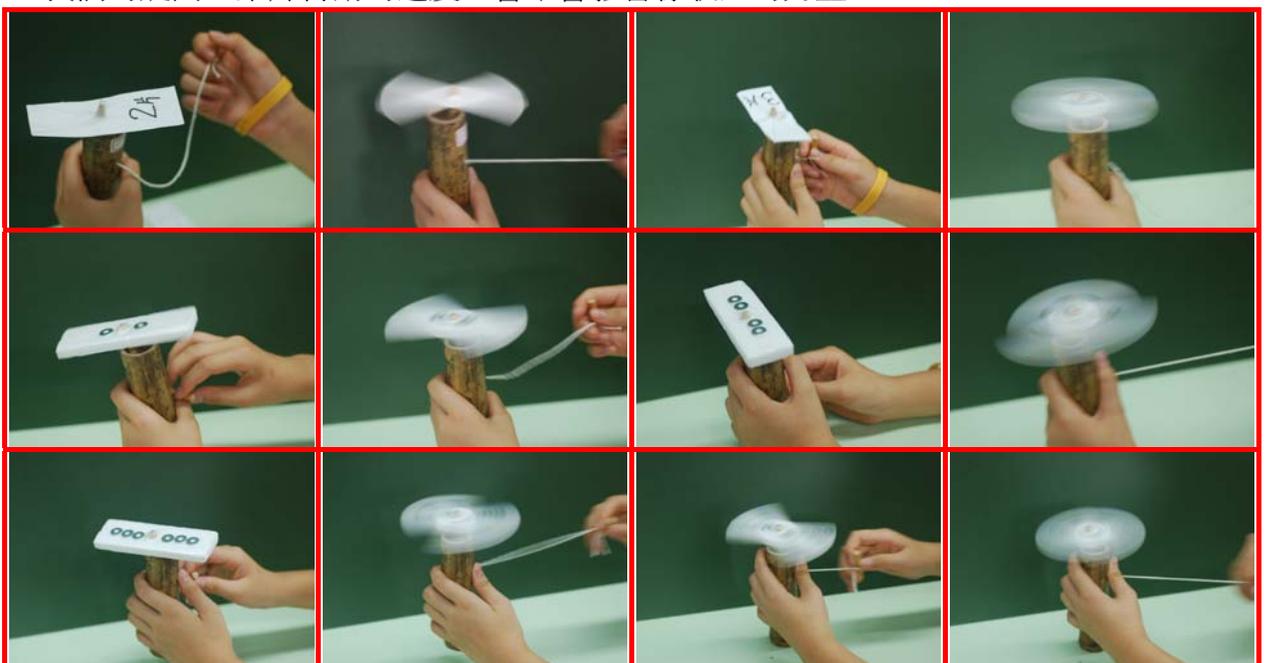
材料 次數	影印紙	厚紙板	保麗龍	塑膠板	珍珠板	木片	竹片
1	x	○	△	○	△	○	○
2	x	○	△	○	△	○	○
3	x	○	△	○	△	○	○
4	x	○	△	○	△	○	○
5	x	○	△	○	△	○	○

3.討論：

- (1)紙片因為太輕，拉線的時候會轉動，可是一片的重量不能使「竹蜻蜓」收回去；厚紙板比較重，拉線時會轉動，也會迴轉回去。
- (2)珍珠板和保麗龍板的厚度很厚，但重量較輕，拉線時雖然能讓竹蜻蜓旋轉，但是收回較慢。
- (3)竹片、木片和塑膠片的重量夠重，來回旋轉很順利。
- (4)葉片的重量愈重，要拉的力就愈大；葉片的重量愈輕，要拉的力就愈小；太輕的葉片，如果拉太大力，會使葉片停止轉動。



4.我們的疑問：葉片轉動的速度，會不會影響線收回的力量？



(八)怎樣玩竹蜻蜓才順暢？

1.方法 1：用手拉拉看。

(1)操作方法：

- 拉動木條。
- 用力拉，竹蜻蜓轉得快。
- 小力拉，竹蜻蜓轉得慢，捲上軸後鬆鬆的容易停下來。



(2)缺點：不知道自己用了多少力。

2.方法 2：用螺帽代替手拉。

(1)操作方法：

- 定滑輪放置在桌邊並固定。
- 利用螺帽的重量使竹蜻蜓轉動。

(2)缺點：竹蜻蜓的葉片不會來回轉動。



3.方法 3：用手把螺帽托上去。

(1)操作方法：

- 利用螺帽的重量使竹蜻蜓轉動。
- 螺帽下降到底端，用手把螺帽托上去。
- 竹蜻蜓的葉片就會來回轉動了。

(2)缺點：線鬆動，從軌道中滑出來。

(3)我們的想法：如果不用定滑輪，改變竹筒擺的方向。



4.方法 4：把竹筒平放在桌邊，讓螺帽自由落下。

(1)操作方法：把竹筒平放在桌邊，讓螺帽自由落下，再用板子把它托上去。

(2)缺點：竹蜻蜓來回多次後，葉片會滑出。

(3)我們的想法：如果把竹筒往上傾斜，會不會阻止竹蜻蜓的葉片滑出。

5.方法 5：竹筒放在傾斜的支架上。

(1)設計製作一個傾斜的支架：(我們設計，老師協助裝訂)

(2)操作方法：

- 轉動葉片，讓線繞在軸上。
- 螺帽一放，就自由落下。
- 用手把落下的螺帽往上托，棉線又迴轉了。

(3)缺點：我們不容易控制手的位置。

(4)我們的想法：有沒有可以代替手托的器具。



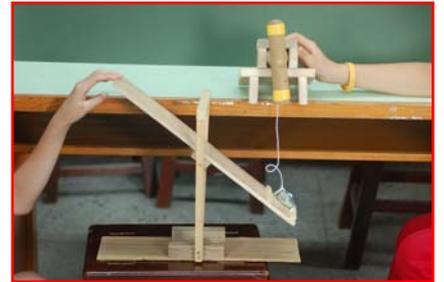
6.方法 6：利用自製的翹翹板，來代替手的操作。

(1)設計製作一個簡易翹翹板（我們討論，請老師裝訂）：
如圖。



(2)操作方法：

- a. 翹翹板放在實驗器正下方。
- b. 把螺帽放開。
- c. 螺帽會掉到翹翹板一端。
- d. 翹翹板另一端會往上翹。
- e. 當要把翹起來的那一端壓下去，螺帽已經滑下去了。（這樣的設計失敗）



(3)改進方法：

- a. 把放螺帽的一端圍起來，並把螺帽固定在框框裏。
- b. 按照前面的方法操作，這樣螺帽就不會滑下去了。

(4)缺點：自製的翹翹板不穩固、會搖晃。

7.方法 7：設計一台可以控制螺帽下降上升的實驗架。

(1)設計圖：和老師討論，設計出的實驗架。

(2)製作方法：

- a. 我們一起測量需要的木頭尺寸，請老師幫忙裝訂。
- b. 把木頭磨平。

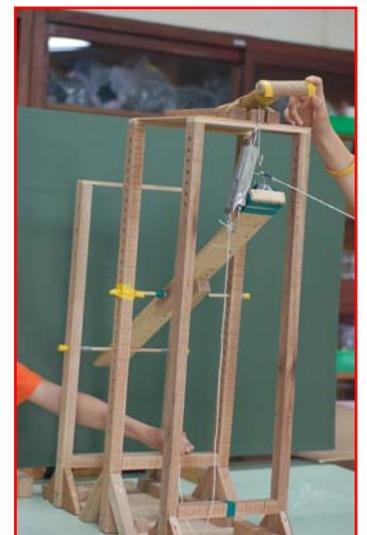


(3)測量螺帽下降上升來回十次的時間：

- a. 把會轉動的竹蜻蜓放在實驗架上方平台，用橡皮筋固定。
- b. 把螺帽用膠帶固定在翹翹板的框框中。
- c. 轉動葉片，翹翹板放螺帽的那一端會隨著棉線往上升，一直到翹翹板的另一端壓到固定板上。
- d. 把壓在固定板的手放開，螺帽就會往下掉，竹蜻蜓的葉片也會跟著轉動。
- e. 翹翹板的另一端會被固定板擋住，手再去把翹翹板慢慢壓下去到下面的固定板，這時棉線又慢慢被捲回竹筒裡。
- f. 重複來回操作 10 次，測量時間的長短。

(4)測量棉線回升的拉力大小：

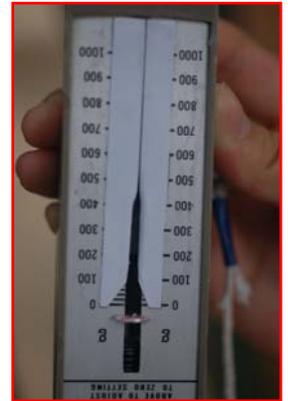
- a. 棉線的一端綁住葉片上的軸，另一端綁著一個鉤子。
- b. 在綁鉤子的一端，也綁住一只彈簧秤（1000g）。
- c. 把鉤子鉤在螺帽上的鐵圈上。
- d. 彈簧秤的前端用粗棉線綁住，拉到實驗架的一端。
- e. 剪一張紙片，中間剪開一部份，用白膠貼在彈簧秤的溝槽兩旁。



- f. 當葉片轉動時，棉線會帶動螺帽上升到上端。
- g. 手一放開，螺帽會下降，手一拉鉤子，鉤子就離開螺帽，葉片繼續轉動，把棉線往上拉，彈簧秤的指針會把溝槽上的紙拉出一個痕跡。

(5)優點：

- a. 可以測量竹蜻蜓轉動 10 次的時間。
- b. 可以測量棉線的迴轉拉力。
- c. 棉線的下降上升的長度一樣；另一端固定板之間的距離也一樣。
- d. 翹翹板有放螺帽的一端，也有固定板保持下降上升的距離。
- e. 操作方便，可測量螺帽下降上升的時間；也可以測量棉線的迴轉拉力。



三、活動三：哪些變因會影響「竹蜻蜓」的來回轉動？

玩「竹蜻蜓」的來回轉動時，發現有許多變因會影響葉片的來回轉動。

- ◎竹筒的口徑和洞口的位置。
- ◎葉片的數量（重量不同）、形狀、長短（重量相同）和面積相同長寬不同的長方形。
- ◎軸的粗細。
- ◎線的粗細。
- ◎螺帽的數量。

(一)實驗 1：竹筒上洞洞的高度不同，會不會影響葉片轉動的速度？

1.目的：要測出哪一個洞的阻力最小，把它當基準，來做後面的實驗。

2.變因方面：

(1)操縱變因：洞洞的高度不同（距離底邊的高度分別為：3、5、7、9、11、13cm）

(2)保持不變變因：

- a. 竹筒的高度、粗細、形狀、長短相同。
- b. 葉片的長度、數量、形狀相同。
- c. 螺帽數 1 個。
- d. 繩子的材質（棉線）、粗細、長短相同。

(3)應變變因：螺帽下降到地面的時間。



3.實驗方法：

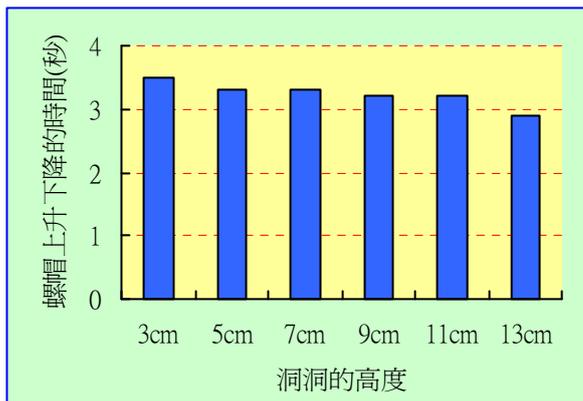
- (1)將螺帽、棉線、葉片、軸和竹筒架設好，放在傾斜的實驗架上。
- (2)竹筒洞洞到地面的距離為 100cm。
- (3)分別在不同高度的洞洞上做做看。
- (4)測量螺帽到地面的時間。

4.實驗結果：

單位：秒

洞高 次數	3cm	5cm	7cm	9cm	11cm	13cm
1	3.4	3.2	3.3	3.2	3.1	2.8
2	3.5	3.2	3.3	3.0	3.2	2.8
3	3.5	3.2	3.3	3.1	3.2	2.8
4	3.6	3.4	3.4	3.2	3.3	3.0
5	3.7	3.6	3.4	3.3	3.3	3.0
合計	17.7	16.6	16.7	15.8	16.1	14.4
平均	3.5	3.3	3.3	3.2	3.2	2.9

5.實驗比較：



6.討論：

- (1)竹蜻蜓一開始在轉動時是慢的，但是會愈轉愈快。
- (2)愈高的洞，轉動的速度愈快，可能是洞洞較接近葉片，支撐點離葉片較近，有足夠的力量支撐葉片的轉動。
- (3)在做 A 洞 (3cm) 時，因為太低了，所以在收線時，會愈收愈低，然後有些線滑掉，葉片就停止轉動了。

(二)實驗 2：竹筒的口徑不同，會不會影響葉片轉動的速度？

1.變因方面：

- (1)操縱變因：竹筒的口徑不同 (分別為：3.5、3.0、2.5、2.0cm)
- (2)保持不變變因：
 - a.竹筒的長短、形狀和洞口位置相同。
 - b.同一支葉片和軸。
 - c.螺帽數 2 個。

d.繩子的材質（棉線）、粗細、長短相同。

(3)應變變因：螺帽下降上升來回十次的時間。

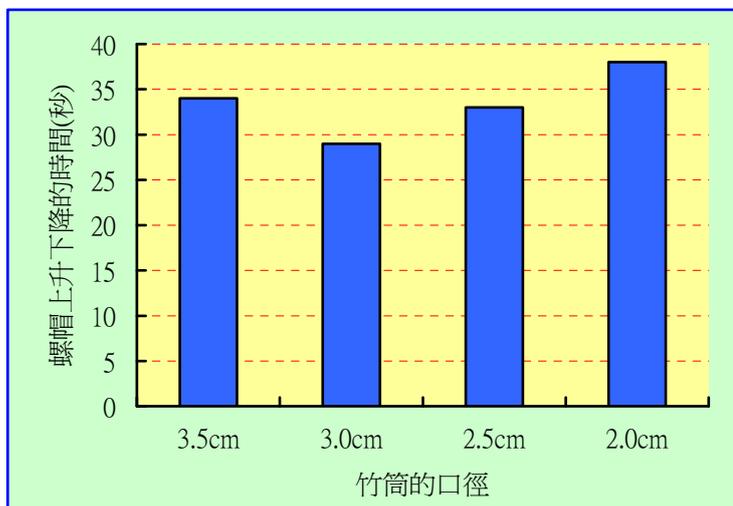
2.實驗方法：和（活動二）的（方法7）相同。

3.實驗結果： 單位：秒

次數 \ 口徑	3.5cm	3.0cm	2.5cm	2.0cm
1	34	28	33	39
2	34	29	33	38
3	34	29	33	37
4	34	29	32	39
5	34	29	32	39
合計	170	144	163	192
平均	34	29	33	38



4.實驗比較：



5.討論：

(1)我們發現口徑 3 公分的竹筒，螺帽下降上升來回 10 次的時間最短，我們決定使用口徑 3 公分的竹筒來做下面的實驗。



(三)實驗 3：葉片的數量不同，會不會影響葉片轉動的速度和棉線迴轉拉力的大小？

1.變因方面：

(1)操縱變因：葉片的數量不同（分別為：1、2、3、4 片）

(2)保持不變變因：

- a.竹筒的高度、粗細、形狀、洞口位置相同。
- b.葉片的長度相同。
- c.螺帽數 2 個。
- d.軸的粗細、長度相同。
- e.繩子的材質（棉線）、粗細、長短相同。



(3)應變變因：螺帽下降上升來回十次的時間；棉線迴轉拉力的大小。

2.實驗方法：和（活動二）的（方法 7）相同。

3.實驗結果：

(1)結果：

螺帽來回十次的時間

單位：秒

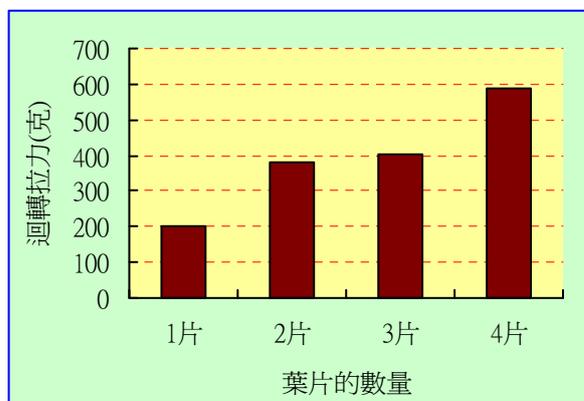
數量 次數	1 片	2 片	3 片	4 片
1	25	37	44	48
2	25	38	44	47
3	25	37	44	47
4	25	37	45	47
5	25	37	44	47
合計	125	186	221	236
平均	25	37	44	47

棉線迴轉的拉力

單位：克

數量 次數	1 片	2 片	3 片	4 片
1	200	400	420	580
2	200	380	400	600
3	200	380	400	580
4	200	360	400	560
5	220	380	400	620
合計	1020	1900	2020	2940
平均	204	380	404	588

(2)比較：



4.討論：

- (1)當葉片的數量愈多時，重量也愈重，轉動的速度就愈慢；葉片的數量愈少也愈輕，轉動速度愈快，可能是同樣螺帽數(2 個)拉輕的葉片比較容易；拉重的葉片比較困難。
- (2)當葉片數量愈少，螺帽下降上升的時間愈短，棉線迴轉拉力愈小；葉片數量愈多，螺帽下降上升來回的時間愈長，棉線迴轉拉力就愈大，可能是愈重的葉片在轉動時，比較不容易阻擋，也就是愈重的葉片在轉動時，不容易使它停止。相反的，比較輕的葉片在轉動時，比較容易阻擋它使它停止。



(四)實驗 4：葉片的長度不同，會不會影響葉片轉動的速度和棉線迴轉拉力的大小？

1.變因方面：

(1)操縱變因：葉片的長度不同（分別為：10、15、20、25、30cm）

(2)保持不變變因：

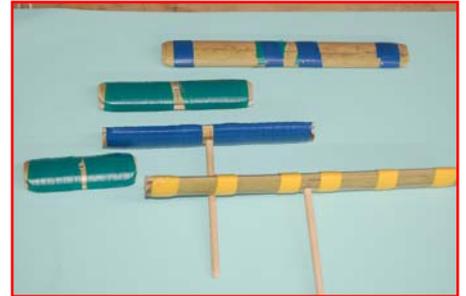
a.竹筒的高度、粗細、形狀、口徑和洞的位置相同。

b.葉片的重量相同。

c.螺帽數 2 個。

d.軸的粗細、長度相同。

e.繩子的材質（棉線）、粗細、長短相同。



(3)應變變因：螺帽下降上升來回十次的時間；迴轉拉力的大小。

2.實驗方法：和（活動二）的（方法 7）相同。

3.實驗結果：

(1)結果：

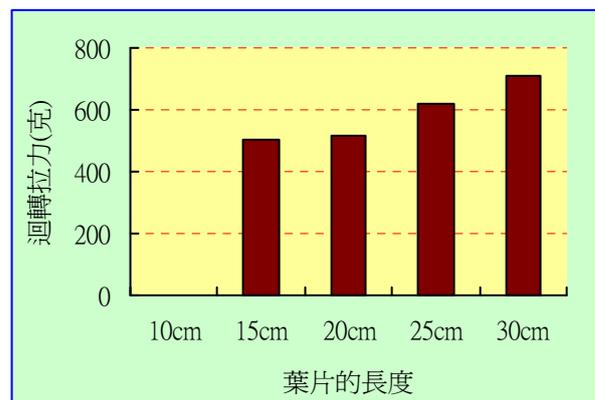
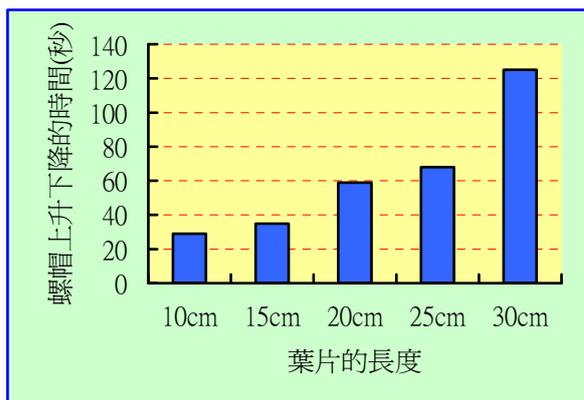
螺帽來回十次的時間 單位：秒

長度 次數	10cm	15cm	20cm	25cm	30cm
1	29	35	59	69	118
2	29	35	61	68	123
3	29	35	58	68	126
4	29	36	59	67	129
5	30	35	62	67	128
合計	146	176	296	339	624
平均	29	35	59	68	125

棉線迴轉的拉力 單位：克

長度 次數	10cm	15cm	20cm	25cm	30cm
1		480	480	600	700
2		550	500	650	720
3		550	560	620	660
4		500	480	600	750
5		450	560	620	720
合計		2530	2580	3090	3550
平均		506	516	618	710

(2)比較：



4.討論：

(1)愈長的葉片，螺帽下降上升來回十次的時間也愈長，迴轉拉力也愈大，可能是因為愈長的葉片，軸的支撐點不容易支撐到旁邊。

(2)葉片的重量相同，葉片愈長要使它轉動愈不容易。當葉片長是 30cm 時，軸的轉動要帶動葉片的轉動比較不容易，所以葉片迴轉時的拉力也比較大。

(五)實驗 5：面積相同，長寬不同的長方形，會不會影響葉片轉動的速度和棉線迴轉拉力的大小？

1.變因方面：

(1)操縱變因：面積相同、長寬不同的長方形。

(2)保持不變變因：

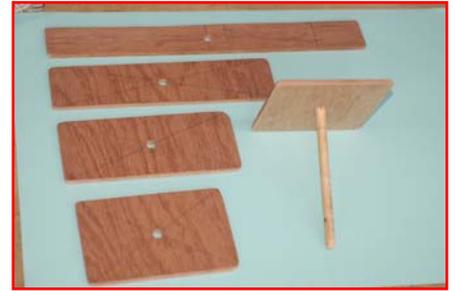
a.竹筒的高度、粗細、形狀、口徑和洞的位置固定。

b.葉片的數量、形狀相同。

c.螺帽數 2 個。

d.軸的粗細、長度相同。

e.同一條繩子。



(3)應變變因：螺帽下降上升來回十次的時間；棉線迴轉拉力的大小。

2.實驗方法：和（活動二）的（方法 7）相同。

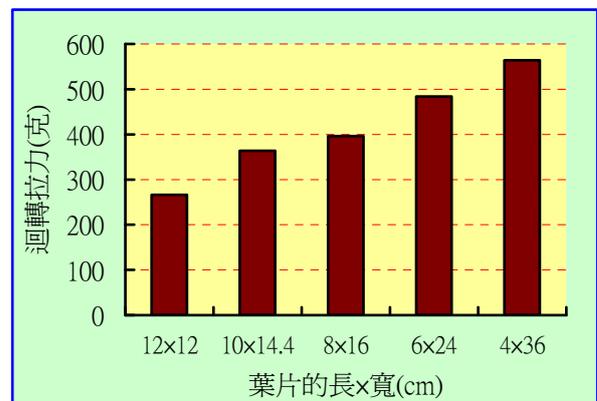
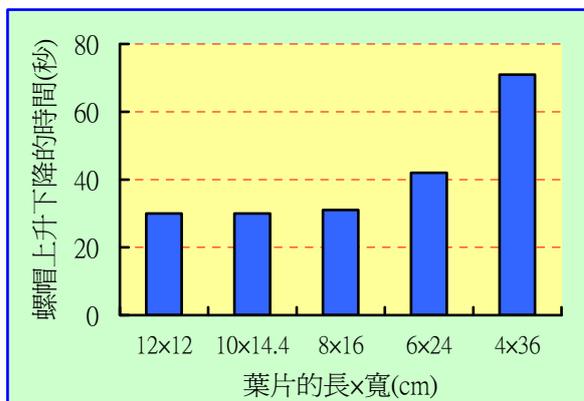
3.實驗結果：

(1)結果：

螺帽來回十次的時間		單位：秒				
長寬	12x	10x	8x	6x	4x	
次數	12cm	14.4cm	16cm	24cm	36cm	
1	30	30	31	41	70	
2	30	30	31	42	70	
3	30	30	31	43	72	
4	30	30	31	42	72	
5	30	30	31	43	72	
合計	150	150	155	211	356	
平均	30	30	31	42	71	

棉線迴轉的拉力		單位：克				
長寬	12x	10x	8x	6x	4x	
次數	12cm	14.4cm	16cm	24cm	36cm	
1	250	340	440	480	540	
2	240	380	380	500	580	
3	260	400	380	520	560	
4	320	360	360	480	560	
5	260	340	420	440	580	
合計	1330	1820	1980	2420	2820	
平均	266	364	396	484	564	

(2)比較：



4.討論：

(1)當葉片長寬的差距愈大，可能阻力愈大，下降上升時間愈長。我覺得葉片愈長受到風的阻力會愈大，速度可能會慢一些。

(2)葉片的長寬差距愈小，迴轉拉力愈小；長寬差距愈大，迴轉拉力愈大。

(六)實驗 6：葉片的形狀不同，會不會影響葉片轉動的速度和棉線迴轉拉力的大小？

1.變因方面：

(1)操縱變因：葉片的形狀不同（分別為：三角形、正方形、長方形、圓形）

(2)保持不變變因：

a.竹筒的高度、粗細、形狀、口徑和洞的位置都固定。

b.葉片的重量、面積都相同。

c.螺帽數 2 個。

d.軸的粗細、長度都一樣。

e.繩子的材質（棉線）、粗細、長短都相同。



(3)應變變因：螺帽下降上升來回十次的時間；棉線迴轉拉力的大小。

2.實驗方法：和(活動二)的(方法 7)相同。

3.實驗結果：

(1)結果：

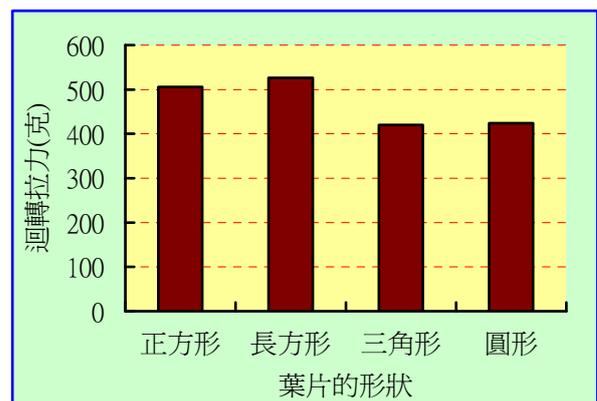
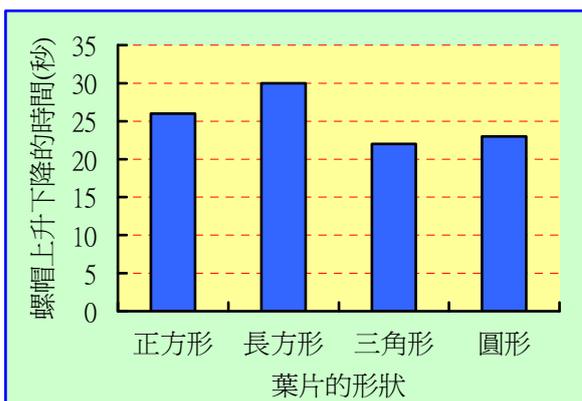
螺帽來回十次的時間 單位：秒

形狀 次數	正方形	長方形	三角形	圓形
1	26	30	22	23
2	26	30	22	22
3	26	30	22	23
4	26	30	22	23
5	25	30	22	24
合計	129	150	110	115
平均	26	30	22	23

棉線迴轉的拉力 單位：克

形狀 次數	正方形	長方形	三角形	圓形
1	560	500	420	380
2	500	520	440	420
3	510	540	440	440
4	480	520	400	440
5	480	550	400	440
合計	2530	2630	2100	2120
平均	506	526	420	424

(2)比較：



4.討論：

(1)當葉片的形狀不同時，螺帽下降上升的時間也不同，棉線迴轉拉力也不同。

(2)葉片的形狀是三角形和圓形，螺帽下降上升的時間相近，棉線迴轉拉力也相近。

(3)葉片的形狀是長方形時，迴轉拉力最大，螺帽下降上升的時間也最久。

(4)圓形、三角形的面積都相等，軸支撐葉片的轉動很平均，所以來回十次的時間都差不多；而長方形雖然面積相同，因為邊長不一樣，軸支撐葉片轉動比較不容易，所以來回十次的時間較慢。

(七)實驗 7：軸的粗細不同，會不會影響葉片的轉動和棉線迴轉拉力的大小？

1.變因方面：

(1)操縱變因：軸的粗細不同(分別為：1.9、1.8、1.6、0.8、0.7cm)

(2)保持不變變因：

a.竹筒的高度、粗細、形狀、口徑和洞的位置都固定。

b.葉片的長度、數量相同。

c.螺帽的數量 2 個。

d.軸的粗細、長度相同。

e.繩子的材質（棉線）、粗細、長短相同。



(3)應變變因：螺帽下降上升來回十次的時間；棉線迴轉拉力的大小。

2.實驗方法：和(活動二)的(方法 7)相同。

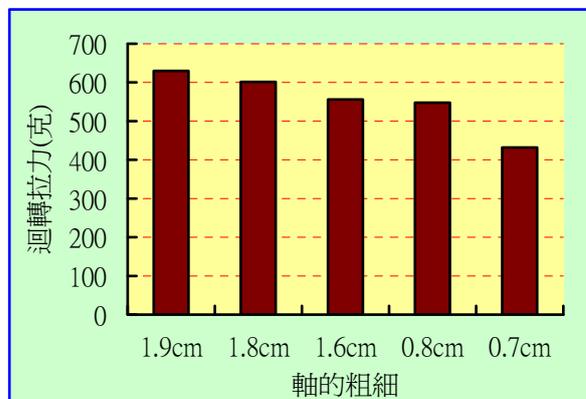
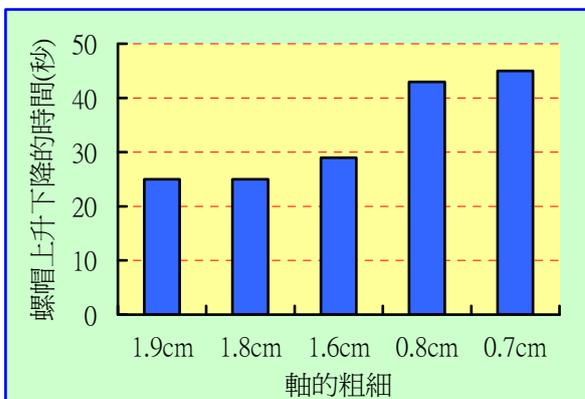
3.實驗結果：

(1)結果：

粗細 次數	1.9cm	1.8cm	1.6cm	0.8cm	0.7cm
1	25	25	29	43	45
2	25	25	29	43	44
3	25	25	29	43	46
4	26	25	29	43	44
5	25	25	29	43	45
合計	126	125	145	215	224
平均	25	25	29	43	45

粗細 次數	1.9cm	1.8cm	1.6cm	0.8cm	0.7cm
1	650	620	520	600	420
2	680	580	600	520	420
3	620	580	560	540	400
4	580	650	540	540	460
5	620	580	560	540	460
合計	3150	3010	2780	2740	2160
平均	630	602	556	548	432

(2)比較：

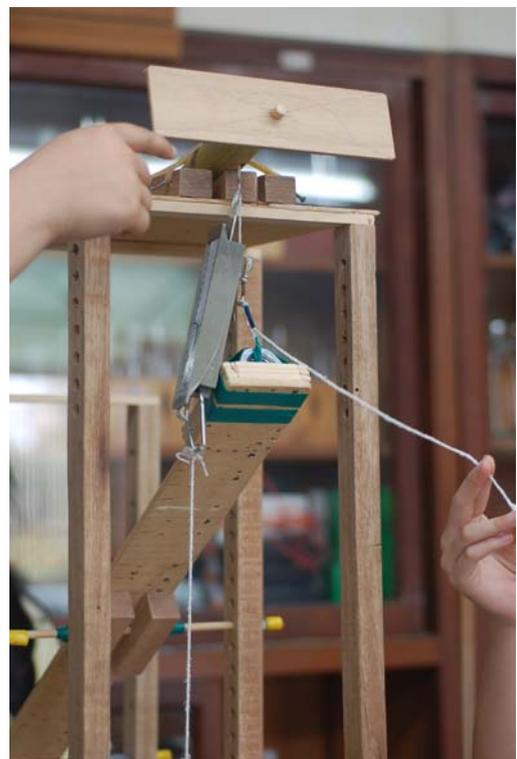


4.討論：

- (1)我們發現軸愈粗，轉動的速度愈快，可能是因為愈粗的軸，可以支撐的重量愈大；而我們用的葉片的重量是相同的，用粗軸轉動葉片會比較穩，用細軸來支撐的比較不穩。
- (2)越細的軸棉線迴轉拉力越小，越粗的軸棉線迴轉拉力越大。我覺得是因為螺帽拉動線，線帶動軸，如果軸越細，轉動愈不容易，所以拉動時，力量就愈小；如果軸越粗，轉動愈容易，所以拉動時力量就愈大。
- (3)我們學過輪軸，要使細的輪軸轉動比較不容易，用力要大；使粗的輪軸轉動比較容易，用力小；好比坐翹翹板，坐的位置愈靠翹翹板的外側，愈容易使翹翹板向下傾斜。所以軸愈粗，繞在軸上的棉線比較容易拉動。



測量螺帽下降上升 10 次時間



測量棉線迴轉的拉力

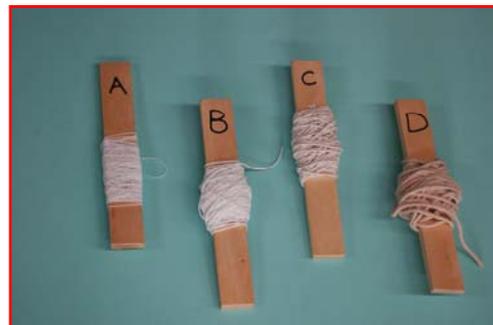
(八)實驗 8：棉線的粗細不同，會不會影響葉片轉動的速度和棉線迴轉拉力的大小？

1.變因方面：

(1)操縱變因：棉線的粗細不同(從細到粗編號分別是 A、B、C、D)

(2)保持不變變因：

- a.竹筒的高度、粗細、形狀、口徑和洞的位置固定。
- b.葉片的長度、數量、形狀相同。
- c.螺帽數 2 個。
- d.軸的粗細、長度相同。
- e.繩子的材質（棉線）、長短相同。



(3)應變變因：螺帽下降上升來回十次的時間；棉線迴轉拉力的大小。

2.實驗方法：和(活動二)的(方法 7)相同。

3.實驗結果：

(1)結果：

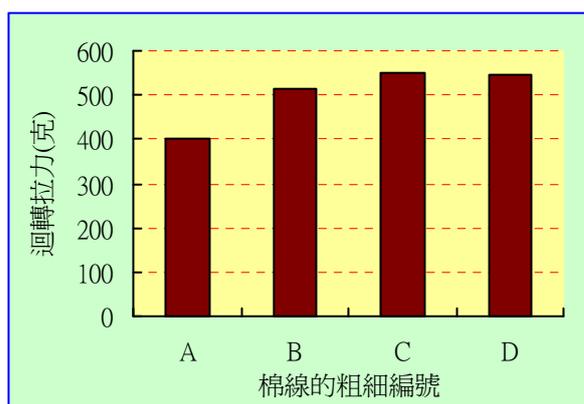
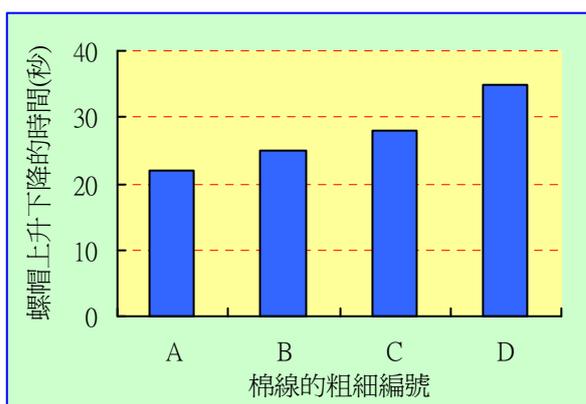
螺帽來回十次的時間 單位：秒

粗細 次數	A	B	C	D
1	22	25	28	35
2	22	25	28	35
3	22	25	28	36
4	22	25	28	35
5	22	25	28	35
合計	110	125	140	176
平均	22	25	28	35

棉線迴轉的拉力 單位：克

粗細 次數	A	B	C	D
1	380	540	580	560
2	360	540	540	560
3	420	520	540	540
4	400	520	540	500
5	450	460	560	560
合計	2010	2580	2760	2720
平均	402	516	552	544

(2)比較：



4.討論：

- (1)用越細的線使軸轉動時，螺帽下降上升來回十次的時間越短，越粗的線來回十次的時間越長。我覺得是因為粗的線在做實驗時，與洞口摩擦的面積較大，細的則相反。
- (2)一開始，還沒做實驗時，我們以為 A 線太細容易斷，所以我們準備很多條線，沒想到 A 線的韌性夠，不容易斷，只是會起毛球。

(九)實驗 9：螺帽數不同，會不會影響葉片轉動的速度和棉線迴轉拉力的大小？

1.變因方面：

(1)操縱變因：螺帽數不同（分別為：1、2、3、4 個）

(2)保持不變變因：

- a.竹筒的高度、粗細、形狀、口徑和洞的位置都固定。
- b.葉片的重量、長度相同。
- c.軸的粗細、長度相同。
- d.繩子粗細、長短相同。

(3)應變變因：螺帽下降上升來回十次的時間；棉線迴轉拉力的大小。

2.實驗方法：和（活動二）的（方法 7）相同。

3.實驗結果：

(1)結果：

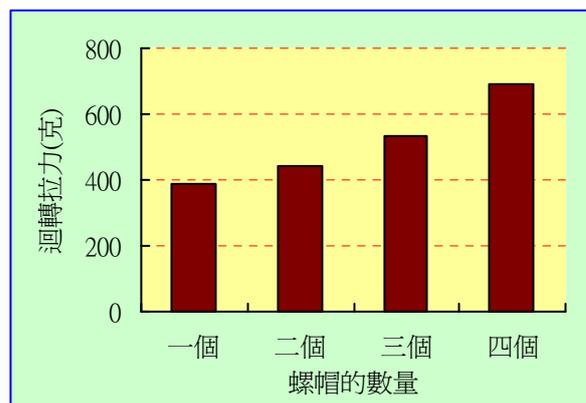
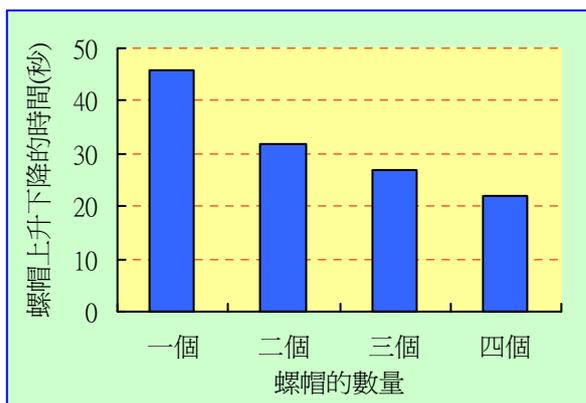
螺帽來回十次的時間 單位：秒

數量 次數	一個	二個	三個	四個
1	46	32	26	22
2	46	31	27	22
3	46	32	27	22
4	46	32	28	22
5	46	32	27	22
合計	230	159	135	110
平均	46	32	27	22

棉線迴轉的拉力 單位：克

數量 次數	一個	二個	三個	四個
1	400	450	500	700
2	380	500	520	700
3	400	420	560	680
4	380	420	500	680
5	380	420	580	700
合計	1940	2210	2660	3460
平均	388	442	532	692

(2)比較：



4.討論：

- (1)螺帽數愈多，葉片轉動愈快，螺帽下降上升來回十次的時間愈少，棉線迴轉拉力愈大。
- (2)螺帽數越少，葉片轉動得愈慢，螺帽下降上升來回十次的時間愈長，棉線迴轉拉力愈小。
- (3)螺帽的數量多少和拉力的大小有關，螺帽多時，就好比我們用力拉動繩子，使葉片轉動很快，葉片的迴轉拉力也跟著很大；當螺帽數少時，好比我們拉力小，葉片轉動也慢，葉片迴轉的拉力也較小。

四、活動四：輪子的轉動和竹蜻蜓葉片轉動的比較。

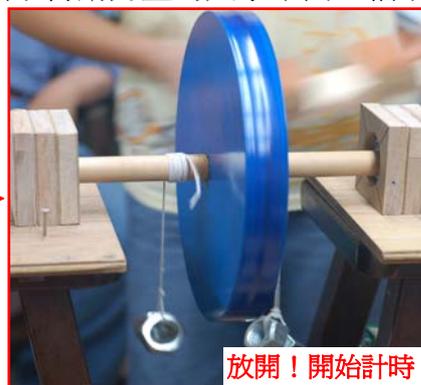
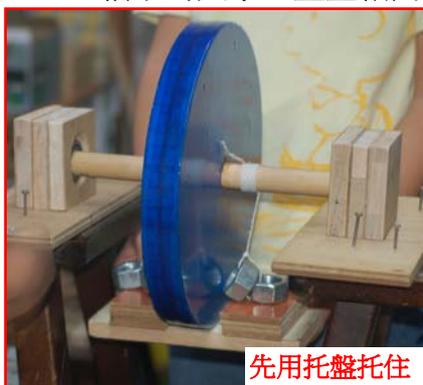
(一)我們怎麼會想到這個比較呢？

去年我們和老師去日本福岡兒童科學館參觀，操作區有一台「輪子轉動」的實驗。實驗器上有三個一樣大小的輪子，可是重量不同，每一次轉動時，重的輪子都轉得比較久，所以我們在玩竹蜻蜓時，就想到這個有趣的實驗。



(二)我們設計四個實驗和竹蜻蜓做比較：

- 1.輪子的大小相同、重量不同，輪子轉動的比較。
- 2.輪子的重量相同、大小不同，輪子轉動的比較。
- 3.輪子的大小相同、軸的粗細不同，輪子轉動的比較。
- 4.輪子的大小、重量相同，輪子轉動力量的大小不同，輪子轉動的比較。



(三)實驗方法：

1.輪子轉動時間的比較：

- (1)將輪軸和軸承放在實驗架上。
- (2)在輪盤下方的地上，放置厚 6cm 的木板。
- (3)將重物綁上棉線。
- (4)將棉線以垂直的方式，用膠帶黏在輪盤兩側的軸上。
- (5)轉動輪盤，讓棉線纏繞在軸上。
- (6)手離開輪盤，並同時開始計時到輪盤轉動停止共多少時間。

2.輪子轉動時拉力大小的比較。

- (1)將輪軸和軸承放在實驗架上，並在靠近軸承的地方，綁上拉動螺帽盒的棉線。
- (2)在輪盤下的地上，放置厚 6cm 的木板。
- (3)將重物綁上棉線，將棉線以垂直的方式，用膠帶黏在輪盤兩側的軸上。
- (4)轉動輪盤，讓棉線纏繞在軸上，綁螺帽盒的棉線也纏繞在軸上。
- (5)手離開輪盤，控制螺帽盒的棉線位置，螺帽盒會被拉高，在停止的位置測量高度。

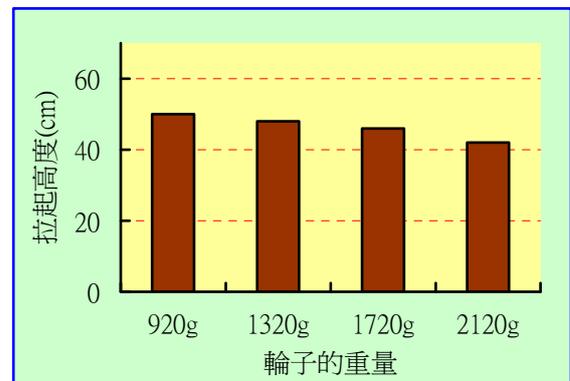
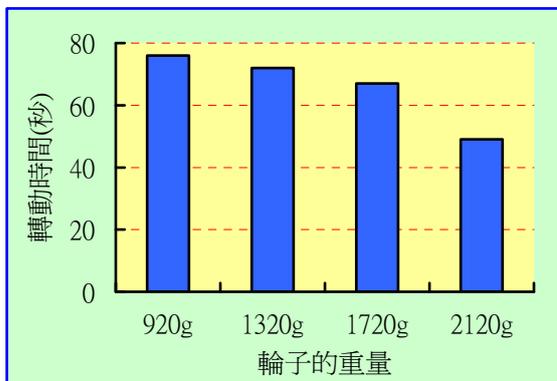


(四)實驗結果：

1.結果 1：輪子的大小相同、重量不同，輪子轉動時間和拉力的比較。

輪子重量		920g		1320g		1720g		2120g	
次數	項目	轉動時間(秒)	拉起高度(cm)	轉動時間(秒)	拉起高度(cm)	轉動時間(秒)	拉起高度(cm)	轉動時間(秒)	拉起高度(cm)
		1	79	51	72	48	66	47	49
2		76	49	73	48	66	45	50	42
3		75	50	70	49	68	45	48	43
4		76	49	72	48	66	46	49	42
5		75	49	72	49	68	46	49	42
合計		381	248	359	242	334	229	245	213
平均		76	50	72	48	67	46	49	43

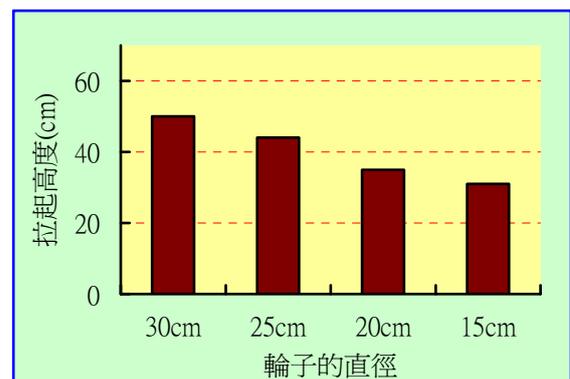
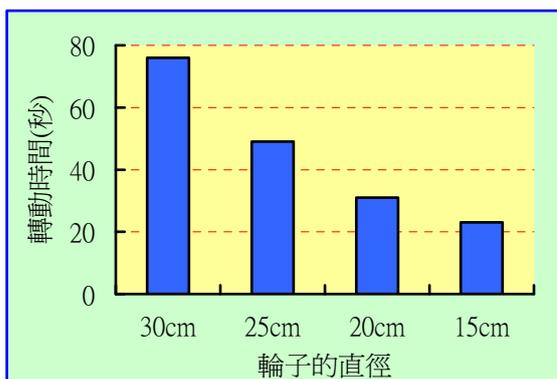
2.比較 1



3.結果 2：輪子的重量相同、大小不同，輪子轉動時間和拉力的比較。

輪子直徑		30cm		25cm		20cm		15cm	
次數	項目	轉動時間(秒)	拉起高度(cm)	轉動時間(秒)	拉起高度(cm)	轉動時間(秒)	拉起高度(cm)	轉動時間(秒)	拉起高度(cm)
		1	79	51	49	45	30	36	22
2		76	49	49	44	31	36	23	31
3		75	50	50	43	31	34	23	31
4		76	49	49	45	31	33	23	31
5		75	49	49	46	30	37	22	33
合計		381	248	246	223	153	176	113	156
平均		76	50	49	44	31	35	23	31

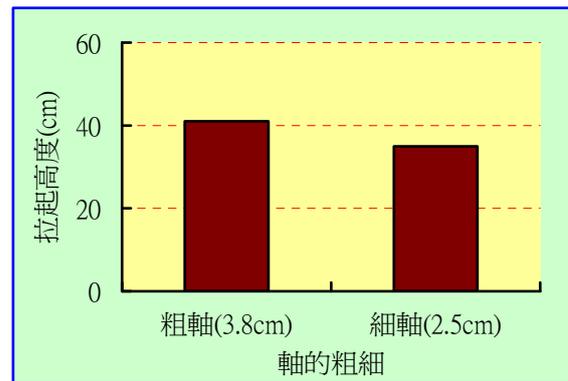
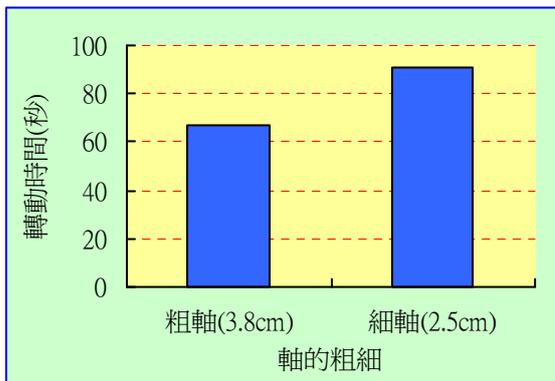
4.比較 2



5.結果 3：輪子的大小相同、軸的粗細不同，輪子轉動時間和拉力的比較。

軸的粗細		粗的軸（直徑 3.8cm）		細的軸（直徑 2.5cm）	
次數	項目	轉動時間	拉起高度	轉動時間	拉起高度
		1	74	39	95
2	79	42	92	35	
3	77	43	88	36	
4	76	43	90	34	
5	77	40	92	36	
合計		333	207	457	177
平均		67	41	91	35

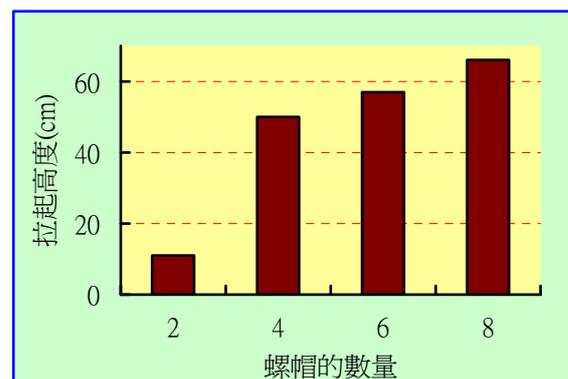
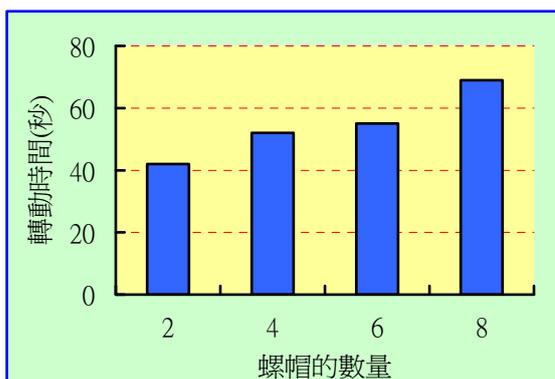
6.比較 3



7.結果 4：輪子的大小、重量相同，輪子轉動力量的大小不同，輪子轉動時間和拉力的比較。

螺帽數量		2		4		6		8	
次數	項目	轉動時間(秒)	拉起高度(cm)	轉動時間(秒)	拉起高度(cm)	轉動時間(秒)	拉起高度(cm)	轉動時間(秒)	拉起高度(cm)
		1	41	13	53	51	54	55	65
2	40	10	52	49	55	58	68	67	
3	43	10	52	50	55	57	68	65	
4	43	10	52	49	57	57	69	68	
5	42	11	53	49	56	57	73	63	
合計		209	54	262	248	277	284	343	330
平均		42	11	52	50	55	57	69	66

8.比較 4



(五)討論：

- 1.當輪子的大小相同，輪子的重量不同時，在輪軸上掛 4 個螺帽使輪子轉動的時間都不相同。輪子愈輕，轉動的時間愈長，拉起重物的力量也愈大。當竹蜻蜓的葉片大小相同，重量不同時，葉片愈輕，竹蜻蜓葉片轉動來回十次的時間雖然也愈短，可是棉線回轉的拉力也愈小。
- 2.當輪子的重量相同，輪子大小不同時，在輪軸上掛 4 個螺帽使輪子轉動的時間也不相同，輪子愈大轉動的時間愈長，拉起螺帽盒的力量也愈大；輪子愈小，輪子轉動的時間也愈短，拉力也變小。
- 3.當竹蜻蜓的葉片重量相同，葉片愈長時，竹蜻蜓轉動來回十次的時間也愈長，棉線回轉的拉力也愈大。
- 4.輪子的大小和重量相同，軸的粗細不同。
 - (1)輪子轉動的時間會不同，軸愈粗，螺帽掉落到地面的時間短(4 秒)，軸細的，螺帽掉落到地面的時間常(6 秒)，輪子轉動的時間長，可是輪子轉動時的拉力小。
 - (2)在竹蜻蜓的轉動中，軸的直徑愈粗，葉片來回轉動十次的時間愈短，可是拉力愈大；軸愈細時，葉片來回十次轉動的時間愈長，拉力也愈小。

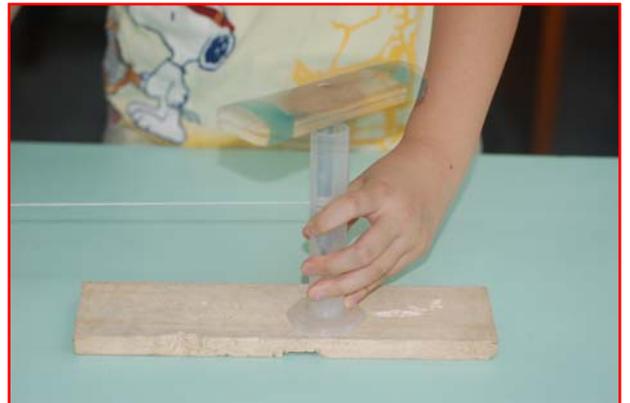
五、活動五：利用「會轉動的竹蜻蜓」，做一個鑽洞器

(一)目的：把會轉動的竹蜻蜓應用在生活中

(二)材料：粗鐵棍、竹筒、鑽頭、鑽孔器、鋸子、55cm 棉線(C)、小木條、量筒、量杯、菜刀、砂紙、螺絲、焊槍、膠帶。

(三)「鑽洞器」製作方法：

- 1.將竹筒用菜刀剖成四片，並用砂紙磨。
- 2.將二片竹片固定，並鑽洞再插入軸。
- 3.在鐵軸底部鑽洞，焊入鑽頭。
- 4.在量筒底部鑽洞(洞粗附合鑽頭即可)。
- 5.在量筒旁邊鑽一個長洞(1.7cm)。
- 6.將 C 綿線穿入長洞，並綁上軸固定。
- 7.另一端的線綁上小木條，即完成。



(四)「保護座」製作方法：

- 1.拿一個量杯，竹筒(5cm 中空)、膠帶。
- 2.在竹筒外圍綁上膠帶，厚度附合量筒內徑即可。
- 3.把竹筒放入量杯內，完成。



(五)操作方法：

- 1.將鑽頭放在要鑽洞的位置。
- 2.食指、中指鉤住小木條，並拉出去，葉片轉動了，鑽頭也往下鑽了。

(六)缺點：長洞會被磨損。

(七)優點：來回鑽洞順利。

陸、結論：

- 一、「會來回轉動的竹蜻蜓」玩具是爺爺奶奶童年時代的玩具，用土芒果的種子自己製作，變成生活中的樂趣。我們改用竹子為材料，做出屬於自己的玩具，不只是好玩也拉出了許多科學的道理。
- 二、這種玩具最特別的地方是它的轉動是靠著手拉棉線的力量，使軸轉動葉片也跟著轉動。手來回拉一次的葉片轉動方向和下一次的來回拉一次的轉動方向正好相反。只要手不停的來回拉棉線，「竹蜻蜓」的葉片就會不停的轉動。
- 三、「會來回轉動的竹蜻蜓」的轉動會受到葉片的大小、形狀、輕重、長短以及軸的粗細、竹筒的大小和竹筒上洞的位置等的影響；手的拉力也會影響轉動時間和力量。
- 四、我們設計的實驗架，是在老師的指導下完成，利用它我們完成了竹蜻蜓的葉片轉動快慢和葉片的來回轉動時軸上棉線拉力大小的實驗。把生活中的玩具變成一個科學的主題實驗，這是我們最高興的一件事。
- 五、我們設計會轉動的輪子來驗證竹蜻蜓轉動的時間和棉線回轉的拉力，結果，輪子的大小、重量；輪軸的粗細和吊的螺帽數都會影響輪子的轉動，也會影響拉力的大小；這個現象和竹蜻蜓的轉動是一樣的道理。
- 六、在我們的討論下，利用「會來回轉動竹蜻蜓」的來回轉動和平常老師幫我們打洞的工具原理，設計製作一支「會鑽洞的竹蜻蜓」是這次活動另一個滿意的事情。

【評語】 081518

- (1)會努力完成作品，應可延伸他的應用。
- (2)一個簡單問題，過份複雜的陳述。
- (3)以舊時的玩具當起點，具鄉土性。
- (4)努力探討物理現象，亦具實用性，樂在其中，表現值得肯定。