

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學科

最佳(鄉土)教材獎

030803

黏綿到天邊-棉花糖製作探究

學校名稱：臺中縣立光德國民中學

作者： 國二 陳鑫凱 國二 胡婉真 國二 楊馨儀 國二 田儀萱	指導老師： 黃俊凱
---	--------------

關鍵詞：離心力 旋轉穩定度 轉速

黏綿到天邊-棉花糖製作探究

摘要

本實驗主要探討的是如何製作棉花糖，其過程以及他的周邊關係，例如：轉速、溫度、洞的數量…的關係。

由此實驗我們可以得知如何做出好吃的棉花糖，最主要是因為轉動的速度和溫度，我們發現在電壓 4V~6V 所轉出的棉花糖的品質最好，而我們再控制溫度時發現以大火加熱最為理想，將其二理想方法合而為一便能製造出好吃的棉花糖。

之外我們還探討了瓶罐大小和孔數量的關係，我們發現在鐵罐上打上兩排的洞為最主要的關鍵，因為出來的糖絲只會從下方的兩排飛出。另外我們還使用了鐵絲網來固定馬達，這樣不但可以解決平衡的問題還可讓馬達和固定的衛生紙筒之間產生緩衝的功效，減少它搖晃的程度，進而達到平衡。

壹、研究動機：

在園遊會裡，看到有人在賣好吃的棉花糖，在旁邊看總是不禁垂涎三尺，好想吃喔！要如何自己做好吃的棉花糖呢？

每當靠近製作棉花糖的機器總是感覺熱熱的，這個原因是否跟製作棉花糖的溫度有關嗎？看到賣棉花糖的老闆總是能把棉花糖做的像是天上的白雲一樣不小心就像會飄起來的樣子，那又是因為什麼原因的關係才會使得棉花糖看起來像雲朵般這麼好吃呢？所以我們抱著懷疑的心情向老師詢問棉花糖是如何製作的，為什麼原本顆粒狀的糖到後來為變成像雲朵般的綿細？老師說棉花糖的製作原理是將糖加熱融化掉後，再利用機械旋轉離心力的關係將糖絲甩出，當甩出的糖受到外面空氣的冷卻後，就會再次凝固而形成棉化狀的糖絲，老師說的很清楚，我們聽得很模糊，所以老師便建議不如把它當成科展題目，好來仔細研究棉花糖製成原理與其他影響因素。

貳、研究目的：

- 一、探討如何使物體產生良好的轉動效率？
- 二、探討不同轉速（不同電壓）對於棉花糖產生的影響？
- 三、探討在相同電壓下，旋轉物體上孔動排數對棉花糖產生的影響？
- 四、探討溫度（火焰大小）對於棉花糖的產生的影響？
- 五、探討旋轉物體上的孔洞大小對於棉花糖產生的影響？

參、研究設備及器材：

名稱	數量	註明
馬達	數個	中型馬達
細鐵絲	一捆	*
箱子	2 個	不要是紙箱
冰棒棍	2 包	大型,中型
大頭針	一盒	也可以是圖釘
250cc.鋁罐	數個	小型轉體
360c.c 鋁罐	數個	大型轉體
小長尾夾	一盒	*
電源供應器	一台	*
鱷魚夾電線	2 條	*
尖嘴鉗	一支	*
熱熔膠組	一組	包含熱熔膠槍一支、膠條數根
快乾型三秒膠	一組	*
螺絲釘	數個	小型即可
砂糖	數包	2 號砂白尤佳
酒精燈	數盞	內含酒精勿低於 2/3
伏特計	一座	
鋁箔紙	一盒	





肆、研究方法及過程：

- 一、我們先拿數個鋁罐，上方挖空，還有在接近尾部約 2~3 公分的地方拿大頭針撮洞（以排為一單位，為達到每一排的孔洞都能很整齊，我們先利用電腦列印出洞的位置貼在鋁罐上在進行打洞的動作），撮到大約是 2/3 高的地方，製作出不同格式的鋁罐來當作旋轉測驗體。
- 二、依照我們所需要的實驗目的，撮出不同排數與大小的孔洞鋁罐。
- 三、將冰棒棍找出中間點，利用鐵絲與鋁罐綁在一起。
- 四、將馬達和冰棒棍用熱熔膠黏在一起，需確定黏好後是否平衡。
- 五、我們可以將馬達用電線接在電源供應器上（注意：需開到直流，且電源供應器的電流不可開的太大，以免馬達燒壞或爆炸），來檢查冰棒棍與馬達連接後，是否確實達到平衡。
- 六、之後在將整組馬達裝置放置於製固定架上。
- 七、我們利用上五的方式，再檢查它是否還維持平衡。
- 八、之後平衡後，我們從下方放置酒精燈，從上方的鋁罐洞口倒糖進去，點火，接電。
- 九、為了控制火的大小，我們利用酒精燈點火時，先讓酒精燈燃燒三十秒之後再進行實驗。
- 十、利用離心力的關係，當裝置加熱轉動時，棉花糖會從鋁罐旁邊刺的洞口飛出，並且呈現細絲狀。
- 十一、將黑色塑膠袋放在旋轉物體旁邊觀察棉花糖出現的時間。
- 十二、之後我們就可以拿著竹籤，捲起細絲狀棉花糖，開始品嚐。



伍、研究結果

實驗一：

- 一、實驗目的：探討如何使物體產生良好的轉動效率？
- 二、實驗器材：馬達、鋁罐，鐵絲、冰棒棍、電源供應器，電線、集合箱
- 三、實驗步驟：
 - (一) 將不同的鋁罐上方鋁片利用開罐器打開，採用不同鐵絲的組合情況來當作鋁罐與馬達之間的連接裝置。
 - (二) 將不同鐵絲、冰棒棍與馬達相連接，接上電源供應器，通電後觀察鋁罐的轉動情況。
 - (三) 觀察記錄。

四、實驗數據：(電壓 2V)

鐵絲構造 鋁罐種類	四腳型	八腳型	冰棒棍
360C.C 鋁罐	搖晃很嚴重 角度很大	稍微搖晃 角度略小	接近不搖晃
250C.C 鋁罐	稍微搖晃	稍微搖晃	幾乎不搖晃 (但須經過調整)





五、討論：

在做過很多次實驗中我們逐漸發現，起初我們的構想是想要將馬達固定在某一裝置上，然後下方接上鐵絲，鐵絲平均向外折出並與鋁罐用長尾夾夾住，利用鐵絲平均對襯距離來控制鋁罐轉動時的平衡，後來發現此裝置極不容易達到一穩定狀態，因為鐵絲的厚度過薄，轉動時極容易晃動，轉動物體不容易找到平衡點而穩定，所以我們將鐵絲由四個方向變成八個方向，效果有變好許多，但是只要轉速加大，晃動的情況就會變的嚴重，所以到了最後我們放棄自製鐵絲，採用較厚的冰棒棍來當作鋁罐的旋轉支架，將鋁罐的中心點找出直接將冰棒棍固定在鋁罐上，一切轉動晃動不穩的狀態完全獲得改善。並且在實驗中我們發現，物體體積越大，轉動越不容易達到平衡，不穩地的物體轉速越快，晃動的情形就會越嚴重。

所以為了解決物體轉動平衡的情況，我們最後發現採用不固定馬達的情形，**再利用冰棒棍當平衡棍，找出鋁罐上方中心點，利用鐵絲將木棍綁在鋁罐上連接上馬達，邊轉動邊調整，最後可以完成一個即使在高速轉動下仍會平衡的裝置。**

實驗二：

一、實驗目的：探討不同轉速（不同電壓）對於棉花糖產生的影響？

二、實驗器材：250C.C 鋁罐， 12V 強力馬達，電源供應器、酒精燈、集合箱

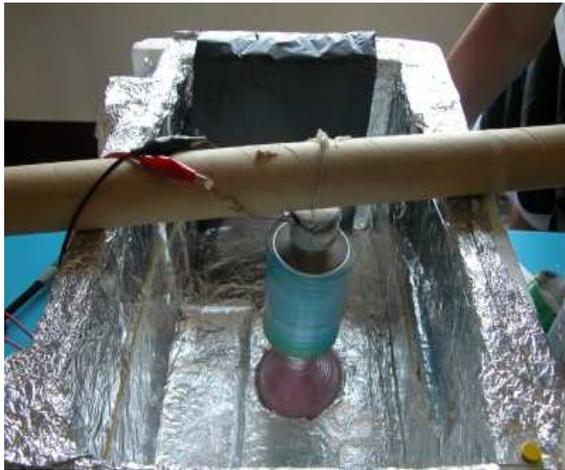
三、實驗步驟：

（一）利用自製棉花糖製造機，每次均加入十公克的糖，改變馬達上通入電壓的大小。

（二）在不同轉速之下，加熱，測量在黑色塑膠袋上出現棉花糖絮時的時間。

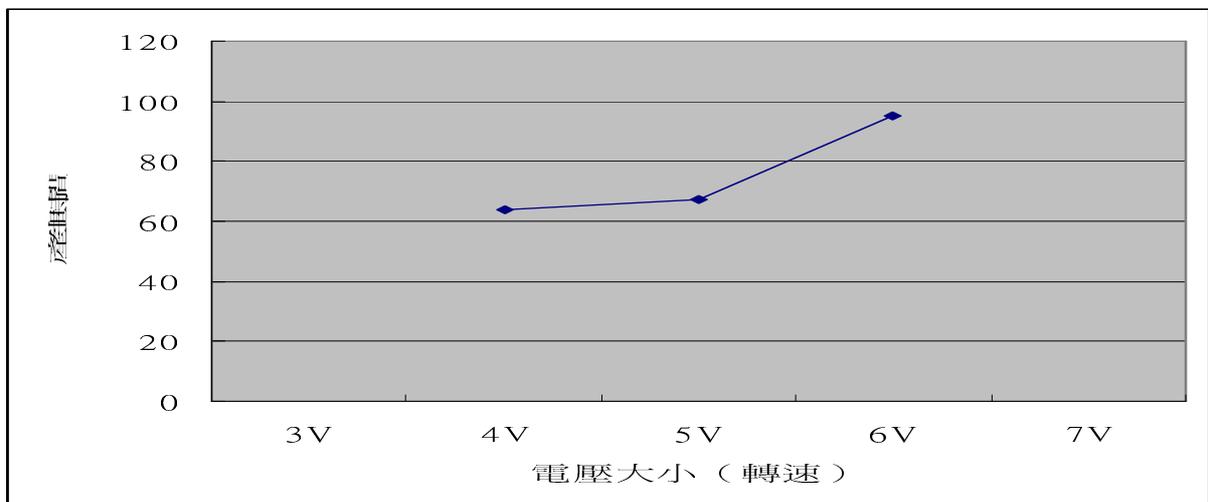
（三）記錄之

（四）每次量測完，為縮小實驗誤差，將鋁罐拆下，並用水清洗鋁罐內部，以免有剩餘的糖留下。



四、實驗數據：

電壓	3V	4V	5V	6V	7V
產生時間（秒）					
時間一	x	63	70	95	x
時間二	x	65	67	98	x
時間三	x	64	65	93	x
平均	x	64	67.3	95.3	x



四、討論：

當我們將電源供應器開到 3V 時，我們發現所轉出的糖絲為焦黑狀，並且呈現燒焦的情形；而我們再嘗試開到 4V 時，我們發現所轉出的糖絲呈現最佳狀態，糖絲顏色呈現白色且輕；我們再轉到 5V 的地方實驗，發現所轉出的糖絲也是呈現白色且輕的狀態，但是時間為較長；再開到 6V，發現雖然還是有轉出糖絲，但是糖絲量比較少，且產生的時間較長；當我們開到 7V 時，糖絲完全轉不出來，另外我們停止運轉時，觀察糖的溶解量，發現幾乎沒有溶解。

會有以上的情況發生，我們探究其原因發現，利用 3V 的轉速時因為轉速太慢，導致加熱的時間太長。所以當糖受熱融化後來不及被轉動物體離心力甩出，因此變成黑色的糖漿甚至燒焦。但是如果將轉速加大至 7V 以上時，我們發現也不容易產生棉花糖糖絮，探究其原因 發

現應該是轉速太快導致不容易受熱，因此糖不容易融化，所以也不容易產生棉花糖。

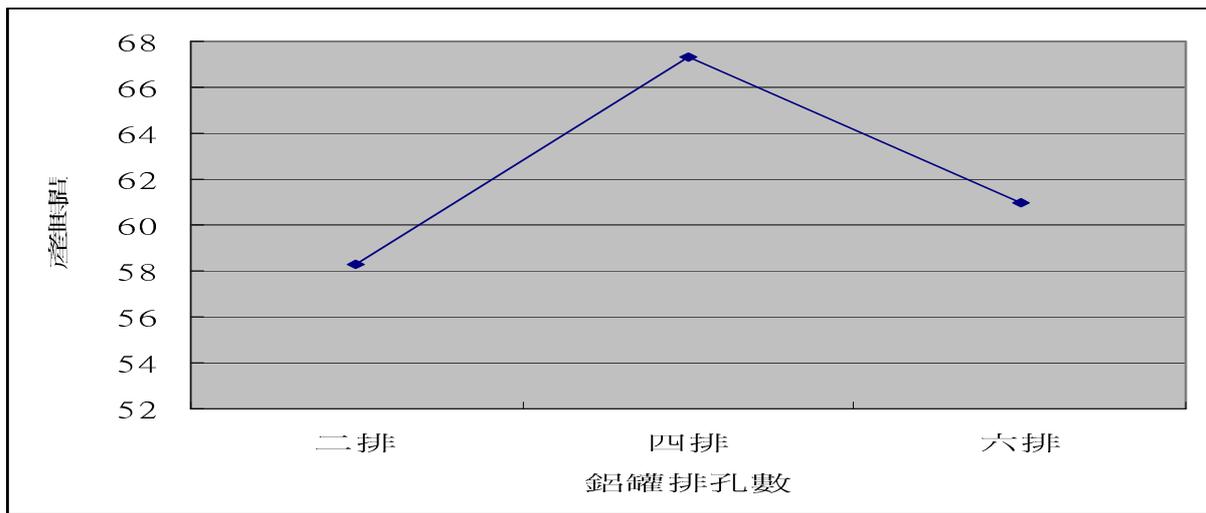
實驗三：

- 一、實驗目的：探討在相同電壓下，旋轉物體上孔洞排數對棉花糖產生的影響？
- 二、實驗器材：250C.C 鋁罐三個， 12V 強力馬達， 電源供應器、酒精燈、集合箱
- 三、實驗步驟：
 - (一) 將三個鋁罐分別等距離等數目的穿孔。
 - (二) 分別將不同孔洞排數的鋁罐接上馬達，加入十克的糖。
 - (三) 放在酒精燈上加熱並加以相通電壓 5V，求在黑色塑膠袋上出現棉花糖絮時的時間。
 - (四) 記錄之
 - (五) 每次量測完，為縮小實驗誤差，將鋁罐拆下，並用水清洗鋁罐內部，以免有剩餘的糖留下。



四、實驗數據：(相同電壓 5V)

產生 時間 (秒) \ 穿孔數	兩排	四排	六排
時間一	54	70	63
時間二	62	67	58
時間三	59	65	62
平均	58.3	67.3	61



五、討論：

當我們使用兩排孔鋁罐時，發現每一孔洞都是糖絲出現的地方也就是說糖會完全出現在兩排上，但是在相同電壓下，當我們再用四排孔鋁罐時，發現糖絲也只會從下面兩排出來，六排孔鋁罐亦是如此。發現其原因可能是當馬達轉速固定下，在糖被溶解後，因為轉速的關係所以大部分的糖漿都從下方兩排孔被甩出去，所以不論是四排或是六排鋁罐大部分的棉花糖絮都是出現在下方兩排孔中，我們在實驗結束後將鋁罐拿起來觀看時發現大部分的糖都只被離心力甩到兩排孔的高度而已。

雖然數據結果有差異，但差異性不大，由此我們可發現，**洞孔的數量並不是影響棉花糖產量的因素**，但是也因為如此，我們也在猜測是否加快轉速棉花糖絮產生的時間就會提早，其實驗的結果和實驗二的效果一樣，**太快的轉速並不會帶來更短的時間，反而讓糖更不容易加熱溶解，導致棉花糖絮產生的時間更久。**

實驗四：

一、實驗目的：探討溫度（火焰大小）對於棉花糖的產生的影響？

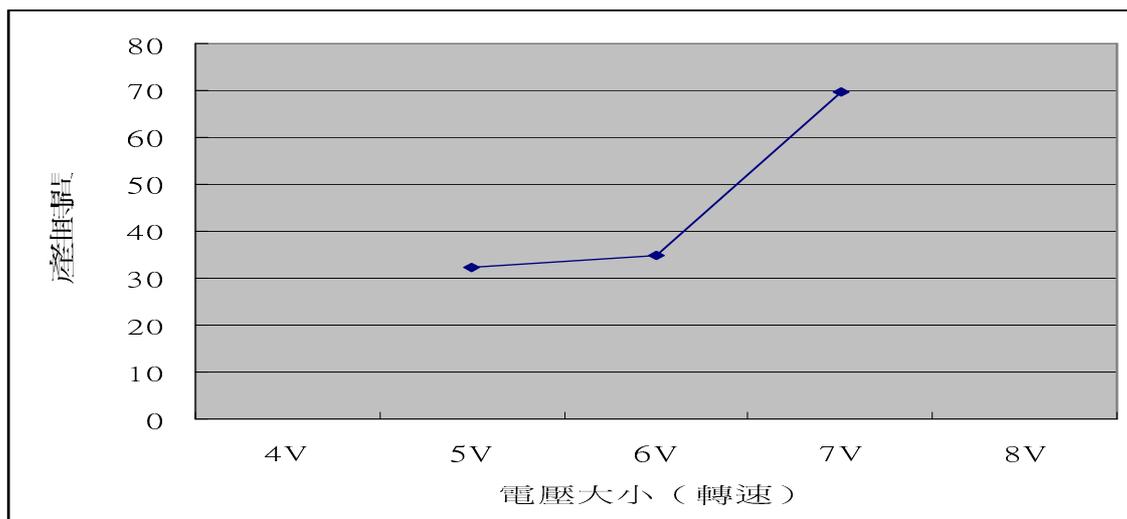
二、實驗器材：4 排小孔的鋁罐、12V 強力馬達，電源供應器、酒精燈、集合箱

三、實驗步驟：

- (一) 將鋁罐分別放置在較大酒精的火焰上。
- (二) 鋁罐接上馬達，每一次測量均加入十克的糖。
- (三) 放在酒精燈上加熱並加以相通不同電壓，求在黑色塑膠袋上出現棉花糖絮時的時間。
- (四) 記錄之
- (五) 每次量測完，為縮小實驗誤差，將鋁罐拆下，並用水清洗鋁罐內部，以免有剩餘的糖留下。

四、實驗數據：(電壓 5V、四排鋁罐利用較大的燈蕊產生較大的火焰)

電壓大小	4V	5V	6V	7V	8V
產生時間 (秒)					
時間一	x	32	33	65	x
時間二	x	34	37	74	x
時間三	x	31	35	70	x
平均	x	32.3	35	69.6	x



五、討論：

比較實驗二的電壓，我們將溫度提高改為大火加熱測量，實驗溫度是否會對棉花糖的產量產生影響，結果發現改為大火可使產生的時間減少一半，而且發現開到 4V 時，所轉出的糖絲為焦黑狀，並且呈現燒焦的情形；而我們再嘗試開到 5V 時，我們發現所轉出來的糖絲呈現最佳狀態，糖絲顏色呈現白色且輕；我們再轉到 6V，發現所轉出的糖絲也呈現白色且輕的狀態，但是時間為較長；在開到 7V 時，發現雖然還是有糖絲，但是糖絲產量比較少，且產生時間較長；當我們開到 8V 時，糖絲完全轉不出來，另外我們停止運轉時，觀察糖的溶解量，發現幾乎沒有溶解。

會有以上的情況發生，我們探究原因發現，利用 4V 的轉速時因為轉速太慢，導致加熱時間太長。但是如果將轉速加大到 8V 以上時，我們發現也不容易產生棉花糖糖絮，探究其原因發現應該是轉速太快導致不容易受熱，因此糖不容易溶化，所以也不容易產生棉花糖。

實驗五：

一、實驗目的：探討旋轉物體上的孔洞大小對於棉花糖產生的影響？

二、實驗器材：兩排大孔鋁罐、四排大孔鋁罐、酒精燈、馬達、集合箱

三、實驗步驟：

(一) 將鋁罐分別放置在不同酒精火焰大小上。

(二) 鋁罐接上馬達，並加入十克的糖。

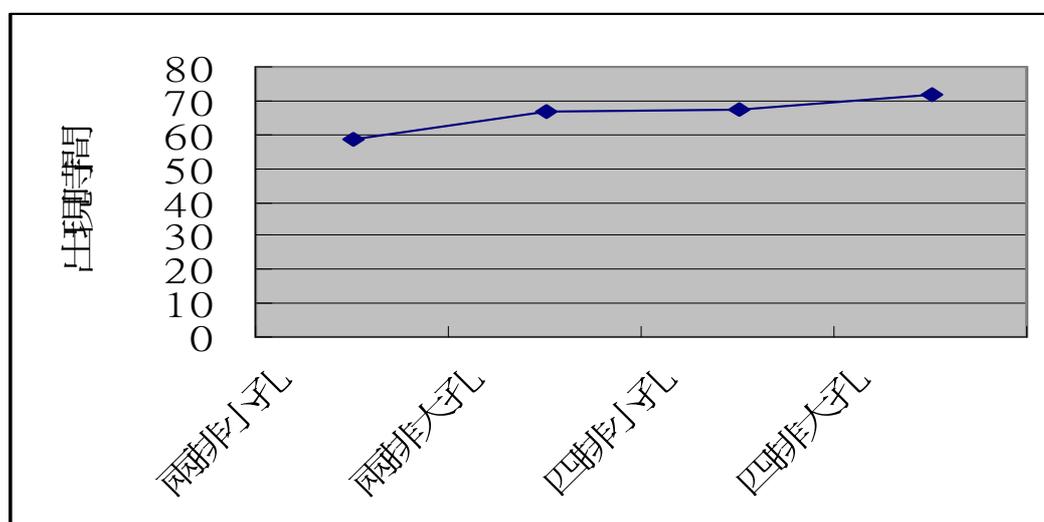
(三) 放在酒精燈上加熱並加以相通不同電壓，求在黑色塑膠袋上出現棉花糖絮時的時間。

(四) 記錄之

(五) 每次量測完，為縮小實驗誤差，將鋁罐拆下，並用水清洗鋁罐內部，以免有剩餘的糖留下。

四、實驗數據：(電壓 5V、十克糖)

排孔數 產生時間 (秒)	兩排 小孔	兩排 大孔	四排 小孔	四排 大孔
時間一	54	70	70	80
時間二	62	73	67	74
時間三	59	57	65	62
平均	58.3	66.7	67.3	72



五、討論：

從以上的實驗中我們發現，本來以為孔隙如果越大，應該會越容易產生棉花糖才是，但是我們在實驗中卻發現結果和我們想像的不一樣，在以兩排孔的鋁罐為例，小孔隙比大孔隙更早產生棉花糖絮。在實驗中我們觀察到大孔隙的鋁罐在旋轉的過程中雖然比較晚產生棉花糖絮，但是卻比小孔隙鋁罐較早產生糖漿顆粒，**探究其原因是因為大孔隙可能比小孔隙更容易讓融化後的糖漿先行甩出**，所以才會較早出現糖漿顆粒，但是如果要是產生棉花糖絮的話還是小孔隙的鋁罐會比較好，此現象在四排鋁罐中也重新得到驗證。

從上面的數據中我們也證明一件事，在 5V 電壓下，二排鋁罐產生棉花糖絮的時間會比四排鋁罐產生棉花糖絮的時間較短，不論小孔徑或是大孔徑的都有相同的結果。

陸、實驗總討論

一、當我們在平衡時，遇到平衡效果很不好該怎麼辦？

答：

(一) 我們重新測量冰棒棍兩端的長與寬並且找出交叉中心點，找出鋁罐上方的最大直徑，

以冰棒棍中心點向外兩側畫出相等距離直到與鋁罐直徑相等為止，中心點與馬達相連接。連接完成後先用低轉速來測試物體的晃動情況，如果嚴重的話重新測量與調整，如果載低轉速轉動效果不錯的話再將轉速加大。

- (二) 我們再多次實驗中發現如果要增加轉動平衡的話，馬達可採用懸空的方式，利用馬達的懸空可以與下方旋轉的鋁罐相互達到轉動的平衡，使的物體較不易晃動，其原因因為不在本次研究範圍為內，所以不加以討論，但是可以當作下一次科展的題目。

二、除了使用十字平衡木棒來平衡外我們還可以使用什麼方法來製作好吃的棉花糖呢？

答：除了上面敘述的方法以外，我們在之前也有試過很多方法來製作棉花糖器具，而上述方法是我們覺得較佳的方法，而以下有我們之前的實驗結果，分成兩大類：

- (一) 鐵絲腳（又分為兩種：四腳、八腳）

1. 四腳鐵絲支撐：

(1) 優點：鐵絲易扭轉，易改變其形狀。

(2) 缺點：只要稍微碰到其裝置，容易產生變形，產生不對稱，而其裝置會不容易平衡。

2. 八腳鐵絲支撐：

(1) 優點：鐵絲易扭轉，易改變其形狀，比之前四腳的還來的穩。

(2) 缺點：只要稍微碰到其裝置，容易產生變形，產生不對稱，而其裝置會比較不容易平衡，雖然比四隻腳的穩定，但是依然會因為撞擊產生改變。

3. 木棒支撐（又分為一支、四腳、衡的裝置）

(1) 一支木棒支撐：

優點：穩定性好，平穩，操作容易，易平衡（是我們成功的一項實驗）。

缺點：木棒不易凹折，一但量不好，就可能要重新換一隻木棒重做。

(2) 兩支木棒支撐：（四隻腳）

優點：穩定性好，平穩，操作容易，容易平衡，一但黏好，就不易因為外面的撞擊而改變它的平衡。

缺點：不易凹折。

(3) 橫裝置：（假想）

優點：容易找到平衡處，在平衡的時候，瓶罐因為下面的體積較小，所以比較不易產生晃動。

缺點：在搓洞的時候，會因為上下的材質較厚，而不好進行。

三、為什麼剛開始棉花糖無法從洞口流出？

答：剛開始做實驗時，我們只知道棉花糖的原理是利用離心力將融化的糖甩出而形成，但是做了好多次實驗都失敗，除了開始不易控制的旋轉物體之外，不是發現甩出來的糖呈現糖漿顆粒狀，就是鋁罐內糖燒焦並產生濃煙。我們觀察很久終於發現應該是加熱時間太久，火焰太大導致實驗失敗，所以我們加大電壓增加轉速，並且將火焰變小，終於讓我們產生期待已久的棉花糖。

柒、結論

一、 我們使用了材質軟硬的木棒，用來改善之前八角、四角鐵絲的易凹折性，且使用了

較小的鐵罐來改善它的晃動程度，加上採用懸掛式馬達在高速轉動下也容易達到平衡的轉動。

二、 我們發現轉速並不是越快越好，在我們實驗中，實驗數據告訴我們 4V 的轉速時，所轉出的棉花糖絲品質較好，且所花時間也較短。轉速如果太慢糖容易燒焦變黑，轉速如果太快則糖不易受熱也不易融化所以不好產生棉花糖絮。

三、 在相同轉速下，發現鐵罐撮排洞數並不是影響棉花糖產量時間長短的主要因素，會抽出棉花糖絲的都是從下面兩排產生。

四、 得知使用大火可以使產生棉花糖的時間減少一半，原因是可以使溶解的速度加快，但是轉速也相對要加快否則會產生焦黑的糖絲。

五、 孔隙愈大的鋁罐雖然比較早出現糖漿，但是如果是要出現白色的棉花糖絮的話小孔隙的鋁罐效果會比大孔隙鋁罐效果還要好。

由上面我們所做出的實驗，我們可以得知轉速、加熱時間與轉動的平衡都是影響棉花糖產生時間的主要因素，因此使用易平衡且質硬的木棒和使用大火來加快溶解的速度，加大電壓，使馬達的轉速變快，如此一來不但可減少產生的時間，並且也可以保持棉花糖的顏色與品質，其實我們也發現使用孔隙較小的鋁罐所產生出來的棉花糖會比孔隙大的鋁罐細一點，但是相對的也容易消失不見變成糖漿。

在之前我們也從嘗試過非常多的方法，但是實驗的結果往往差強人意，要不是無法產生棉花糖就是產生的棉花糖顏色是灰黑色，嘗起來還帶有點苦味，完全跟外面賣的不一樣，經過多次的失敗與嘗試，包括不知燒壞了多少個馬達，最後我們發覺，如果要使棉花糖產生的效果達到最好，就要先利用大火將鋁罐先快速加熱讓糖粒先融化，當一產生四周一產生糖漿顆粒時，緩慢將馬達加速（最好能採用高轉速高扭力的馬達，並且馬達加壓至 4~5V），如此棉花糖變會快速的在四周產生，不論是顏色與產量或是產生時間都可以達到最佳的狀態。

在本次實驗中我們也認為的顆粒大小與單位面積的孔數應該也會影響棉花糖的產生時間，並且如何去測量實驗中棉花糖產生的質量，我們都認為可以當作下一次再進一步研究的主題。

捌、參考文獻

郭重吉（2006）。自然與生活科技第五冊。台北：南一。

林英智（2001）自然與生活科技第一冊。台北：康軒。

緒德三（2002）。生活中的實用物理。龍騰文化。

休伊特（2001）。觀念物理二。天下遠見出版社。

何定樑（2000）。生活中的物理。九章出版社。

棉花糖的製作方法。2006-09-30，取自 <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1106093009298>

陳彥好等（2002）。**棉花糖製造機**。中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯。

呂其烜等（2001）。**棉花糖之謎**。台北市第 41 屆科展作品說明書。

[瀧川洋二](#)、[石琦喜治](#)（2002）。**隨手可做有趣的科學實驗（一）**。台北縣，世茂。

[和田忠太](#)（1999）。**機械構造解剖圖鑑**。台北縣，世茂。

【評 語】 030803 黏綿到天邊-棉花糖製作探究

本作品利用鋁罐、馬達、酒精燈等零件，組裝成棉花糖機，並利用該裝置研究產生棉花糖的品質與加熱時間、馬達電壓之間的關係。本作品深具實用性與鄉土性。若能進一步考慮鋁罐轉速、糖液溫度等因素對棉花糖製造之影響，將會更具完整性與實用性。