

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

國小組

物理科

科別：物理科

組別：國小組

作品名稱：飛蛋

關鍵詞：蛋膜、天燈、空氣浮力

編號：080125

學校名稱：

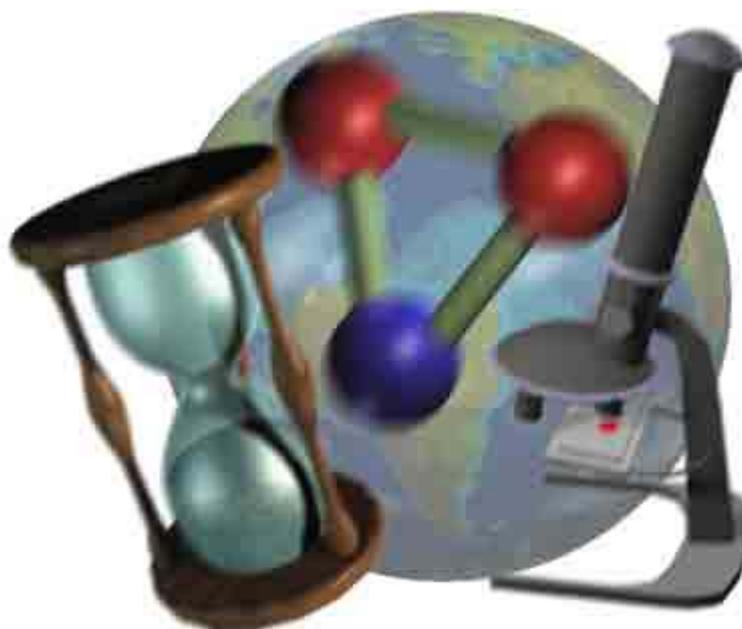
台中市西區忠明國民小學

作者姓名：

陳昱廷、李連捷、王君之、徐美恩、李連鳴

指導老師：

陳雅琍、金亞蘇



摘要

我們都放過天燈，當天燈緩緩升起飄向天際時，心中都會產生一股對大自然力量的奇妙感受。在一次偶然的機會裡，看到電視上探索頻道播放的節目——「中國古代發明」，一個中國兒童利用線香加熱空蛋殼後，蛋殼就會飄浮在空中。

這個畫面讓我們想到「天燈」與「會飛的蛋」之間的關聯，兩者都是憑藉空氣的浮力，可是兩者的體積與重量大不相同；在四年級的自然課中，曾提到空氣浮力，所以我們以相同的原理，用各種不同的方式加熱空蛋殼，但是都無法使空蛋殼飄浮在空中，只好利用天燈推算加熱後的空蛋殼所可能擁有的空氣浮力，結果發現探索頻道裡所介紹的『飛蛋』，竟然是一個不可能的假象。

壹、研究動機

去年暑假在電視上看到探索頻道有這樣的節目，內容是古代中國童玩有一項玩法；一個小朋友拿一枝拜拜用的線香放入空蛋殼中，加熱幾秒鐘後，蛋殼就會飄浮在空中，真是太神奇了！（見照片 1~4）。

探索頻道並說，根據這個事實，西方的熱汽球可能是中國人先發明的。但是這麼一個簡單又有趣的遊戲，為什麼從來沒有看見小朋友這樣玩過？如果真是這麼容易，我們希望將它發揚光大，以實驗測試各種加熱方式，來告訴其他小朋友如何使飛蛋變得更有興趣。如果「飛蛋」會有困難，我們也想以自然課本中學到的空氣浮力原理，利用天燈實驗，推算出一個空蛋殼能擁有多少空氣浮力，探究問題到底出在哪裡？



照片 1：影片中的兒童，用細香加熱空蛋殼。



照片 2：加熱幾秒後放手，讓空蛋殼飄起。



照片 3：空蛋殼離手，在空中飄。



照片 4：加熱後的空蛋殼，持續飄浮在半空中。

貳、研究目的

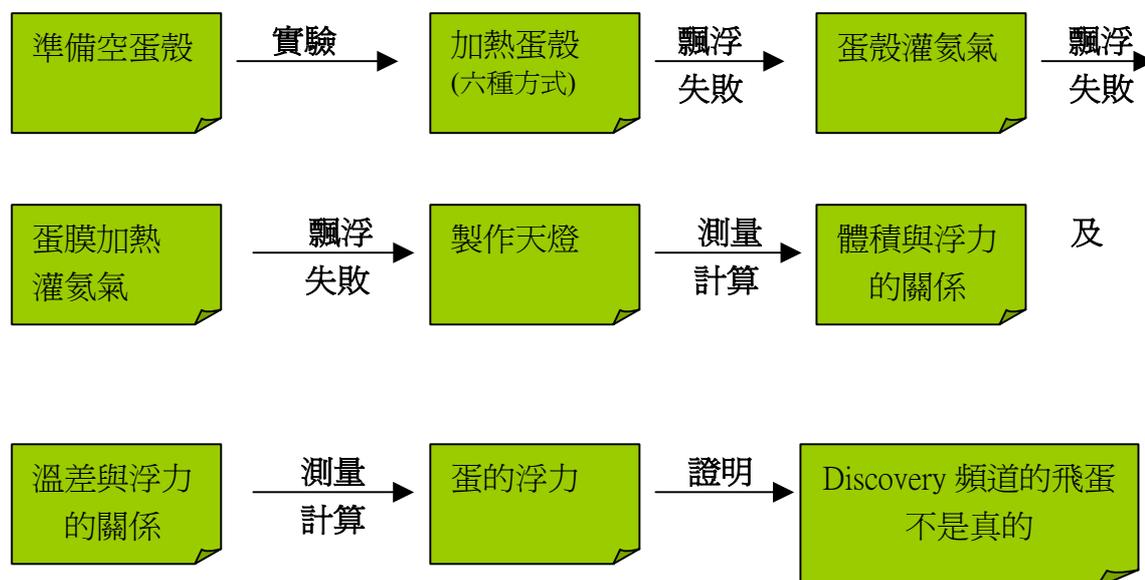
- 一、探討空蛋殼加熱或填充氦氣，能不能在空中飄浮？
- 二、探討空蛋膜加熱或填充氦氣，能不能在空中飄浮？
- 三、探討空氣浮力與物體體積的關係。
- 四、探討空氣浮力與物體內、外溫度差的關係。
- 五、利用上述結果，計算空蛋殼和蛋膜所可能擁有的空氣浮力。
- 六、探討探索頻道影片內容的可信度？

參、研究器材及流程

一、研究器材

編號	組別	器材
1	共同實驗器材	蛋、鑽蛋器、蛋架、吸管、水、洗潔劑、夾子、黏土、電子天平
2	線香實驗	細線香、粗線香、打火機、酒精溫度計
3	蠟燭實驗	蠟燭、打火機、水銀溫度計
4	仙女棒實驗	仙女棒、打火機、水銀溫度計
5	烤箱實驗	烤箱、水銀溫度計
6	吹風機實驗	吹風機、水銀溫度計
7	氦氣實驗	水箱、鋁片、試管、鱷魚夾電線、氦氣瓶
8	蛋膜實驗	蛋、食用醋、燒杯、溫度計
9	天燈實驗	棉紙、銅線、剪刀、膠水、訂書機、瓦斯爐、砝碼、酒精溫度計、水銀溫度計

二、研究流程



肆、研究過程及結果討論

研究目的一：用六種方式加熱空蛋殼或灌輕質氣體，蛋殼能不能在空中飄浮？

一、實驗方法

(一) 加熱方法：分別用細香、粗香、蠟燭、仙女棒、烤箱、吹風機加熱

1. 雞蛋鈍端有氣室，所以空蛋殼區別成兩種不同條件，一組在尖端、一組在鈍端加熱。
2. 每組取三個空蛋殼，在側面鑽一小孔，可插入溫度計，先測量不同加熱方式，空蛋殼內溫度變化情形。注意，加熱熱源與蛋孔需保持一定距離。(見照片 5~18)
3. 測量出每一組加熱時間後，再從兩組蛋殼中各取三個，分別加熱一段時間，觀察蛋殼是否能飄浮。
4. 若不能飄浮，則測量加熱後空蛋殼減輕多少重量。

(二) 灌入輕質氣體

1. 地球內最輕的氣體是氫氣，電解水產生氫氣，但是速度太慢，又具危險性，所以不適合使用。(見照片 19、20)
2. 請專家指導，將氫氣灌入空蛋殼中，觀察蛋殼是否飄浮？



照片 5：取出蛋液，清理空蛋殼，並乾燥它。



照片 6：用電子天平秤空蛋殼重量。



照片 7：測量空蛋殼內溫度變化。



照片 8：用細香加熱空蛋殼。



二、實驗結果

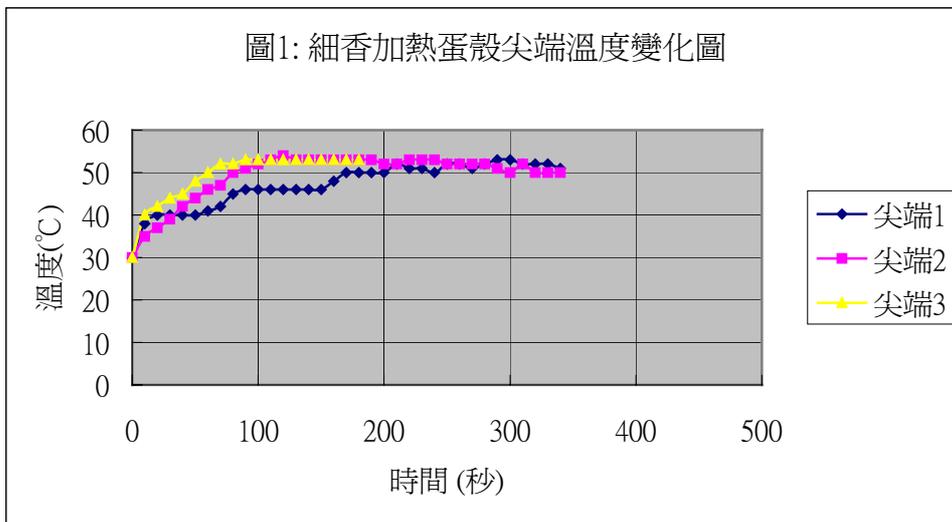


表 1：細香實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼尖端 200 秒			平均減輕重量	結果
次數	1	2	3		
加熱前重量(gw)	5.7400	5.4174	6.3293	0.06 gw	無法飄浮 失敗
加熱後重量(gw)	5.6845	5.3630	6.2596		

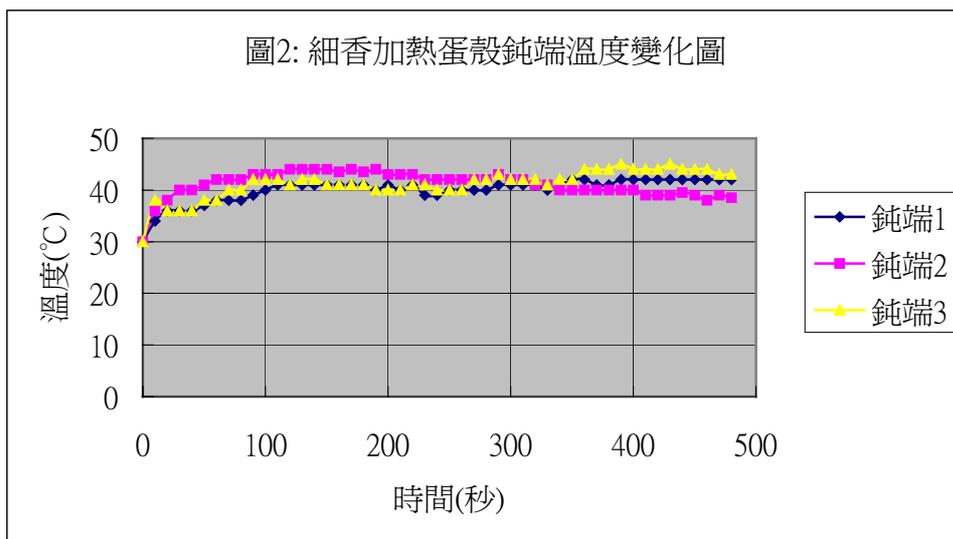


表 2：細香實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼鈍端 200 秒			平均減輕重量	結果
次數	1	2	3		
加熱前重量(gw)	5.7095	5.8422	5.0771	0.15gw	無法飄浮 失敗
加熱後重量(gw)	5.7045	5.7326	4.7488		

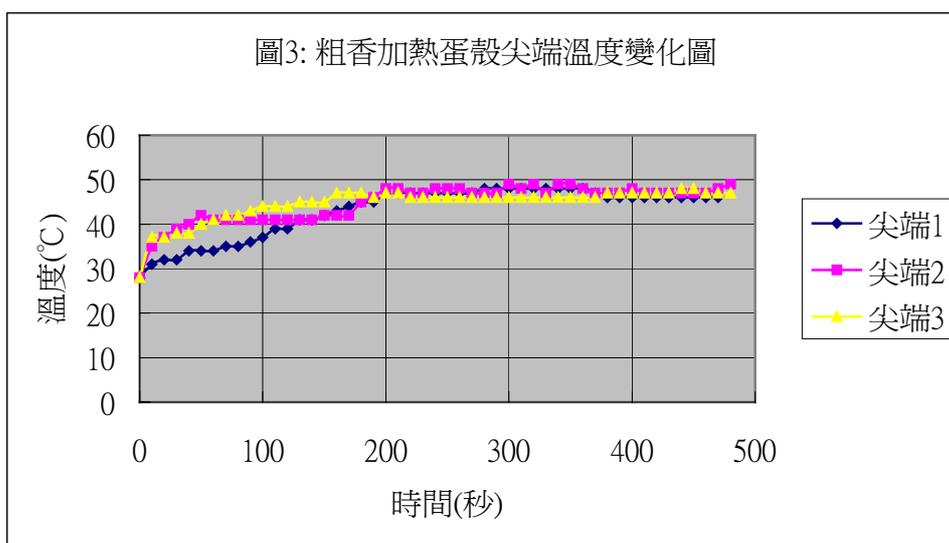


表 3：粗香實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼尖端 200 秒			平均減輕重量	結果
次數	1	2	3		
加熱前重量(gw)	6.1485	5.3603	5.2600	0.25 gw	無法飄浮 失敗
加熱後重量(gw)	5.7908	5.3476	4.8844		

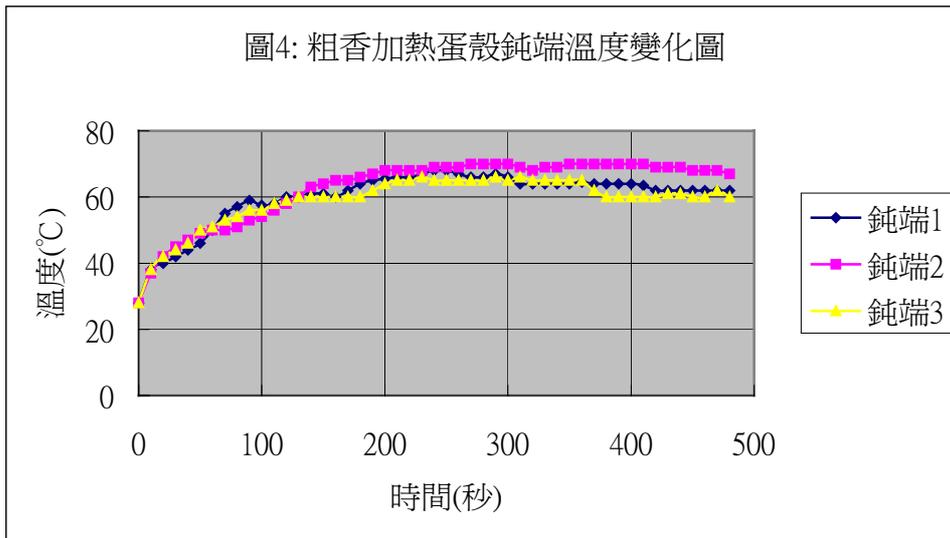


表 4：粗香實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼鈍端 200 秒			平均減輕重量	結果
	1	2	3		
次數	1	2	3		
加熱前重量(gw)	5.2261	5.9661	6.5987	0.4088 gw	無法飄浮 失敗
加熱後重量(gw)	4.9650	5.4844	6.1150		



照片 11：測量蛋殼內溫度



照片 12：用蠟燭加熱空蛋殼

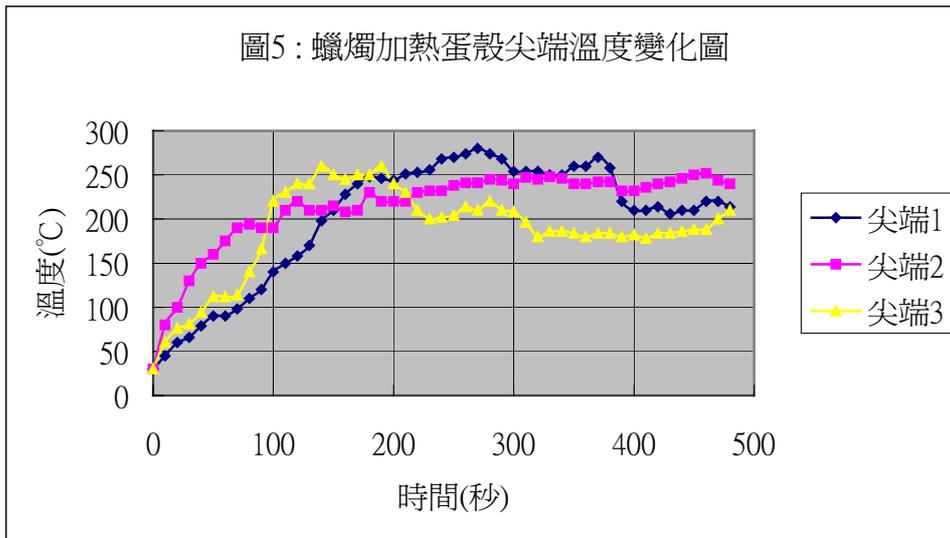


表 5：蠟燭實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼尖端 200 秒			平均減輕重量	結果
次數	1	2	3		
加熱前重量(gw)	4.8469	5.7180	4.7474	0.2382 gw	無法飄浮 失敗
加熱後重量(gw)	4.7059	5.4047	4.4873		

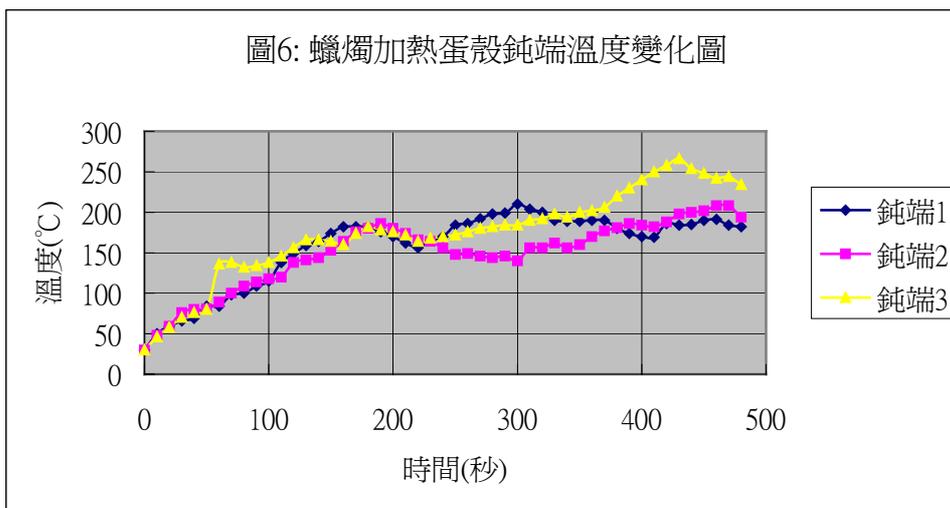


表 6：蠟燭實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼鈍端 200 秒			平均減輕重量	結果
次數	1	2	3		
加熱前重量(gw)	4.5498	5.5731	5.8606	0.0849 gw	無法飄浮 失敗
加熱後重量(gw)	4.5302	5.4602	5.7383		



照片 13：用仙女棒加熱空蛋殼。



照片 14：用仙女棒加熱後的空蛋殼。

表 7：仙女棒實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼尖端 18 秒				
次數	1	2	3	平均減輕重量	結果
加熱前重量(gw)	5.8253	5.3167	5.7302	0.5027 gw	無法飄浮
加熱後重量(gw)	4.6268	5.2069	5.5303		失敗

表 8：仙女棒實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼鈍端 18 秒				
次數	1	2	3	平均減輕重量	結果
加熱前重量(gw)	5.4314	4.6872	5.6392	0.2690 gw	無法飄浮
加熱後重量(gw)	5.1439	4.5814	5.2253		失敗

註：每支仙女棒燃燒時間大致相等約 18 秒。



照片 15：測量烤箱加熱溫度。



照片 16：將加熱後的空蛋殼拿出，放開觀察。

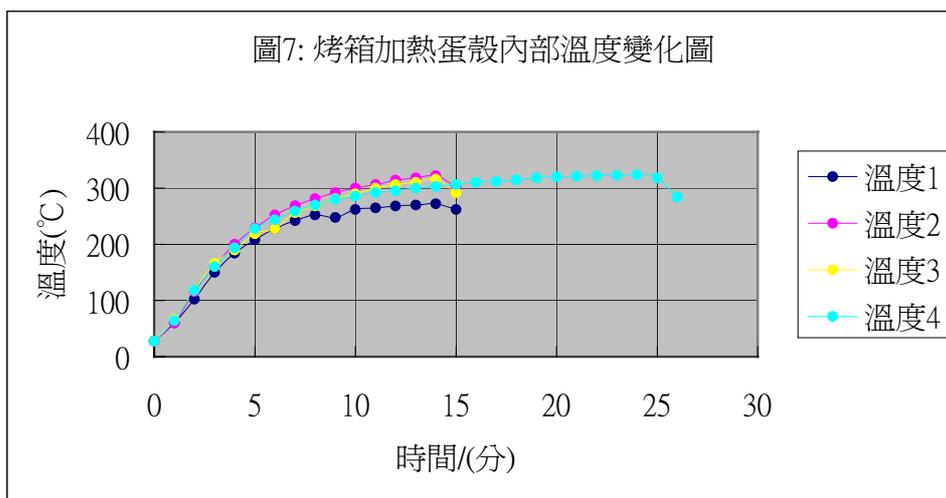


表 9：烤箱實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼尖端 5 分鐘				結果
次數	1	2	3	平均減輕重量	無法飄浮 失敗
加熱前重量(gw)	4.1643	4.6724	6.2734	0.2276 gw	
加熱後重量(gw)	4.0864	4.5855	6.1692		

表 10：烤箱實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼鈍端 5 分鐘				結果
次數	1	2	3	平均減輕重量	無法飄浮 失敗
加熱前重量(gw)	6.0676	5.2718	5.7674	0.2845gw	
加熱後重量(gw)	5.9659	5.1798	5.6840		

表 11：烤箱實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼尖端 10 分鐘				結果
次數	1	2	3	平均減輕重量	無法飄浮 失敗
加熱前重量(gw)	5.0690	5.2234	5.4761	0.2275gw	
加熱後重量(gw)	4.7984	4.9863	5.3011		

表 12：烤箱實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼鈍端 10 分鐘				結果
次數	1	2	3	平均減輕重量	無法飄浮 失敗
加熱前重量(gw)	6.1458	5.4146	4.8142	0.2869 gw	
加熱後重量(gw)	5.8895	4.9462	4.6855		

表 13：烤箱實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼尖端 15 分鐘				結果
次數	1	2	3	平均減輕重量	無法飄浮 失敗
加熱前重量(gw)	5.4356	5.4751	5.6176	0.5827gw	
加熱後重量(gw)	4.4052	5.1305	5.3473		

表 14：烤箱實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼鈍端 15 分鐘				結果
次數	1	2	3	平均減輕重量	

加熱前重量(gw)	4.8534	5.1870	4.8864	0.2499 gw	無法飄浮 失敗
加熱後重量(gw)	4.6598	4.9670	4.5531		

註:加熱 5 分鐘後, 蛋殼即開始變黃.



照片 17：用吹風機加熱空蛋殼。



照片 18：加熱空蛋殼，再放入較低溫的環境中。

圖8：吹風機(低速)加熱蛋殼溫度變化圖

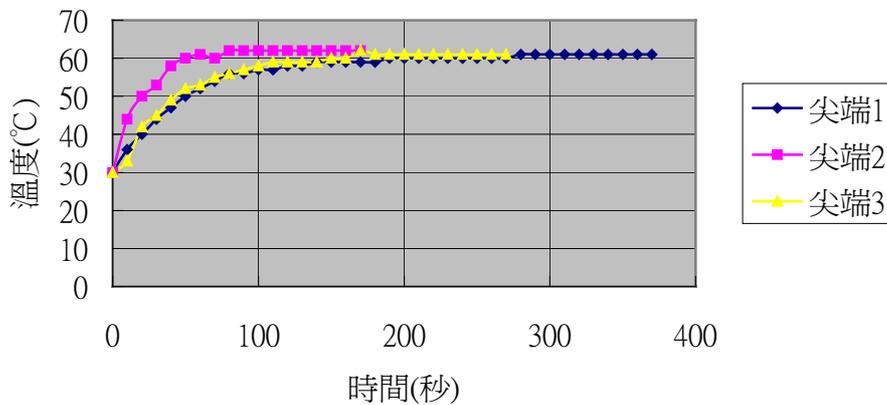


表 15：吹風機(低速)實驗紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼尖端 200 秒			平均減輕重量	結果
次數	1	2	3		
加熱前重量(gw)	5.1356	4.8450	5.7759	0.3607 gw	無法飄浮 失敗
加熱後重量(gw)	4.6093	4.8434	5.2218		

圖9：吹風機(低速)加熱蛋殼鈍端溫度變化圖

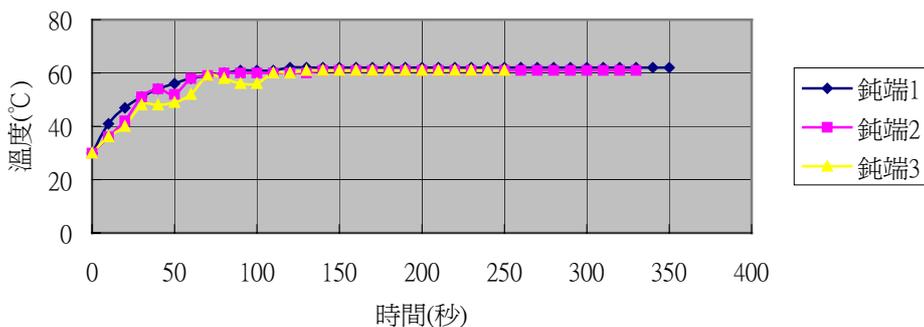


表 16：吹風機(低速)實驗紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼鈍端 200 秒			平均減輕重量	結果
次數	1	2	3	0.4084 gw	無法飄浮 失敗
加熱前重量(gw)	6.1616	5.7603	6.5205		
加熱後重量(gw)	5.8634	5.2770	6.0767		

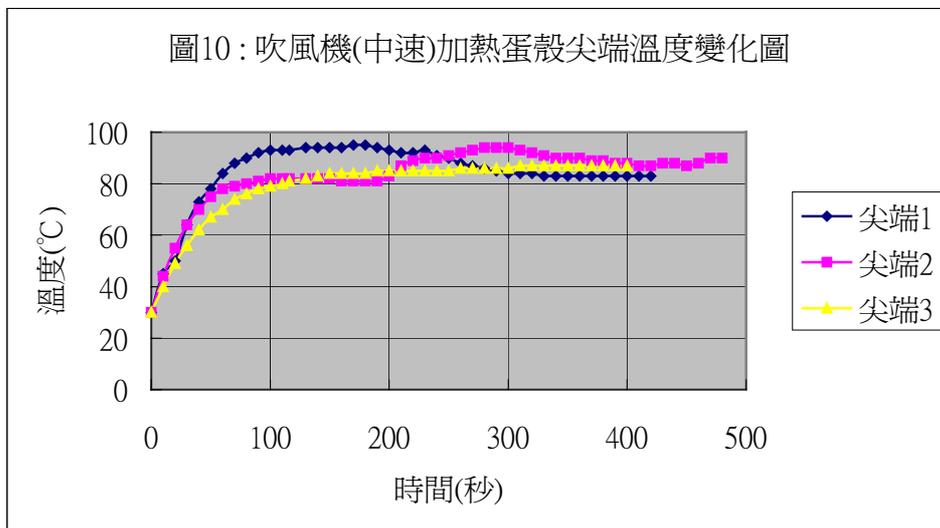


表 17：吹風機(中速)實驗紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼尖端 200 秒			平均減輕重量	結果
次數	1	2	3	0.2031 gw	無法飄浮 失敗
加熱前重量(gw)	4.4796	5.4718	5.5414		
加熱後重量(gw)	4.4578	5.1028	5.3229		

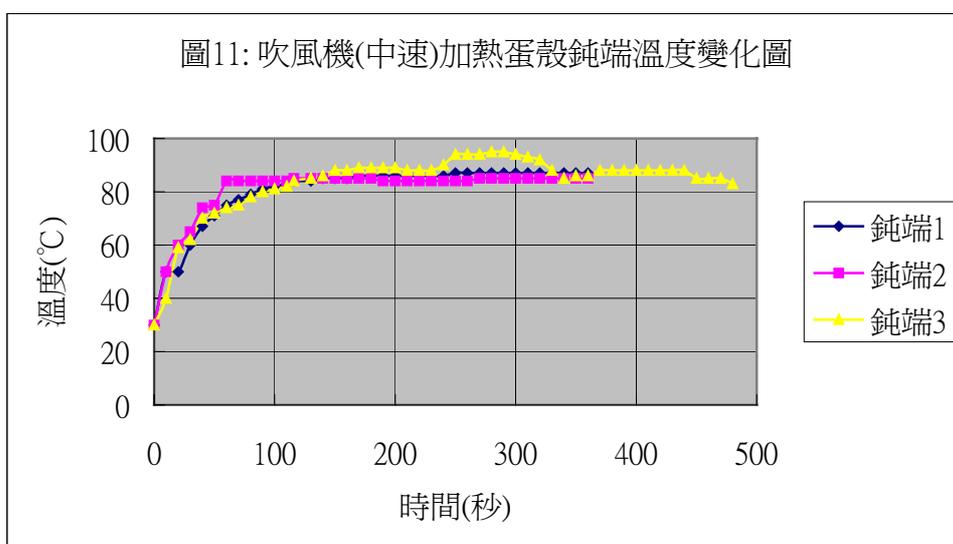


表 18：吹風機(中速)實驗紀錄表

保持不變變因	加熱蛋殼鈍端 200 秒				
次數	1	2	3	平均減輕重量	結果
加熱前重量(gw)	4.6607	4.6670	5.3105	0.0267 gw	無法飄浮
加熱後重量(gw)	4.6374	4.6373	5.2834		失敗



照片 19：電解水製造氫氣。



照片 20：請專家幫忙灌氫氣。

三、 討論

- (一) 由圖 1~11 中判斷，每一種加熱方式的加熱時間，從中得知，此種加熱方式是有效的，蛋殼內部溫度會因此升高。
- (二) 用線香、蠟燭、仙女棒加熱的方式，會讓蛋殼內部積碳嚴重，增加空蛋殼的部份重量。
- (二) 用烤箱、吹風機加熱的方法，蛋殼重量有減輕，可能是蛋殼內部碳化和浮力造成的結果，所以它還是無法飄起。
- (三) 我們認為蛋殼重量太重，因此有必要在蛋殼內灌入輕質的氣體，模仿汽球飄高方式。
- (四) 在空蛋殼內灌入氫氣，但它還是無法飄起。

研究目的二：探討空蛋膜加熱或灌入輕質氣體，能不能在空中飄浮？

一、 實驗方法

- (一) 製作蛋膜
 1. 將雞蛋一端鑽一小洞，使蛋液流出來，把蛋殼內用水洗乾淨，再放入玻璃器皿中，倒入一般的食用醋，然後放置大約 5 個小時。
 2. 蛋殼被侵蝕到剩下蛋膜，然後小心的用吸管往蛋膜內吹氣，吹脹蛋膜，再陰乾。
- (二) 加熱蛋膜、灌入輕質氣體（見照片 21~26）
 1. 將蛋膜秤重、紀錄，再用上述 6 種加熱方式實驗，看蛋膜是否飄起？
 2. 在蛋膜內灌入氫氣，看蛋膜是否飄起？



照片 21：用細香加熱蛋膜。



照片 22：用粗香加熱蛋膜。



照片 23：測量用蠟燭加熱的
蛋膜內溫度。



照片 24：用仙女棒加熱蛋膜，
結果蛋膜燒起來。



照片 25：用吹風機加熱蛋膜。



照片 26：用烤箱加熱後的蛋膜變黑，
體積縮小。

二、實驗結果

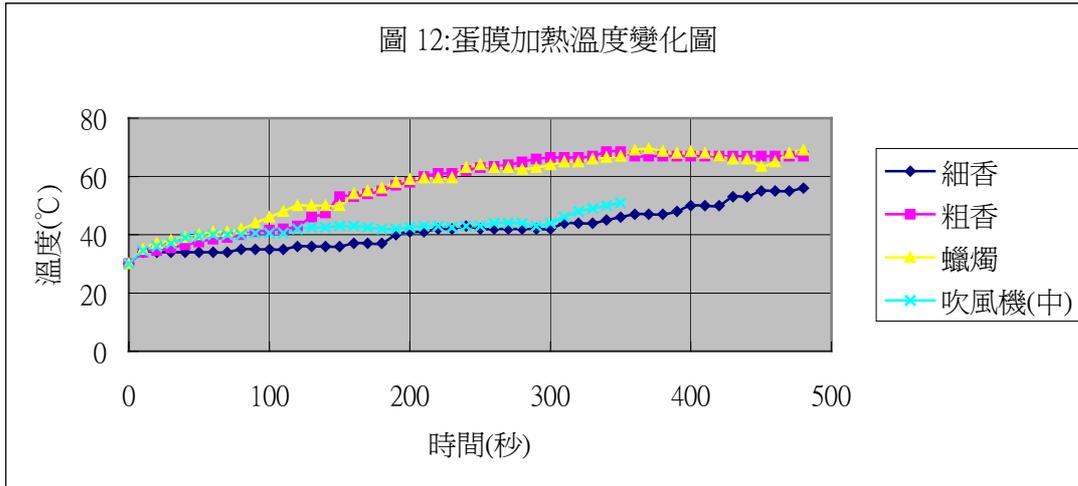


表 19：細香實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋膜尖端 200 秒					
次數	1	2	3	平均減輕重量	結果	
加熱前重量(gw)	0.2321	0.2583	0.2250	0.0280 gw	無法飄浮 失敗	
加熱後重量(gw)	0.2257	0.2459	0.2122			

表 20：粗香實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋膜尖端 200 秒					
次數	1	2	3	平均減輕重量	結果	
加熱前重量(gw)	0.1596	0.1625	0.2306	0.0163 gw	無法飄浮 失敗	
加熱後重量(gw)	0.1449	0.1513	0.2076			

表 21：蠟燭實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋膜尖端 200 秒					
次數	1	2	3	平均減輕重量	結果	
加熱前重量(gw)	0.2657	0.2138	0.1568	0.02gw	無法飄浮 失敗	
加熱後重量(gw)	0.2672	0.1851	0.1335			

表 22：仙女棒實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋膜尖端 18 秒					
次數	1	2	3	平均減輕重量	結果	
加熱前重量(gw)	0.1568	0.1824	0.1794	0.1062 gw	無法飄浮 失敗	
加熱後重量(gw)	0.0213	0.1251	0.0536			

表 23：烤箱實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋膜尖端 5 分			
--------	------------	--	--	--

次數	1	2	3	平均減輕重量	結果
加熱前重量(gw)	0.1754	0.1861	0.1489	0.0591gw	無法飄浮 失敗
加熱後重量(gw)	0.1113	0.1133	0.1035		

表 24：烤箱實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋膜尖端 10 分				
次數	1	2	3	平均減輕重量	結果
加熱前重量(gw)	0.2084	0.1820	0.1689	0.1075 gw	無法飄浮 失敗
加熱後重量(gw)	0.0869	0.0806	0.0692		

表 25：烤箱實驗結果紀錄表

保持不變變因	加熱蛋膜尖端 15 分				
次數	1	2	3	平均減輕重量	結果
加熱前重量(gw)	0.1840	0.2115	0.2129	0.1263gw	無法飄浮 失敗
加熱後重量(gw)	0.0774	0.1779	0.0741		

三、討論

- (一) 蛋膜平均重量約 0.2 克，重量只有蛋殼三百分之一。
- (二) 蛋膜乾燥後，容積只有空蛋殼的二分之一。(見表 30、31)
- (三) 用加熱的方法，空蛋膜依然無法飄浮。
- (四) 灌入氮氣，空蛋膜依然無法飄浮。

研究目的三：探討空氣浮力與物體體積的關係

一、實驗方法：(見照片 22~30)

- (一) 製作不同體積的天燈。
 1. 用天燈專用紙做 3 個不同大小的天燈。
 2. 把小球放滿天燈內，計算數量，再乘上小球的體積，就是天燈的容積。
- (二) 用瓦斯爐放天燈
 1. 用瓦斯爐加熱，並自製熱氣集氣桶、收集熱氣流集中流入天燈內，測出爐上熱空氣溫度。
 2. 在天燈上持續放入小方塊當砝碼，直到天燈無法飛起，這些砝碼為天燈的載重。
 3. 測量所有小方塊的重量，所得的重量加上天燈的重量，便是空氣浮力。
 4. 是否天燈體積越大，得到的空氣浮力就越大？



照片 27：製作天燈。



照片 28：請專家指導如何放天燈。



照片 29：測量瓦斯爐上方熱空氣溫度。



照片 30：測量天燈浮力。

二、實驗結果：

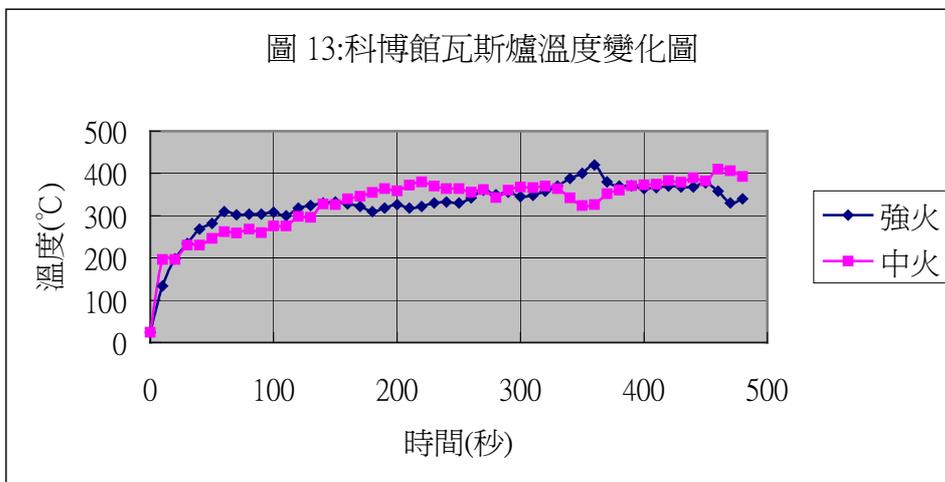


表 26：紙張重量比較

保持不變變因	相同面積 9.5cm×9.5cm			
測重次數	1	2	3	平均重量
天燈紙重量 gw	0.2055	0.2027	0.2106	0.2062 gw
棉紙重量 gw	0.4088	0.3974	0.3866	0.3976 gw

表 27：天燈體積與浮力關係表

保持不變變因：					
1. 地點：科博館					
2. 天燈內外溫度差 364 度					
控制變因：			應變變因：		
天燈體積大小			天燈體積越大，空氣浮力是否越大？ (空氣浮力=天燈的重量+載重)		
天燈體積 ml	排序	天燈重量 gw	載重 gw	空氣浮力 gw	浮力大小
橙色 13629	小	12.8708	5.9391	18.8099	小
藍色 36960	中	26.4345	10.3333	36.7678	中
黃色 38346	大	26.4478	11.3393	37.7871	大

三、討論：

- (一) 由表 26 中知道，一般棉紙比天燈專用紙重量重 2 倍。
- (二) 每一個天燈至少作 3 次載重實驗，將 3 次重量平均。
- (三) 實驗多次後，由於天燈內溫度高達 390 度，天燈紙會有點焦黃、碳化。
- (四) 由表 27 中知道，天燈的體積越大，得到的空氣浮力就越大。

研究目的四：探討空氣浮力大小與物體內、外溫度差的關係。

一、實驗方法：

- (一) 以不同環境溫度、不同瓦斯爐設備加熱天燈。
- (二) 觀察天燈內、外溫度差的大小，是否影響到空氣浮力大小？
- (三) 以藍色小天燈及黃色大天燈重複作三次實驗。

二、實驗結果：

表 28：溫度差與浮力關係表

保持不變變因：
1. 同一個的天燈
2. 藍色天燈容積 36960ml
3. 重量固定 26.4345gw

控制變因： 天燈內、外環境溫度差		應變變因： 天燈內、外環境溫度差越大，空氣浮力是否越大？ (空氣浮力=天燈的重量+載重)			
地點	溫度差 °C	天燈重量 gw	載重 gw	空氣浮力 gw	浮力大小
教室	268 溫差較小	26.4345	5.5477	31.9822	小
科博館	364 溫差較大	26.4345	10.3333	36.7678	大

表 29：溫度差與浮力關係表

保持不變變因： 1. 同一個的天燈 2. 黃色天燈體積 38346ml 3. 重量固定 26.4478gw					
控制變因： 天燈內、外環境溫度差		應變變因： 天燈內、外環境溫度差越大，空氣浮力是否越大？ (空氣浮力=天燈的重量+載重)			
地點	溫度差 °C	天燈重量 gw	載重 gw	空氣浮力 gw	浮力大小
教室	268 溫差較小	26.4478	4.15665	30.6044	小
科博館	364 溫差較大	26.4478	11.334	37.7871	大



照片 31：在天燈上放小方塊。



照片 32：不斷增加小方塊，直到天燈不能飄起。

三、 討論：

- (一) 由表 28、29 中得知，天燈內、外溫差越大，得到的空氣浮力就越大。
- (二) 表 28 與表 29 中，教室裡的實驗結果，黃色天燈體積比藍色大，所得的空氣浮力應該大，可是比較之後結果，與研究目的二結論不符，是因為教室中使用罐裝瓦斯，而黃色天燈做實驗時，罐裝瓦斯已經快用完了。
- (三) 所以天燈內外溫差小，浮力就小，與研究目的四的結果是符合的。

研究目的五：利用上述結果，計算空蛋殼所可能擁有之浮力。

一、 實驗方法：

(一) 測量雞蛋殼內容量大小

1. 把水倒入空蛋殼內，計算水的體積。
2. 水的體積就是蛋殼內容積，如表 30。

表 30：雞蛋容量表

次數	1	2	3	4	平均容量
容積 ml	58ml	53ml	58ml	54ml	50 ~ 60ml

(二) 測量蛋膜容量大小

1. 把水倒入空蛋膜內，計算水的體積（見照片 33）。
2. 水的體積就是蛋殼內容積，如表 31。

表 31：測量蛋膜平均容積

次數	1	2	3	4	5	6	平均
容積 ml	36	24.5	26	29.5	35	28	29.8

(三) 測量蛋膜平均重量

1. 用食用醋去除雞蛋蛋殼直到剩下蛋膜（見照片 34）。
2. 把蛋膜乾燥後秤重，如表 32。

表 32：測量蛋膜平均重量

次數	1	2	3	4	5	6	平均
重量 gw	0.2000	0.1683	0.1639	0.2230	0.2205	0.2110	0.1978



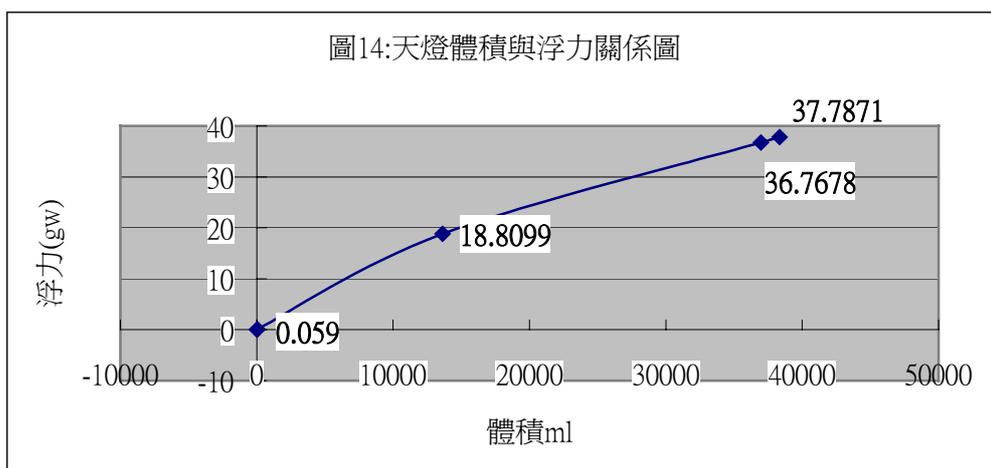
照片 33：計算蛋膜容積。



照片 34：測量蛋膜重量。

二、 實驗結果：

利用『研究問題三：探討空氣浮力大小與物體體積的關係』，按照比例，算出空蛋殼及蛋膜在同樣條件下，可獲得的空氣浮力。



三、 討論：

- (一) 以空蛋殼內 60ml 的體積，按照黃色天燈的體積與浮力比例計算，於天燈內外溫度差 364 度下，只可得到大約 0.059 克重的空氣浮力。
- (二) 空蛋殼平均重量有 5~6 克重，比蛋殼體積所能獲得的浮力，約大 100 倍，難怪怎麼做實驗，空蛋殼都飛不起來。
- (三) 蛋膜的容積是蛋殼一半，加熱到 364 度時，可以得到 0.0296 克重的浮力，而從表 32 中知道，蛋膜平均重量約 0.1978 克重，是它浮力的 6 倍，而蛋膜加熱後體積會縮小，又無法耐熱超過 100 度，所以蛋膜無法飄起。

研究目的六：探討電視影片內容的可信度？

一、 實驗方法：

- (一) 應用上述各種粗、細線香、蠟燭、仙女棒、烤箱、吹風機等加熱方式，灌入氦氣，以及將蛋殼浸醋液到只剩蛋膜的減重實驗方法中，我們得知空蛋殼及蛋膜無論如何實驗，都飛不起來，那探索頻道的影片畫面究竟是如何產生的？我們需要一個確切的答案。
- (二) 先觀看影片的片頭、片尾，找出攝影師、製片公司的名稱，再上 Google 搜尋到 Discovery，進入裡面留言，希望 Discovery 能給我們答案。

二、 實驗結果：

- (一) 依照探索頻道影片工作人員的說法，飛蛋的原始資料來源是一個專為激發 18 歲以下學童思考的網站
<http://library.thinkquest.org/23062/balloon.html?tskip1=1&tqtime=0422> .
- (二) 與影片製作人的信件請參閱附件一。

三、 討論：

- (一) 影片的製作者及研究者說，它們也曾嚐試用香，想使蛋飛起來，雖然失敗，但它們仍深信蛋會飛起來。

(二) 影片製作人在信件中承認，這些電視畫面是他們是用電腦特效加以合成的。

伍、結 論

- 一、經實驗證明，空蛋殼用細香加熱後，所產生空氣浮力之大小，距飄起來所需要有的浮力(等於空蛋殼之重量)，竟然不到所需的百分之一，空蛋殼根本不可能飛起來。
- 二、而且，就算去除蛋殼外面所有之硬殼部分，只留下那層蛋膜，因為溫度差產生的浮力，距離飄起這層薄膜所需要的浮力(膜重)，還不到的四分之一，蛋膜也不可能飛起來。
- 三、再經與探索頻道聯繫，方知探索頻道影片中所陳述的飛蛋事實，竟然是電腦特效。
- 四、漢朝的「淮南子」一書，明文記載：「艾火令雞子飛。」還註解說：「取雞子，去其汁，燃艾火，納空卵中，疾風因舉之飛。」我們經實驗證實，古人說明不夠清楚，讓現代人誤會；不過現在加以澄清，至少我們知道以『加熱』方式，空蛋殼或蛋膜都無法飄起；至於『疾風』，要讓重物飛起，可是輕而易舉的。
- 五、探詢過專家得知，目前尚無此種重量輕，可以做成像雞蛋大小的球狀，又可以耐高溫加熱的材料。

陸、參考資料及其他

- 一、<http://netcity1.web.hinet.net/UserData/lsc24285/123.htm>
- 二、翰林出版社自然與生活科技課本第四冊第 3 單元浮力。
- 三、Discovery 頻道節目名稱—中國古代科技發明。
- 四、感謝國立自然科學博物館巴清雄先生及簡正忠先生指導學生製作天燈方法、並協助填充氮氣技術及天燈施放。
- 五、感謝本組學生家長陳登科先生幫忙寫英文信與探索頻道印證。

評語

這個實驗具有科學研究最可貴的懷疑與求真的精神，同時也勇敢地用科學的方法討論，並具有挑戰權威的精神。研究的學生及指導老師都值得大大的鼓勵。在研究結果的呈現上，所有的數據及紀錄均很完整，可以看出學生在過程中是了解同時收穫豐富的。