

屏東縣第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理科

組 別：國中組

作品名稱：黑白「馬」卡好？

~利用將黑白條文造成的溫度差形成上方空氣冷卻氣旋的各種可能性~



關鍵詞：黑白條紋、斑馬、溫度

編號：

目錄

◎ 摘要.....	第 2 頁
一、研究動機.....	第 3 頁
二、文獻探討及名詞解釋.....	第 4 頁
三、研究目的.....	第 5 頁
四、研究流程.....	第 6 頁
五、研究器材及設備.....	第 7 頁
六、研究過程及方法.....	第 8 頁
1、探討寶特瓶在空瓶及裝滿水時，表面黑白條紋對瓶內瓶外升溫及降溫的影響。.....	第 10 頁
2、探討鐵罐在空瓶及裝滿水時，表面黑白條紋對瓶內瓶外升溫及降溫的影響。.....	第 11 頁
3、探討鋁罐在空瓶及裝滿水時，表面黑白條紋對瓶內瓶外升溫及降溫的影響。.....	第 12 頁
4、探討玻璃瓶在空瓶及裝滿水時，表面黑白條紋對瓶內瓶外升溫及降溫的影響。.....	第 14 頁
5、探討改變黑白條紋方向，對瓶內瓶外升溫、降溫的影響。.....	第 15 頁
6、探討改變條紋粗細比例，對瓶內瓶外升溫、降溫的影響。.....	第 16 頁
7、探討改變黑白條紋瓶子大小，對瓶內瓶外升溫、降溫的影響。.....	第 18 頁
8、模擬出汗時，黑白條紋對瓶內瓶外升溫、降溫的影響。.....	第 20 頁
9、探討粗細條紋對深色水壺瓶內外升溫、降溫的影響。.....	第 21 頁
七、研究結果與討論.....	第 22 頁
八、結論.....	第 24 頁
九、參考文獻資料.....	第 25 頁

作品名稱：黑白「馬」卡好？

~利用將黑白條文造成的溫度差形成上方空氣冷卻氣旋的各種可能性~

◎摘要

在斑馬身上容易凝聚及吸收熱量的黑色搭配不容易吸收熱能的白色到底能否擁有調節溫度的功能呢?我們從網路上得知並且相信由於顏色不同而導致溫度有差異，進而影響周遭空氣因為氣壓不同而形成熱空氣(低氣壓)上升冷空氣(高氣壓)下降才會帶動整個冷卻氣流的氣旋說是最合理而且實際的，所以我們擬定了許多實驗及方法來探討黑白搭配成黑白條紋的各種降溫的可能性:(1)斑馬紋的效應以散熱居多，瓶內裝水時效果較明顯，升溫效果只有空寶特瓶有達到。(2)玻璃瓶吸熱升溫時，斑馬紋升溫接近白色，溫度上升較慢；大瓶外的黑白條紋較多，對流較旺盛，都有斑馬紋效應。(3)細條紋散熱大於粗條紋，也大於有水的空瓶，細條紋再配合出汗(漏水)可以達到很好的降溫效果，或許可以應用在建築上喔!。

壹、研究動機

自然課本上描述的熱輻射與日常生活中常聽到的穿黑衣服會比較熱都是屬於黑色容易吸收各種輻射熱所以溫度容易上升，相對地容易吸取熱量的黑色也散熱的快，即為了達到熱平衡；白色則反之。

然而，我們又想到在草原上奔跑的斑馬，牠們身上的黑白相間條紋，會造成甚麼樣的效果呢？將容易吸熱和散熱的黑色配上容易保溫和反射熱能的白色有沒有機會突破自然的法則，創照出科學的火花？於是我們就藉由了這次的科展來研究看看用不同比例的條紋、不同材質和模擬出汗狀況，會產生什麼效果！？

以前都會有
個疑問：斑馬身上的
條紋功用到底是
視覺上的混亂
還是控制體溫？



貳、文獻探討

一. 斑馬(參考一)

斑馬身上是由黑色皮膚和黑白毛組成，而有些斑馬的黑白條紋之間還帶有咖啡色的「陰影紋」。雖然斑馬的黑白條紋在人們眼中十分的搶眼但雜亂的斑紋可使采采蠅、馬蠅等害蟲不會寄生在牠們身上。黑白條紋還可調節身體的溫度，因為白色可反光、降溫，黑色可吸光、升溫。斑紋在頭、頸、前半身的部份也是豎直的，而後半身及腳的斑紋則是橫紋。每隻斑馬的紋理也不是完全相同的，這樣牠們就可以識別到其斑馬的身份。斑紋也有吸引異性關注的作用，另外受過傷的斑馬的紋理可能會有點亂，在牠們擇偶時可以參考配偶的斑紋以判斷對方的健康情況。

二. 斑馬條紋的世紀之謎(參考二)

斑馬已是現代人耳熟能詳的動物，一般人都會認識他，不過一聽到這個名字，腦海中冒出的首要應印象不免就是牠那有別於各種動物的奇特條紋，不過，大家都知道黑白條紋是斑馬的特色，那麼條紋的作用呢？有多少人想過那特殊的條紋能為斑馬帶來甚麼？一直以來，關於條紋作用的假說就將近 20 多種，最普遍的就是在自然界中起到偽裝色的作用，但科學家證實，就萬獸之王獅子來講好了，基本上草原上的獵食者視力都不佳，主要還是依靠嗅覺和聽覺來獵食，所以基本上沒什麼影響，而實驗中證實是錯亂馬蠅的判斷，好讓牠們免受馬蠅的騷擾，而溫度的調適呢？則還沒有個一定的結果。

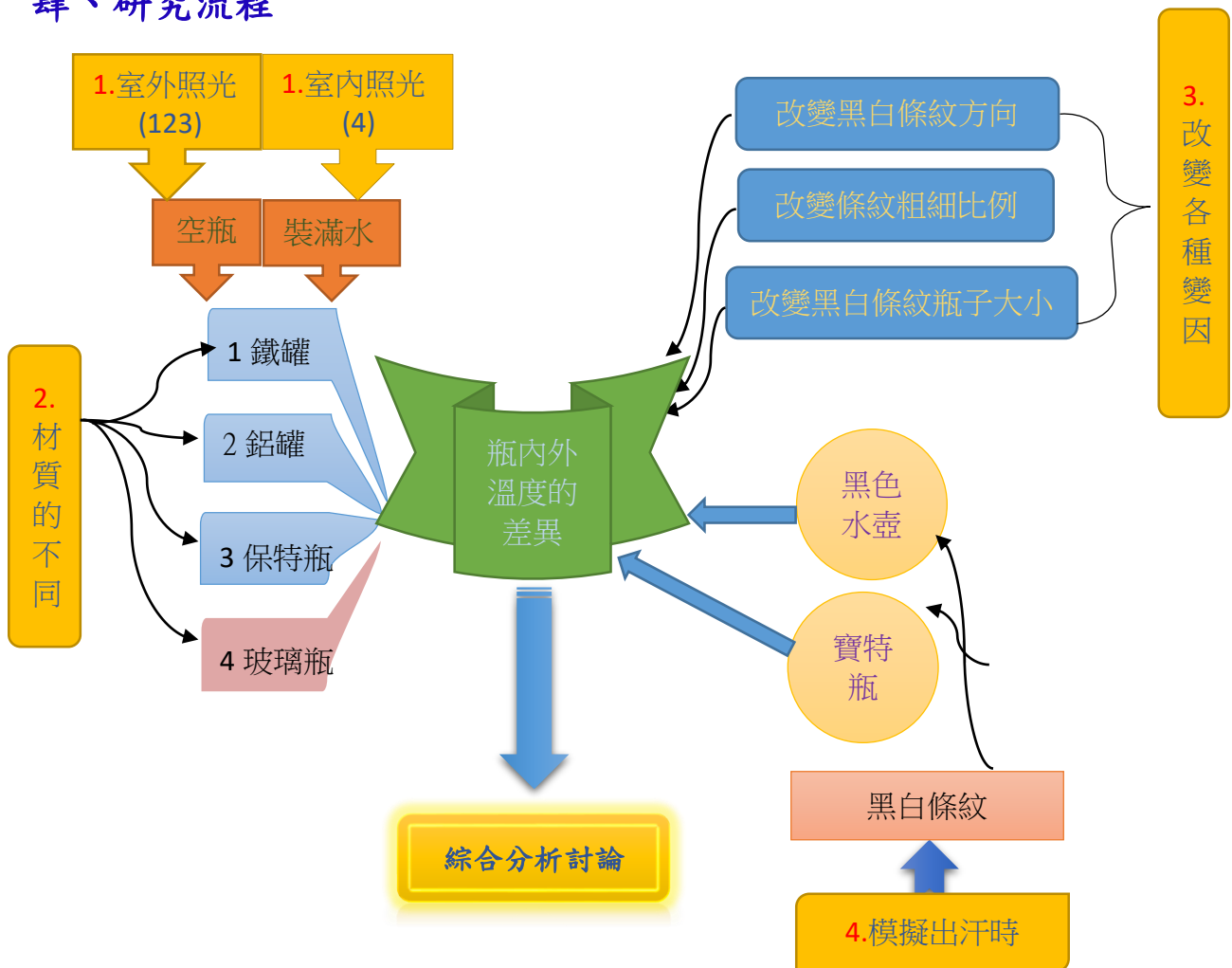
三. 冷卻旋渦(參考三)

斑馬的黑白條紋擁有著降低體溫的效果，不過黑與白的搭配，降溫又從何而來？冷卻旋風，黑白相間同時受熱，黑色部分上方溫度較高形成的上升氣流較強較快速(黑色比白色易吸熱)，白色上方的氣流則較慢，而在這兩股反向氣流的交會處，有機會形成小小的氣流，一個自然的空調系統，降低斑馬體表的溫度，而較熱的地區斑馬的條紋就比較密集，沒那麼熱的地方則相反，就是自然界一個有利的證據。











參、研究目的

- 一、探討寶特瓶在空瓶及裝滿水時，表面黑白條紋對瓶內瓶外升溫及降溫的影響。
- 二、探討鐵罐在空瓶及裝滿水時，表面黑白條紋對瓶內瓶外升溫及降溫的影響。
- 三、探討鋁罐在空瓶及裝滿水時，表面黑白條紋對瓶內瓶外升溫及降溫的影響。
- 四、探討玻璃瓶在空瓶及裝滿水時，表面黑白條紋對瓶內瓶外升溫及降溫的影響。
- 五、探討改變黑白條紋方向，對瓶內瓶外升溫、降溫的影響。
- 六、探討改變條紋粗細比例，對瓶內瓶外升溫、降溫的影響。
- 七、探討改變黑白條紋瓶子大小，對瓶內瓶外升溫、降溫的影響。
- 八、模擬出汗時，黑白條紋對瓶內瓶外升溫、降溫的影響。
- 九、模擬出汗時，黑白條紋的粗細條紋對深色水壺瓶內外升溫、降溫的影響。

肆、研究流程



伍、研究器材及設備

紅外線溫度槍 1 個 	電子溫度計 	熱源照光燈 2 個 	白色膠帶 	黑:白=2:1 布 
黑色膠帶 (3M) 5 個 	小鐵罐 330ml 3 個 	寶特瓶 600ml 3 個 	小鋁罐 330ml 3 個 	黑:白=1:1 布 
大鋁罐 3 個 600ml 	黑色水壺 3000 ml 	玻璃瓶 3 個 1000ml 	大鐵罐 800ml 3 個 	黑白相間 2 雙 (1 雙直 1 雙橫) 
襪子(替代毛皮): 全白 1 雙 	襪子(替代毛皮): 全白 1 雙 	反光隔熱墊 1 個 	紙箱 1 個 	隔熱保溫箱 

陸、研究過程及方法

一、探討寶特瓶在空瓶及裝滿水時，表面黑白條紋對瓶內瓶外升溫及降溫的影響。

(一) 場地：**室外**，無遮蔽物，且無雲狀態下可有一整天持續日曬的陽台。(變因:雲，升降速快，短時間沒日曬，溫度即急驟下降。)

時間：一整天，一節下課一次(55 分鐘/次)

步驟：1.將 600ml **空寶特瓶**纏上全黑、全白、黑白寬為 1:1，3 個寶特瓶，並用黏土、膠帶將瓶口封至剩下一個小孔洞(量內溫用)，如右圖。



2.於早自修下課(8:20)將三個空瓶放置(直放)於確保太陽位置移動仍可照到光的場所，實施首次測量(起始溫度)。

3.測量時先將溫度計(三支)插入瓶中於中心位子，至溫度穩定不再變動(內溫)。再由紅外線溫度槍對準瓶外溫度穩定處多次測量，並記錄下平均的溫度，全黑全白只需要測得一個數據，黑白條紋相間則需要在瓶中心處黑白位置各測一次。

4.於每節下課中測量，至第八節(4:05)，測完即將瓶子收回陰涼處，八節下課加午休每種 9 個數據，共 27 個。

5.整理並分析數據。

6.將**寶特瓶裝至滿水水位**，重複(1)~(5)的步驟。

(二) 場地：**室內**，將紙箱中鋪上一層隔熱墊並放入空瓶。

時間：升溫過程每五分鐘測量一次，降溫過程每五分鐘測量一次，共 30 分鐘。

步驟：1.將**空寶特瓶**橫放於紙箱隔熱墊內，再對準瓶身中心照光。

2.於 0 分開始測量為起始溫度，每隔五分鐘各測量一次，至第 20 分整(共五個數據)。

3.將照光加熱燈關閉，每五分鐘測量它降溫的幅度共 10 分鐘至第 30 分整(共兩個數據)。

4.測量時先將溫度計(三支)插入瓶中於中心，至溫度穩定不再變動(內溫)。再由紅外線溫度槍對準瓶中心處多次測量，並記錄下平均溫度，全黑全白只需要測得一個數據，黑白條紋相間則需要在瓶中心處黑白位置各測一次。

5.整理並分析數據。

6.將**寶特瓶裝至滿水水位**，重複(1)~(5)的步驟。

二、探討鐵罐在空瓶及裝滿水時，表面黑白條紋對瓶內瓶外升溫及降溫的影響。

實驗內容同(實驗一)，不同處為寶特瓶改鐵罐。

三、探討鋁罐在空瓶及裝滿水時，表面黑白條紋對瓶內瓶外升溫及降溫的影響。

實驗內容同(實驗一)，不同處為寶特瓶改鐵罐。





鋁 罐

鐵 罐

寶特瓶

三種材質的瓶子在戶外測量的情形

四、探討玻璃瓶在空瓶及裝滿水時，表面黑白條紋對瓶內瓶外升溫及降溫的影響。

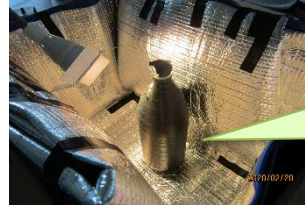
場地：室內，將空瓶放置紙箱中並鋪上一層隔熱墊(如下圖)。

實驗：實驗內容同(實驗一)室內部分，不同處為寶特瓶改玻璃瓶。

隔熱
紙箱



瓶子放隔熱
紙箱中測量
溫度變化



五、探討改變黑白條紋方向，對瓶內瓶外升溫、降溫的影響。

實驗內容同(實驗一)

*原為瓶子放直且膠帶橫黏，多加瓶子放直且膠帶直黏。以做為比較。



瓶子放在室外



測量直黑



測量直白



測量橫黑



測量橫白

六、探討改變條紋粗細比例，對瓶內瓶外升溫、降溫的影響。

場地：室內，將空瓶放置紙箱中並鋪上一層隔熱墊。

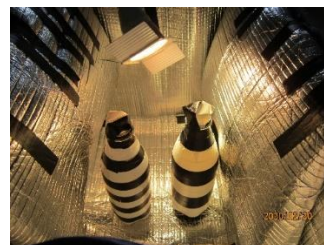
實驗：實驗內容同(實驗一)室內部分，不同處為寶特瓶改黏上黑白相間 0.5:0.5、1:1、1.5:1.5、2:2，4種瓶身，共四個空瓶。



1:1 和 0.5:0.5 比較



1:1 和 1.5:1.5 比較



1:1 和 2:2 比較

備註：膠帶寬為 1:1，指原膠帶的寬度，所以兩倍寬膠帶為 2:2，不是指比例。

七、探討改變黑白條紋瓶子大小，對瓶內瓶外升溫、降溫的影響。

場地：於室內，將空瓶放置紙箱中並鋪上一層隔熱墊。

實驗：實驗內容同(實驗一)室內部分，不同處為寶特瓶改大小不同的鐵鋁罐，共共 12 個空瓶子。



鐵罐(黑白)
大小比較



鐵罐(白)
大小比較



鐵罐(黑)
大小比較



鋁罐(黑白)
大小比較



鋁罐(白)
大小比較



鋁罐(黑白)
大小比較

八、模擬出汗時，黑白條紋對瓶內瓶外升溫、降溫的影響。

場地：於室內，將空瓶放置紙箱中並鋪上一層隔熱墊。

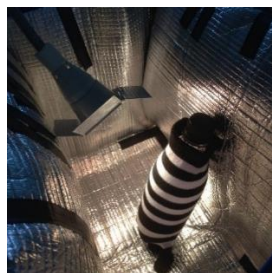
時間：最初 0 分時的測量(1 次)升溫每五分鐘測量一次(共 4 次、時長 20 分鐘)，降溫每二分鐘測量一次(共 5 次、時長 10 分鐘)，共 30 分鐘 10 個數據。

實驗：

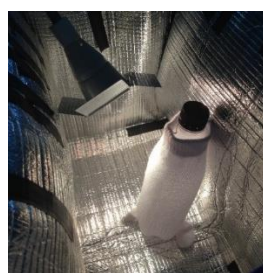
- 步驟：1.將三個透明寶特瓶分別用針戳 6 個小洞，並套上全黑、全白、黑白條紋三種襪子。
- 2.將寶特瓶裝至滿水水位，內部加入溫水，並用黏土、膠帶等將瓶口封閉並在瓶口留一小孔(量內溫用)。
- 3.將寶特瓶直放於紙箱隔熱墊內以便模擬汗水的內裝水流出，一次測量一種，且用照光加熱對準出水位子。
- 4.於 0 分開始測量為起始溫度，每隔五分鐘各測量一次，至 20 分整(共五個數據)，即將照光加熱燈關閉，在每兩分鐘測量它降溫的幅度至 30 分整(共 10 分鐘 5 個數據)。照光升溫加空置降溫共 10 個數據。
- 5.測量方法:測量時先將溫度計插入瓶中於中心位子，至溫度穩定不再變動(內溫)。再由紅外線溫度槍對準瓶中心處多次測量，並記錄下最平均的溫度，全黑全白只需要測得一個數據，黑白條紋相間則需要在瓶中心處黑白位置各測一次。
- 6.測完即將瓶子收回，便把內部水倒掉，封口物即重黏，一種 10 個數據，共 30 個。



寶特瓶套黑襪



寶特瓶套黑白襪



寶特瓶套白襪

備註:有些實驗我們不只做了一次，例如我們做同驗實驗 3 次，我們就會將所有數據取平均，亦有可能出現小數點，所以有些數據會取到腳數點後 2 位，而溫度計溫度槍都只能測量到小數點後一位

九、模擬出汗時，黑白條紋的粗細條紋對深色水壺瓶內外升溫、降溫的影響。

場地：室內，將紙箱中並鋪上一層隔熱墊並放上空瓶。

實驗：方法同時驗八，寶特瓶改成黑色水壺，裹上粗黑白條紋、細黑白條紋兩種布料

柒、研究結果與討論

*斑馬紋效應:吸熱升溫時,斑馬紋若有對流發生,瓶內外的溫度會上升最慢或接近全白;散熱降溫時,斑馬紋若有對流發生,瓶內外的溫度會下降最快或接近全黑,所以以下的討論都是以是否符合斑馬紋效應來說明。

一、探討在寶特瓶在空瓶及裝滿水時,表面黑白條紋對瓶內瓶外升溫及降溫的影響。

空氣和水的導熱效能不同,空氣變化大容易看出差異,而生物體內有 70%是水裝水較貼近生物體狀況,所以我們比較黑白條紋對保特瓶內有無裝水之升溫和降溫的情形。結果如下:

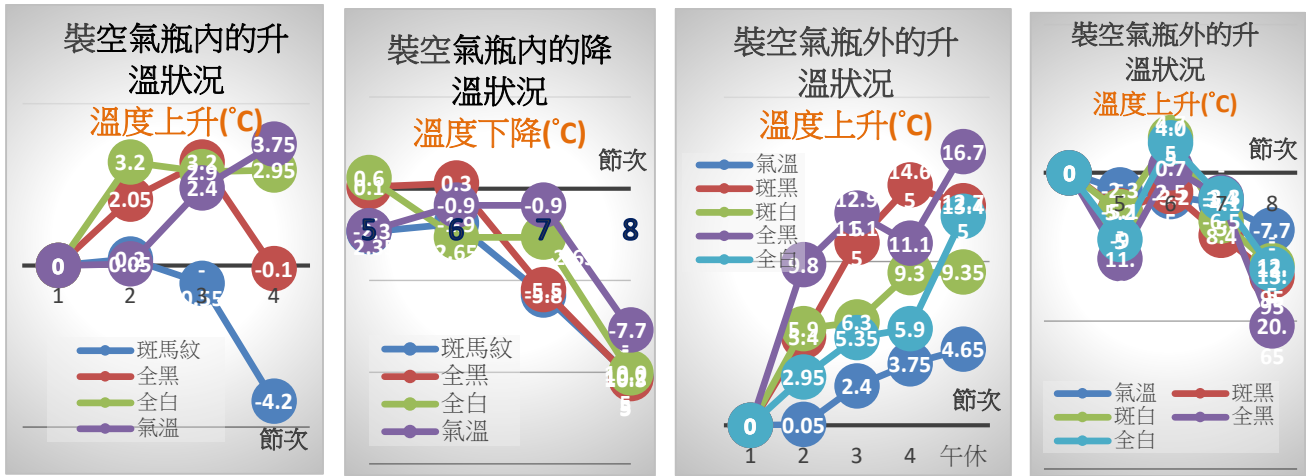
(表一)室外環境中,裝空氣的寶特瓶(全黑、全白及斑馬紋),一天內,瓶內外溫度的變化表

寶特瓶 空氣	瓶內溫度差			室溫	瓶外溫度差				
	項目 節	斑馬紋	全黑		全白	室溫	斑黑	斑白	全黑
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.20	2.05	3.20	0.05	5.40	5.90	9.80	2.95	
3	-0.55	3.20	2.90	2.40	11.15	6.30	12.95	5.35	
4	-4.20	-0.10	2.95	3.75	14.65	9.30	11.10	5.90	
午休	3.45	3.85	6.85	4.65	13.40	9.35	16.70	12.75	
5	1.10	3.95	7.45	2.35	8.30	4.10	5.10	3.75	
6	1.55	4.25	4.80	1.45	10.85	8.85	5.80	7.80	
7	-2.35	-1.25	2.15	0.55	4.95	2.35	2.50	4.35	
8	-6.80 (降 10.25)	-6.50 (降 10.35)	-3.20 (降 10.05)	-3.05	-0.55 (降 13.95)	-3.15 (降 12.5)	-3.95 (降 20.65)	-0.20 (降 12.75)	

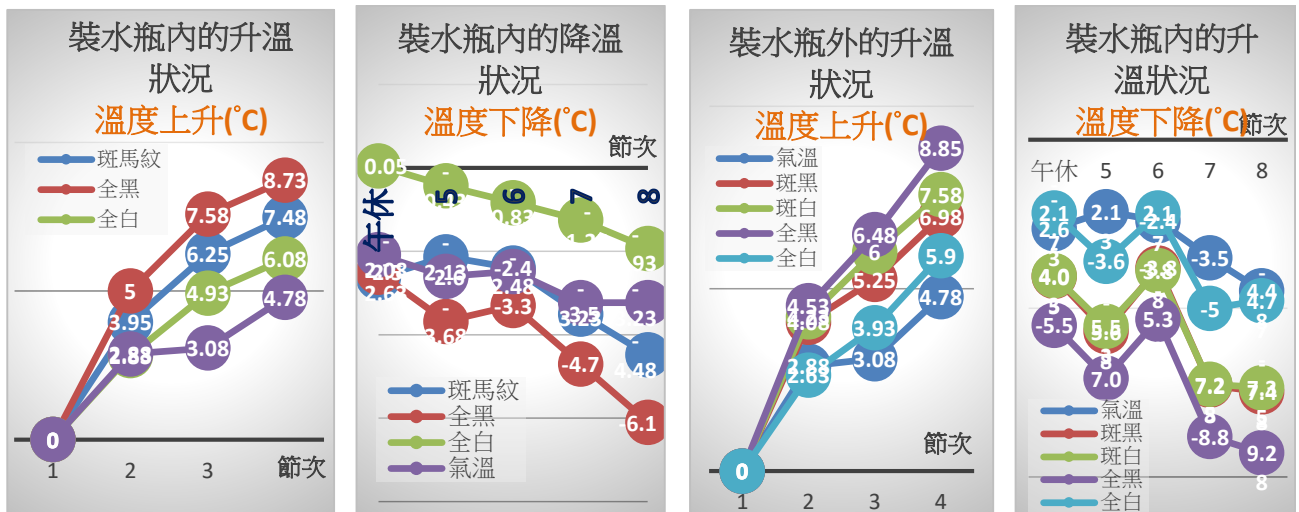
寶特瓶 裝滿水	瓶內溫度差			室溫	瓶外溫度差				
	項目 節	斑馬紋	全黑		全白	室溫	斑黑	斑白	全黑
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	3.95	5.00	2.83	2.88	4.08	4.23	4.53	2.63	
3	6.25	7.58	4.93	3.08	5.25	6.00	6.48	3.93	
4	7.48	8.73	6.08	4.78	6.98	7.58	8.85	5.90	
午休	4.85	6.23	6.13	2.70	2.93	3.55	3.35	3.73	
5	5.35	5.05	5.65	2.18	1.30	2.05	1.78	2.30	
6	5.08	5.43	5.25	2.30	3.18	3.70	3.53	3.73	
7	3.98	4.03	4.83	1.55	-0.30	0.33	0.05	0.90	
8	3.00 (降 4.48)	2.63 (降 6.1)	4.15 (降 1.93)	-0.95	-0.50 (降 7.48)	0.23 (降 7.35)	-0.43 (降 9.28)	1.13 (降 4.77)	

(表二)室外環境中,裝水的寶特瓶(全黑、全白及斑馬紋),一天內,瓶內外溫度的變化表

(圖一) 室外環境中，裝空氣的三種寶特瓶(全黑、全白及斑馬紋)，一天內，瓶內外溫度的折



(圖二) 室外環境中，裝水的三種寶特瓶(全黑、全白及斑馬紋)，一天內，瓶內外溫度的折線圖



◎結果與討論：

- 數據顯示，裝空氣的寶特瓶，吸熱效果瓶外:全黑>斑黑>全白>斑白；瓶內:全白>全黑>斑馬紋。散熱效果: 瓶外:全黑>斑黑>全白>斑白；瓶內:全黑>斑馬紋>全白。
- 數據顯示，裝水的寶特瓶，吸熱效果瓶外:全黑>斑白>斑黑>全白；瓶內:全黑>斑馬紋>全白。散熱效果: 瓶外:全黑>斑黑>斑白>全白；瓶內:全黑>斑馬紋>全白。
- 我們發現溫度的變化是瓶內空氣>瓶內滿水，表面外溫>瓶內溫度，黑色表面>黑白表面>白色表面。
- 吸熱升溫時，只有裝空氣的寶特瓶符合斑馬紋效應；散熱降溫時，只有裝水的寶特瓶符合。
- 由於使用寶特瓶的較小，受天氣的影響將非常大，可能產生較大的誤差，後來實驗改在室內自製的保溫箱中，來克服溫度變動的問題。

6. 因為我們將瓶子放到熱源(陽光)下加熱的時候每個瓶子剛開始測出來的溫度都有差別且是外實驗的溫度波動不穩定，所以我們製作數據及圖表的時候是利用每節課減掉第一節來取出溫度差。

二、探討鐵罐在空瓶及裝滿水時，表面黑白條紋對瓶內瓶外升溫及降溫的影響。

空氣和水的導熱效能不同，空氣變化大容易看出差異，而生物體內有 70%是水裝水較貼近生物體狀況，所以我們比較黑白條紋對鐵罐內有無裝水之升溫和降溫的情形。

結果如下：

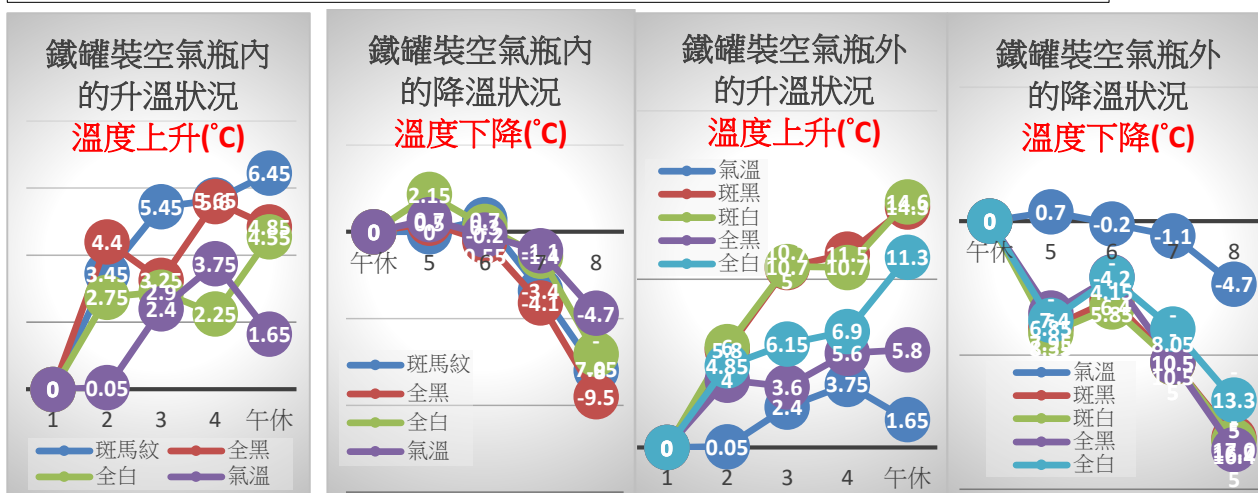
(表三) 室外環境中，裝空氣的鐵罐(全黑、全白及斑馬紋)，一天內，瓶內外溫度的變化表

鐵罐 空氣	瓶內溫度差			室溫	瓶外溫度差				
	項目 節	斑馬紋	全黑		全白	室溫	斑黑	斑白	全黑
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	3.45	4.40	2.75	0.05	5.80	6.00	4.00	4.85	
3	5.45	3.25	2.90	2.40	10.70	10.75	3.60	6.15	
4	5.65	5.60	2.25	3.75	11.50	10.70	5.60	6.90	
午休	6.45	4.85	4.55	1.65	14.30	14.60	5.80	11.30	
5	7.10	5.35	6.70	2.35	6.35	6.25	-1.05	3.90	
6	7.15	4.30	4.85	1.45	8.45	8.20	1.65	7.10	
7	3.05	0.75	3.15	0.55	3.75	4.05	-4.70	3.25	
8	-1.55 (降 8)	-4.65 (降 9.5)	-2.50 (降 6.55)	-3.05	-1.90 (降 16.2)	-1.80 (降 16.4)	-11.25 (降 17.05)	-2.05 (降 13.35)	

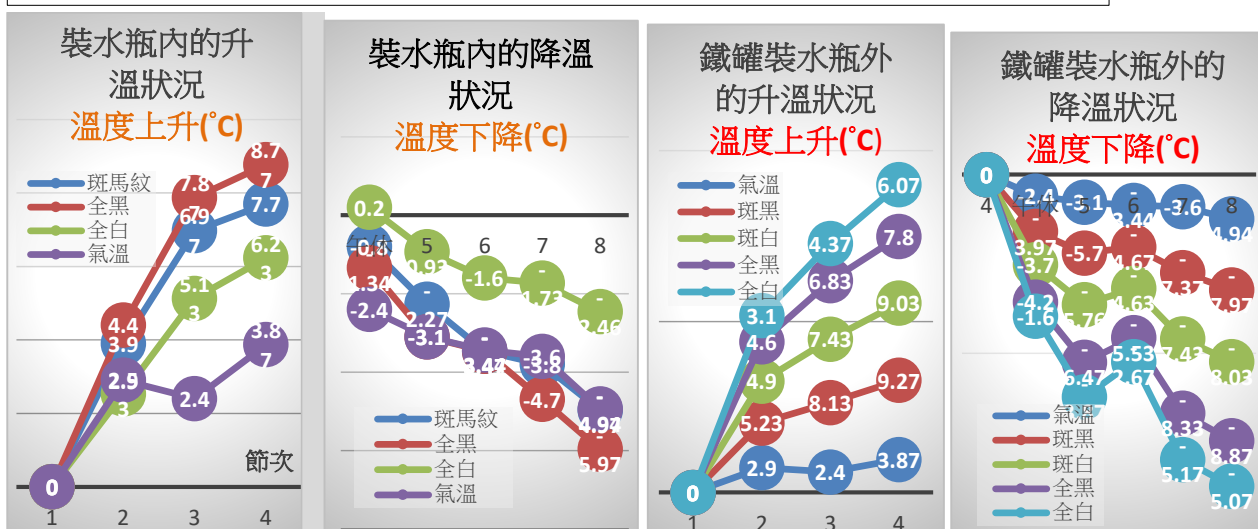
(表四) 室外環境中，裝水的鐵罐(全黑、全白及斑馬紋)，一天內，瓶內外溫度的變化表

鐵罐 裝滿水	瓶內溫度差			室溫	瓶外溫度差				
	項目 節	斑馬紋	全黑		全白	瓶外	斑黑	斑白	全黑
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	3.90	4.40	2.53	2.90	5.23	4.90	4.60	3.10	
3	6.97	7.87	5.13	2.40	8.13	7.43	6.83	4.37	
4	7.70	8.77	6.23	3.87	9.27	9.03	7.80	6.07	
午休	6.90	7.43	6.43	1.47	5.30	5.33	3.60	4.47	
5	5.43	5.67	5.30	0.77	3.57	3.27	1.33	2.20	
6	4.23	5.30	4.63	0.43	4.60	4.40	2.27	3.40	
7	3.90	4.07	4.50	0.27	1.90	1.60	-0.53	0.90	
8	2.73 (降 4.79)	2.80 (降 5.97)	3.77 (降 2.46)	-1.07	1.30 (降 7.97)	1.00 (降 8.03)	-1.07 (降 8.87)	1.00 (降 5.07)	

(圖三) 室外環境中，裝空氣的三種鐵罐(全黑、全白及斑馬紋)，一天內，瓶內外溫度的折線



(圖四) 室外環境中，裝水的三種鐵罐(全黑、全白及斑馬紋)，一天內，瓶內外溫度的折線圖



◎ 結果與討論：

- 數據顯示，裝空氣鐵罐的吸熱效果：瓶外：斑白>斑黑>全白>全黑；瓶內：斑馬紋>全黑>全白。散熱效果：瓶外：全黑>斑白>斑黑>全白；瓶內：全黑>斑馬紋>全白。
- 數據顯示，裝水鐵罐的吸熱效果：瓶外：斑黑>斑白>全黑>全白；瓶內：全黑>斑馬紋>全白。散熱效果比較：瓶外：全黑>斑白>斑黑>全白；瓶內：全黑>斑馬紋>全白
- 吸熱升溫時，竟然是白色吸熱快，可能是鐵的吸熱和導熱性值超過黑白顏色的吸熱效應，所以沒有斑馬紋效應；散熱降溫時，只有裝水的鐵罐符合。

三、探討在鋁罐在空瓶及裝滿水時，表面黑白條紋對瓶內瓶外升溫及降溫的影響。

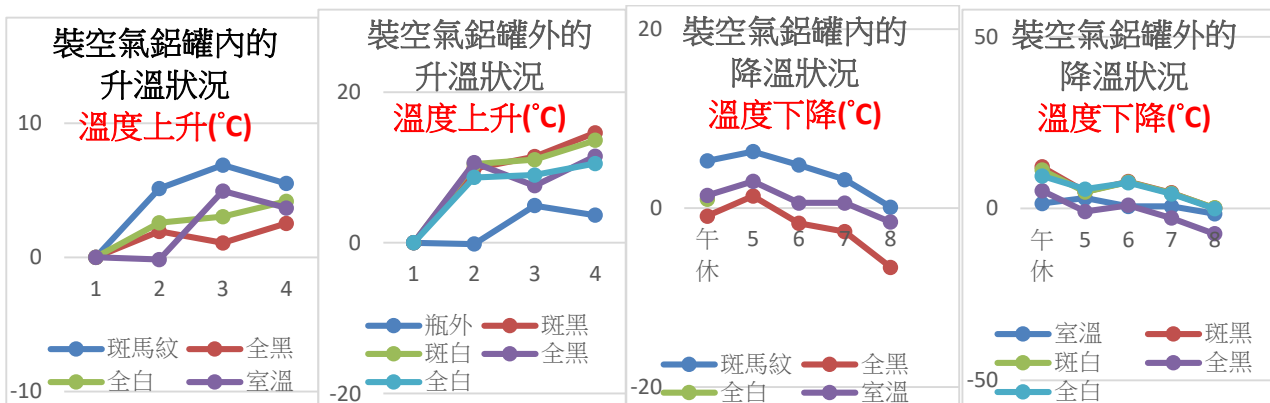
(表五) 室外環境中，裝空氣的鋁罐(全黑、全白及斑馬紋)，一天內，瓶內外溫度的變化表

鋁罐 空氣	瓶內溫度差			室溫	瓶外溫度差				
	項目 節	斑馬紋	全黑		全白	瓶外	斑黑	斑白	全黑
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	5.13	1.93	2.57	-0.17	9.87	10.43	10.63	8.67	
3	6.87	1.07	3.03	4.93	11.43	11.03	7.57	9.00	
4	5.50	2.53	4.17	3.67	14.60	13.60	11.50	10.53	
午休	5.30	-0.87	2.73	1.43	12.10	11.20	5.17	9.43	
5	6.33	1.37	4.27	3.00	4.87	4.77	-0.87	5.63	
6	4.83	-1.67	2.97	0.60	7.83	7.67	0.93	7.50	
7	3.20	-2.60	1.80	0.60	4.57	4.43	-2.80	4.23	
8	0.13 (降 5.37)	-6.60 (降 9.13)	-1.70 (降 5.87)	-1.53	0.10 (降 14.5)	0.17 (降 12.43)	-7.37 (降 18.87)	-0.07 (降 10.6)	

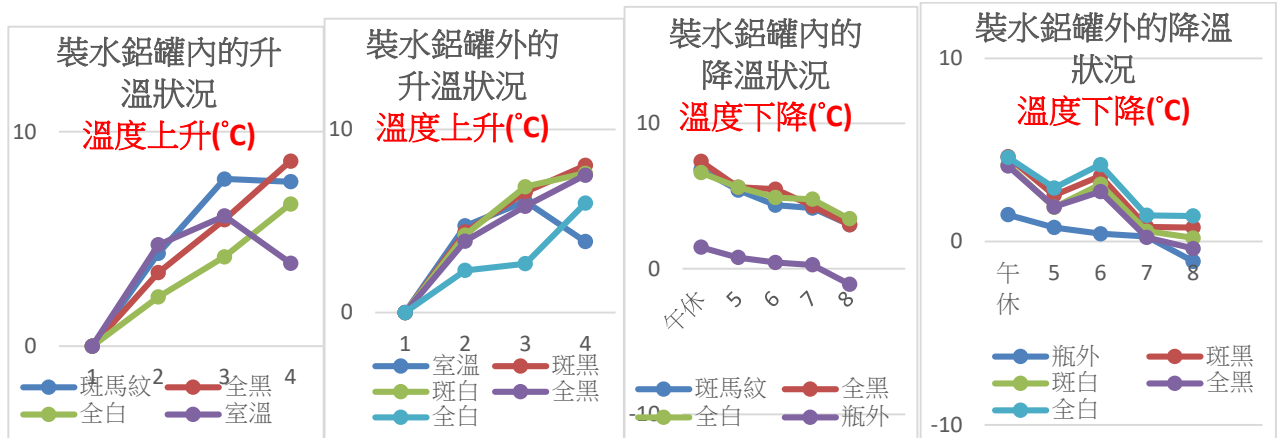
(表六) 室外環境中，裝水的鋁罐(全黑、全白及斑馬紋)，一天內，瓶內外溫度的變化表

鋁罐 裝滿水	瓶內溫度差			室溫	瓶外溫度差				
	項目 節	斑馬紋	全黑		全白	瓶外	斑黑	斑白	全黑
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	4.33	3.43	2.30	4.73	4.40	4.23	3.90	2.30	
3	7.80	5.90	4.17	6.07	6.57	6.87	5.80	2.67	
4	7.67	8.63	6.63	3.87	8.03	7.60	7.50	5.97	
午休	6.80	7.37	6.60	1.47	4.63	4.20	4.13	4.60	
5	5.40	5.60	5.60	0.77	2.53	1.87	1.90	2.93	
6	4.37	5.47	4.90	0.43	3.57	3.13	2.73	4.20	
7	4.17	4.30	4.77	0.27	0.80	0.57	0.23	1.43	
8	3.03 (降 4.64)	3.03 (降 5.6)	3.43 (降 3.2)	-1.07	0.77 (降 7.26)	0.20 (降 7.4)	-0.37 (降 7.87)	1.40 (降 6.57)	

(圖五) 室外環境中，裝空氣的鋁罐(全黑、全白及斑馬紋)，一天內，瓶內外溫度的折線圖



(圖六) 室外環境中，裝水的鋁罐(全黑、全白及斑馬紋)，一天內，瓶內外溫度的折線圖



◎結果與發現：

- 數據顯示，裝空氣鋁罐，吸熱效果：瓶外：全黑>斑黑>斑白>全白；瓶內：斑馬紋>全白>全黑。散熱效果：瓶外：全黑>斑白>斑黑>全白；瓶內：全黑>全白>斑馬紋。
- 數據顯示，裝水鋁罐，吸熱效果：瓶外：斑黑>斑白>全黑>全白；瓶內：全黑>斑馬紋>全白。散熱效果比較：瓶外：全黑>斑白>斑黑>全白；瓶內：全黑>斑馬紋>全白。
- 吸熱升溫時，是斑馬紋吸熱快，可能是鋁的吸熱和導熱性影響黑白顏色的吸熱效應，所以沒有斑馬紋效應；散熱降溫時，只有裝空氣的鋁罐符合。

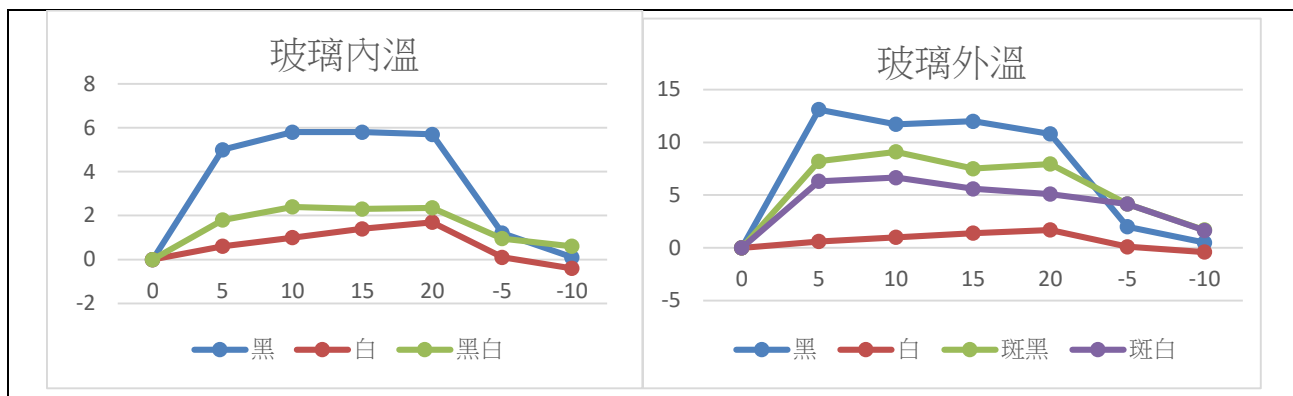
四、探討玻璃瓶在空瓶及裝滿水時，表面黑白條紋對瓶內瓶外升溫及降溫的影響。

玻璃是建照溫室的材質，許多住家也常蓋有玻璃屋來晾曬衣服和行日光浴，我們很好奇黑白條紋對玻璃容器溫度的影響，於是作了以下的實驗，結果如下表：

(表七) 室內環境中，裝空氣的玻璃瓶黏全黑、全白和斑馬紋膠帶，透過照光和冷卻，瓶內外溫度升溫及降溫的變化表。

玻璃內溫	黑	白	黑白	玻璃外溫	黑	白	斑黑	斑白
0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
5	5.00	0.60	1.80	5	13.10	0.60	8.20	6.30
10	5.80	1.00	2.40	10	11.70	1.00	9.10	6.65
15	5.80	1.40	2.30	15	12.00	1.40	7.50	5.60
20	5.70	1.70	2.35	20	10.80	1.70	7.95	5.10
-5	1.20	0.10	0.95	-5	2.00	0.10	4.15	4.15
-10	0.10	-0.40	0.60	-10	0.50	-0.40	1.70	1.65

(圖七) 室內環境中，裝空氣的玻璃瓶黏(全黑、全白、斑馬紋)膠帶，透過照光和冷卻，瓶內外溫度升溫及降溫的變化圖



◎結果與發現：

1. 吸熱(升溫): 瓶外平均上升的溫度是黑>黑白>白(黑平均最高升溫 12 度)，瓶內平均上升的溫度也是黑>黑白>白(黑平均最高升溫 5.8 度)。
2. 散熱(降溫): 瓶外平均下降的溫度是黑>黑白>白(黑平均最高降溫 12.6 度)，瓶內平均下降的溫度是黑>黑白=白(黑平均最高降溫 5.7 度)。
3. 從以上的資料來看，黑白條紋的溫度是適中的，不高也不低，斑馬之所以是黑白條紋就是因為可以讓體溫較適中、較好控制體溫；天氣太熱時，體溫適中，天氣寒冷時，體溫依舊還維持適中。
4. 吸熱升溫時，斑馬紋升溫接近白色，溫度上升較慢，有斑馬紋效應；散熱降溫時，散熱中等程度。

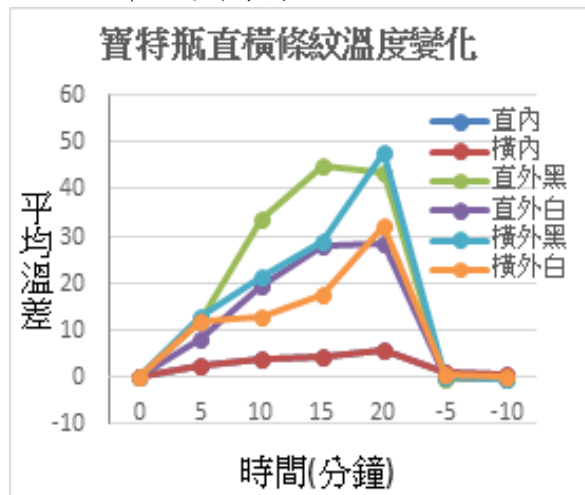
五、探討改變黑白條紋方向，對瓶內瓶外升溫、降溫的影響。

我們發現斑馬的條紋有不同的方向，因此我們做了實驗來探討探討黑白條紋方向不同，對瓶內外的溫度有甚麼影響呢?實驗結果如下：

(表八) 寶特瓶黏上直、橫不同方向的黑白條紋，透過照光和冷卻，瓶內外溫度升溫及降溫的變化表。

寶特瓶(斑馬)						
項目/節	瓶內溫差		瓶外溫差			
	直	橫	直黑	直白	橫黑	橫白
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	2.40	2.60	11.80	8.00	12.60	11.80
10	3.60	3.70	33.60	19.20	21.50	12.90
15	4.10	4.30	44.70	27.90	28.70	17.50
20	5.70	5.70	43.70	28.40	47.80	32.40
-5	1.00	1.20	-0.30	-0.10	0.00	0.30
-10	0.40	0.60	-0.50	-0.30	-0.20	0.10

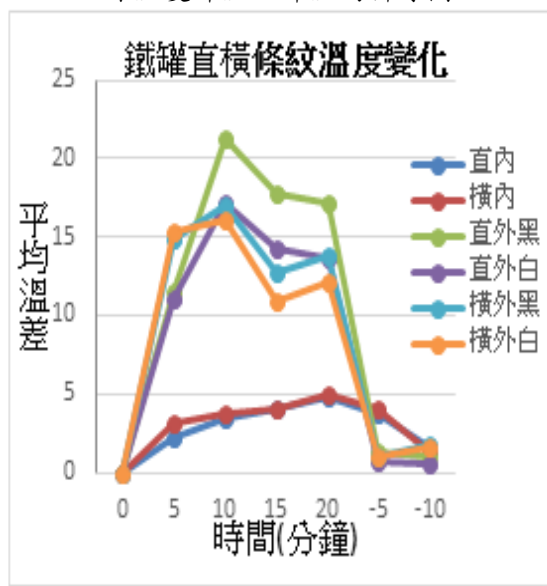
(圖八) 寶瓶黏上直、橫不同方向的黑白條紋，透過照光和冷卻，瓶內外溫度升溫及降溫的折線圖。



(表九) 裝空氣的鐵罐黏上直、橫不同方向的黑白條紋，透過照光和冷卻，瓶內外溫度升溫及降溫的變化表。

鐵(斑馬)						
項目 節	瓶內溫差		瓶外溫差			
	直	橫	直黑	直白	橫黑	橫白
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	2.30	3.10	11.50	11.10	14.90	15.30
10	3.50	3.80	21.30	17.20	17.00	16.10
15	4.00	4.00	17.80	14.30	12.80	11.00
20	4.80	5.00	17.20	13.60	13.80	12.20
-5	3.80	4.00	1.30	0.70	1.10	1.00
-10	1.60	1.40	1.00	0.50	1.80	1.60

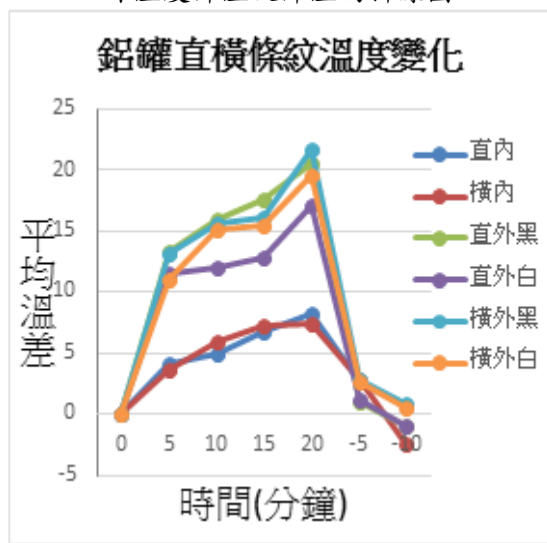
(圖九) 裝空氣的鐵罐黏上直、橫同方向的黑白條紋，透過照光和冷卻，瓶內外溫度升溫及降溫的折線圖。



(表十) 裝空氣的鋁罐黏上直、橫不同方向的黑白條紋，透過照光和冷卻，瓶內外溫度升溫及降溫的變化表

鋁罐(斑馬紋)						
項目 節	瓶內溫差		瓶外溫差			
	直	橫	直黑	直白	橫黑	橫白
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	4.10	3.70	13.30	11.60	13.20	11.10
10	5.00	5.90	16.00	12.00	15.70	15.10
15	6.70	7.30	17.60	12.80	16.20	15.50
20	8.20	7.40	20.60	17.10	21.70	19.50
-5	2.60	2.90	1.00	1.20	2.90	2.70
-10	0.70	-2.40	-0.90	-0.90	0.80	0.50

(圖十) 空氣的鋁罐黏上直、橫不同方向的黑白條紋，透過照光和冷卻，瓶內外溫度升溫及降溫的折線圖



◎結果與發現：

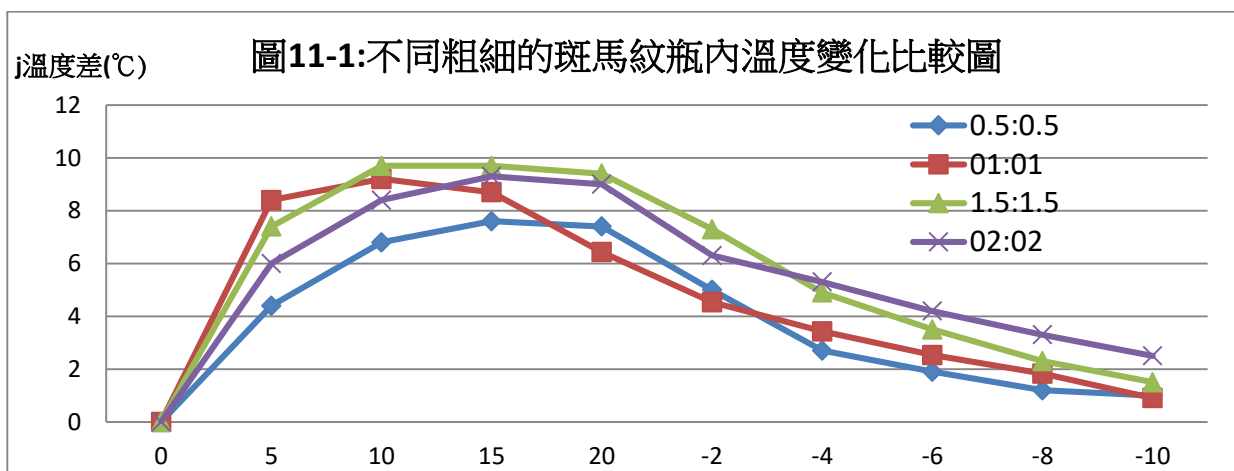
1. 由表八和圖八發現直紋和橫紋寶特瓶雖然瓶外黑白溫差明顯，但瓶內溫度差異不大，所以花紋的方向不會影響溫度的調節。
2. 由表九和圖十的鐵罐實驗結果和寶特瓶相同。
3. 鋁罐在升溫時，直紋瓶外溫差較大，對流較強，所以內溫上升有稍微緩慢，符合斑馬紋效應，降溫時，瓶外黑白溫度差不多，對流不明顯，所以直橫紋散熱效果差不多。
4. 不管鐵、鋁、寶特瓶，直外黑白的溫差都比橫外黑白的溫差大。

六、探討改變條紋粗細比例，對瓶內瓶外升溫、降溫的影響。

我們做完了不同條紋粗細比例的實驗，實驗結果如下：

(表十一)寶特瓶黏上不同比例(0.5、1、1.5、2 膠帶寬)的黑白條紋，透過照光和冷卻，瓶內外溫度升溫及降溫的變化表。(紅色是最高溫)

比例 時間	瓶內溫度差				瓶外黑色溫度				瓶外白色溫度			
	0.5	1	0.5	1	0.5	1	1.5	2	0.5	1	1.5	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4.4	8.4	7.4	6	1.5	7.73	14.9	11.1	2.4	7.83	10.4	9.7
10	6.8	9.2	9.7	8.4	2.9	9.53	13.6	10.1	1.9	7.63	10.9	9.4
15	7.6	8.7	9.7	9.3	4.8	8.83	9	11	4.2	6.27	8.6	8.8
20	7.4	6.43	9.4	9	3.5	1.33	9.9	9.4	3.6	1.37	7.8	7.9
-2	5	4.53	7.3	6.3	-3.2	0.27	3.2	3.3	-3.4	0.33	3.6	3.2
-4	2.7	3.43	4.9	5.3	-4.8	-	2.6	2.9	-5.2	-0.4	2.6	2.9
-6	1.9	2.53	3.5	4.2	-4.8	-0.8	1.4	2.1	-5.2	-0.7	1.9	1.9
-8	1.2	1.83	2.3	3.3	-5.3	-	1.6	1.3	-5.5	-1.23	1.9	1.3
-10	1	0.9	1.5	2.5	-6.3	1.34	1.6	0.6	-6.5	1.24	1.9	0.8



◎結果與發現：

1. 瓶內溫度升溫的幅度是 $1.5 > 1 > 2 > 0.5$ ，降溫時是 $0.5 > 1 > 1.5 > 2$
2. 瓶外黑白的溫差，在升溫時是 $2 > 1.5 > 1 > 0.5$ 。
3. 條紋越細，降溫越快，越粗則越慢。
4. 條紋最細的 0.5，升溫最慢，散熱時降溫最快，是斑馬紋效應最明顯的例子。

七、探討改變黑白條紋瓶子大小，對瓶內瓶外升溫、降溫的影響。

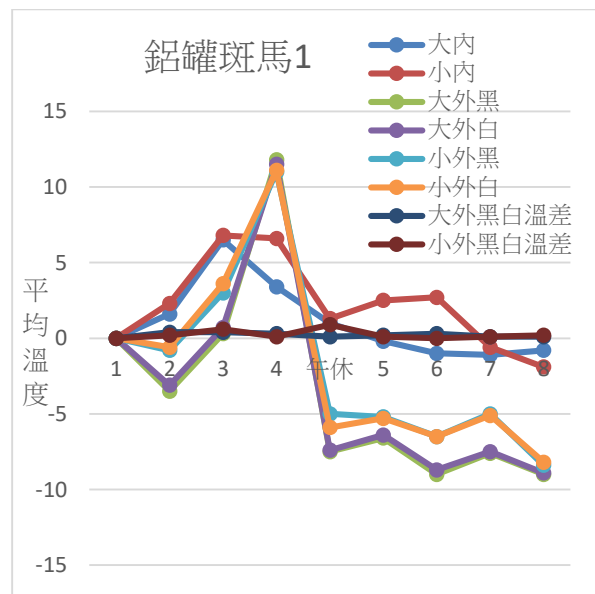
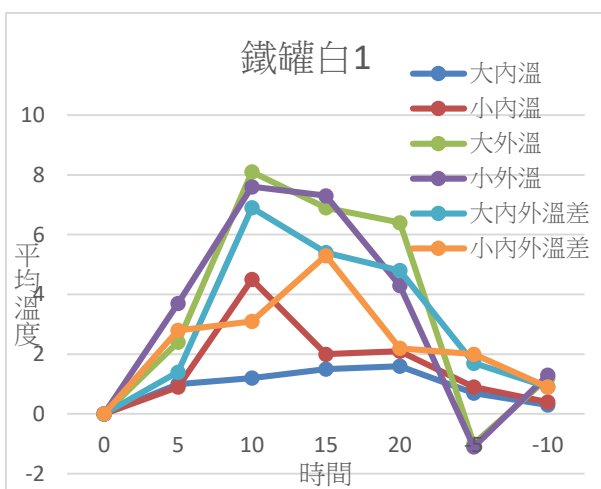
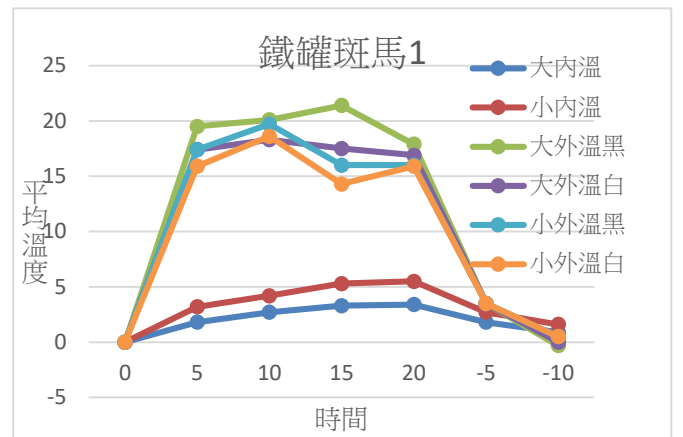
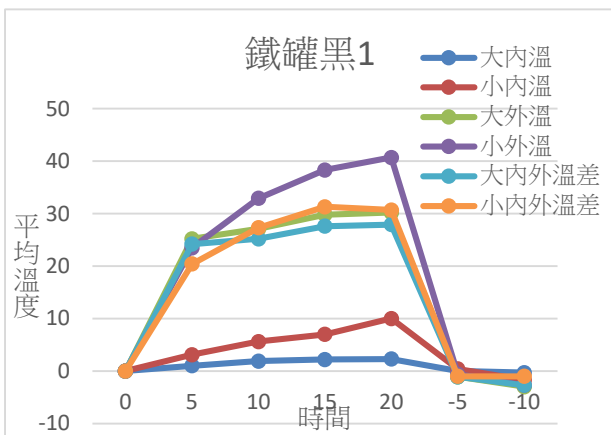
前面已經透過改變材質來套討溫度變化，現在則藉由改變這些瓶子的大小，看看對溫差有甚麼影響，結果如下：

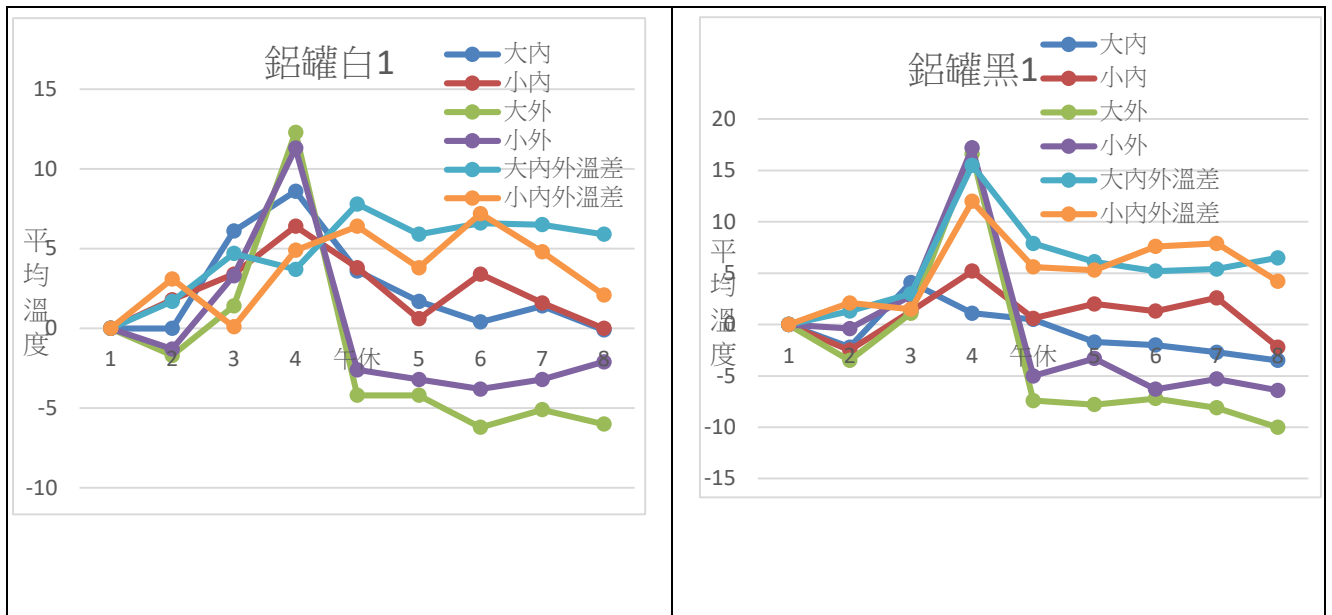
(表十二)裝空氣的(鐵罐、鋁罐)瓶子大小，透過照光和冷卻，瓶內外溫度升溫及降溫的變化表

鐵罐黑色 1							鐵罐斑馬紋 1						
項目 節	瓶內溫差		瓶外溫差		內外溫差		項目 節	瓶內溫差		瓶外溫差			
	大內 溫	小內 溫	大外 溫	小外 溫	大內 外溫 差	小內 外溫 差		大內 溫	小內 溫	大外 溫黑	大外 溫白	小外 溫黑	小外 溫白
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	3.1	25.2	23.5	24.2	20.4	5	1.8	3.2	19.5	17.4	17.4	15.9
10	1.9	5.6	27.1	32.9	25.2	27.3	10	2.7	4.2	20.1	18.3	19.7	18.6
15	2.2	7	29.8	38.3	27.6	31.3	15	3.3	5.3	21.4	17.5	16	14.3
20	2.3	10	30.2	40.7	27.9	30.7	20	3.4	5.5	17.9	16.9	16	15.9
-5	0	0.4	-1.1	-0.6	-1.1	-1	-5	1.8	2.7	3.5	3.5	3.5	3.5
-10	-0.3 降 2.6	-1.7 降 11.7	-3 降 33.2	-2.7 降 43.4	-2.7	-1	-10	0.9 降 2.5	1.6 降 3.9	-0.3 降 21.7	0 降 18.3	0.5 降 19.2	0.5 降 18.1
鐵罐白色 1							鋁罐黑色 1						
項目 節	瓶內溫差		瓶外溫差		內外溫差		項目 節	瓶內溫差		瓶外溫差		內外溫差	
	大內 溫	小內 溫	大外 溫	小外 溫	大內 外溫 差	小內 外溫 差		大內 溫	小內 溫	大外 溫	小外 溫	大內 外溫 差	小內 外溫 差
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5	1	0.9	2.4	3.7	1.4	2.8	2	-2.2	-2.5	-3.5	-0.4	1.3	2.1
10	1.2	4.5	8.1	7.6	6.9	3.1	3	4.1	1.3	1.1	2.8	3	1.5
15	1.5	2	6.9	7.3	5.4	5.3	4	1.1	5.2	16.6	17.2	15.5	12
20	1.6	2.1	6.4	4.3	4.8	2.2	午休	0.5	0.6	-7.4	-5	7.9	5.6
-5	0.7	0.9	-1	-1.1	1.7	2	5	-1.7	2	-7.8	-3.3	6.1	5.3
-10	0.3 降 1.3	0.4 降 4.1	1.2 降 9.1	1.3 降 8.7	0.9	0.9	6	-2	1.3	-7.2	-6.3	5.2	7.6
							7	-2.7	2.6	-8.1	-5.3	5.4	7.9
							8	-3.5 降 7.6	-2.2 降 7.4	-10 降 26.6	-6.4 降 23.6	6.5	4.2

鋁罐白色 1							鋁罐斑馬紋 1								
項目節	瓶內溫差		瓶外溫差		內外溫差		項目節	瓶內溫差		瓶外溫差				黑白溫差	
	大內溫	小內溫	大外溫	小外溫	大內外溫差	小內外溫差		大內	小內	大外黑	大外白	小外黑	小外白	大外黑白溫差	小外黑白溫差
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1.8	-1.7	-1.3	1.7	3.1	2	1.6	2.3	-3.5	-3.1	-0.8	-0.6	0.4	0.2
3	6.1	3.4	1.4	3.3	4.7	0.1	3	6.5	6.8	0.3	0.7	3	3.6	0.4	0.6
4	8.6	6.4	12.3	11.3	3.7	4.9	4	3.4	6.6	11.8	11.5	11	11.1	0.3	0.1
午休	3.6	3.8	-4.2	-2.6	7.8	6.4	午休	1	1.3	-7.5	-7.4	-5	-5.9	0.1	0.9
5	1.7	0.6	-4.2	-3.2	5.9	3.8	5	-0.2	2.5	-6.6	-6.4	-5.2	-5.3	0.2	0.1
6	0.4	3.4	-6.2	-3.8	6.6	7.2	6	-1	2.7	-9	-8.7	-6.5	-6.5	0.3	0
7	1.4	1.6	-5.1	-3.2	6.5	4.8	7	-1.1	-0.6	-7.6	-7.5	-5	-5.1	0.1	0.1
8	-0.1	0	-6	-2.1	5.9	2.1	8	-0.8	-1.9	-9	-8.9	-8.4	-8.2	0.1	0.2
	降 8.7	降 6.4	降 18.5	降 15.1				降 7.6	降 8.7	降 20.8	降 20.4	降 19.4	降 19.3		

(圖十二) 裝空氣的(鐵罐、鋁罐)瓶子大小，透過照光和冷卻，瓶內外溫度升溫及降溫的折線圖





◎結果與發現：

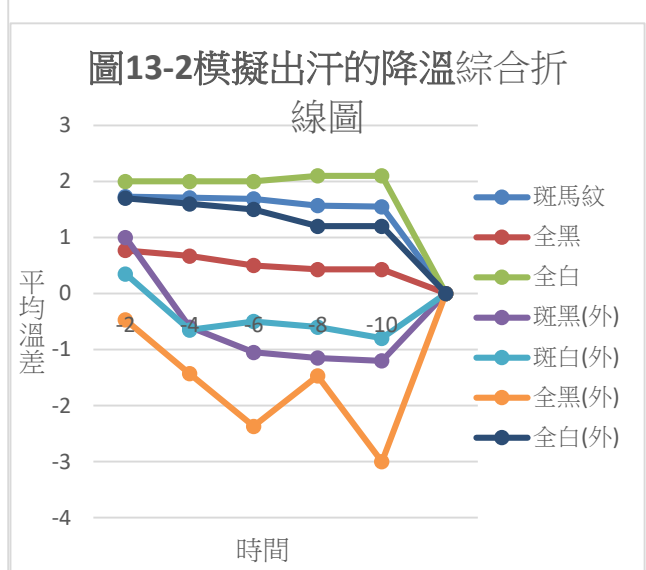
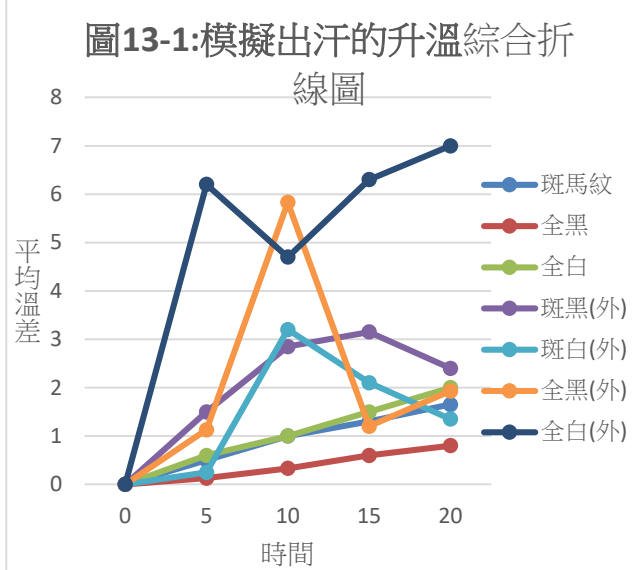
1. 小瓶內的升降溫變化幾乎都比大瓶內多，代表容器內部空間小，溫度較容易變化。
2. 大瓶外(斑馬紋)的升溫幾乎都比小瓶外(斑馬紋)少，下降也都比較多，代表因為大瓶外(斑馬紋)的黑白條紋較多，所以對流較旺盛。
3. 大瓶外(白)的升溫幾乎都比小瓶外(白)少，下降也都比較多，代表因為大瓶外(白)的白條紋面積較大，所以較小瓶外(白)不容易升溫。
4. 大瓶外(黑)的升溫幾乎都比小瓶外(黑)多，代表因為大瓶外(黑)的黑條紋面積較大，所以較小瓶外(黑)易升溫。

八、模擬出汗時，黑白條紋對瓶內瓶外升溫、降溫的影響。

由於流汗也可以幫助調節體溫，所以我們透過模擬出汗，來探討對溫度的影響，結果如下：

(表十三)將裝水的寶特瓶戳洞和套上黑白條紋、全黑、全白的襪子，透過照光和冷卻，瓶內外溫度升溫及降溫的變化表。

項目 節	瓶內溫差			瓶外溫差			
	斑馬紋	全黑	全白	斑黑(外)	斑白(外)	全黑(外)	全白(外)
0	0	0	0	0	0	0	0
5	0.5	0.13	0.6	1.5	0.25	1.13	6.2
10	1	0.33	1	2.85	3.2	5.83	4.7
15	1.3	0.6	1.5	3.15	2.1	1.2	6.3
20	1.65	0.8	2	2.4	1.35	1.93	7
-2	1.73	0.77	2	1	0.35	-0.47	1.7
-4	1.71	0.67	2	-0.6	-0.65	-1.43	1.6
-6	1.69	0.5	2	-1.05	-0.5	-2.37	1.5
-8	1.57	0.43	2.1	-1.15	-0.6	-1.47	1.2
-10	1.55	0.43	2.1	-1.2	-0.8	-3	1.2
	降0.1	降0.37	降0	降4.35	降4	降8.83	降5.8



◎結果與發現：

1. 因水流出瓶外，可以幫助散熱，減緩外溫上升的速度，由於外溫溫度變化小，尤其是斑馬紋的外溫因為有對流的影響，溫度上升慢，也下降慢。
2. 瓶內溫度受到水流出的影響很大，所以各種處理的升降溫都差異不大，所以流汗時，斑馬紋影響的主要是表面的溫度。

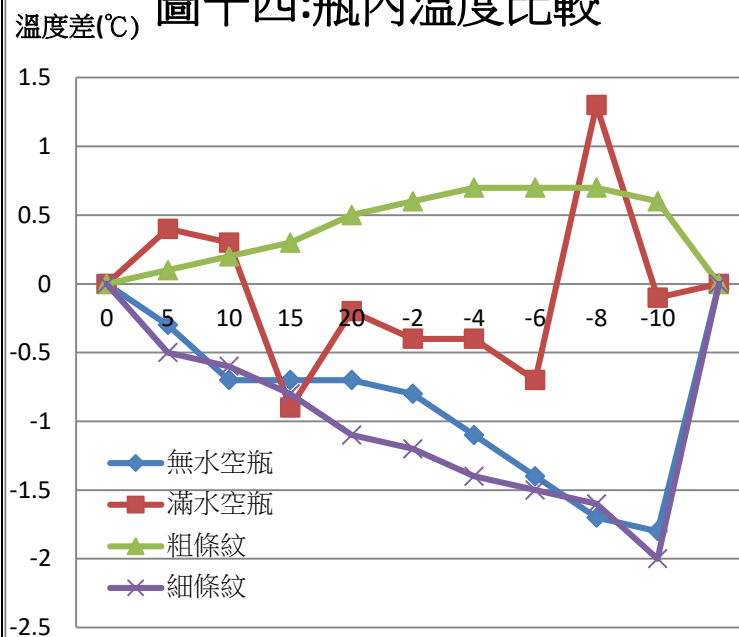
九、探討粗細條紋對深色水壺瓶內外升溫、降溫的影響。

斑馬是黑色皮膚配上條紋毛皮，為了較貼近斑馬的實際狀況，我們用這個實驗來模擬，水壺深色類比斑馬的黑皮膚，水壺有裂縫漏水類比排汗現象，結果如下：

表十四：瓶內溫度的比較

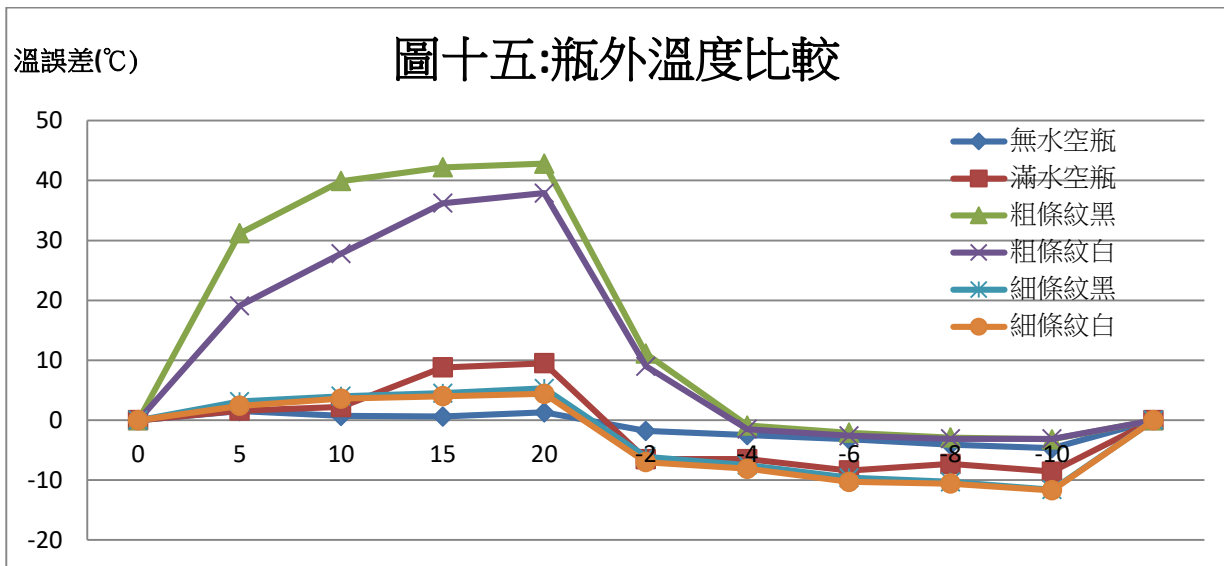
	無水空瓶	滿水空瓶	粗條紋	細條紋
0	0	0	0	0
5	-0.3	0.4	0.1	-0.5
10	-0.7	0.3	0.2	-0.6
15	-0.7	-0.9	0.3	-0.8
20	-0.7	-0.2	0.5	-1.1
-2	-0.8	-0.4	0.6	-1.2
-4	-1.1	-0.4	0.7	-1.4
-6	-1.4	-0.7	0.7	-1.5
-8	-1.7	1.3	0.7	-1.6
-10	-1.8	-0.1	0.6	-2
	降 1.5	降 1.1	降 0.1	降 1.5

圖十四：瓶內溫度比較



表十五：瓶外溫度的比較

	無水空瓶	滿水空瓶	粗條紋黑	粗條紋白	細條紋黑	細條紋白
0	0	0	0	0	0	0
5	1.5	1.6	31.2	19.1	3.1	2.4
10	0.7	2.2	39.9	27.8	4	3.6
15	0.6	8.8	42.2	36.2	4.5	4
20	1.3	9.5	42.8	37.9	5.3	4.4
-2	-1.8	-6.5	11.1	9	-6.1	-7
-4	-2.5	-6.5	-0.9	-1.5	-7.5	-8.1
-6	-3.2	-8.4	-2.1	-2.6	-9.6	-10.3
-8	-4.1	-7.3	-2.9	-3.1	-10.3	-10.6
-10	-4.7	-8.6	-3.2	-3.1	-11.6	-11.7
	降 6.2	降 18.1	降 46	降 41	降 16.9	降 16.1



◎結果與發現：

1. 熱源對大水壺好像太大，所以瓶內升溫的現象不予考慮，至於降溫的部分，由圖表可以看出無水空瓶 > 有水的空瓶，因水的比熱大，保溫效果比空氣可以好，所以降溫慢；細條紋散熱大於粗條紋，也大於有水的空瓶，細條紋再配合出汗(漏水)可以達到很好的降溫效果，或許可以應用在建築上喔！
2. 瓶外的溫度，粗條紋上升效果好，細條紋溫度上升最慢，降溫時，粗條紋降得速度最快，細條紋加上漏水(流汗)減緩降溫的速度。

柒、 結論

一. 室外照光

紅色表示符合斑馬紋效應，表內數字表示升溫降溫的速度，數字越小越快

	吸熱升溫							散熱降溫						
	瓶內			瓶外				瓶內			瓶外			
	全黑	斑馬文	全白	全黑	斑黑	斑白	全白	全黑	斑馬文	全黑	斑馬文	全黑	斑馬文	全黑
寶特瓶(空氣)	2	3	1	1	2	4	3	1	2	3	1	2	4	3
寶特瓶(水)	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3	4
鐵罐(空氣)	2	1	3	4	2	1	3	1	2	3	1	3	2	4
鐵罐(水)	1	2	3	3	1	2	4	1	2	3	1	3	2	4
鋁罐(空氣)	3	1	2	1	2	3	4	1	3	2	1	3	2	4
鋁罐(水)	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	3	2	4

斑馬紋的效應以散熱居多，瓶內裝水時效果較明顯，升溫效果只有空寶特瓶有達到。

二. 改變變因

- 1、 從改變條紋方向我們發現大多數的直外黑白的瓶身表面溫度都比橫外黑白的瓶身表面溫度來的高。而兩者內溫則乎一樣。
- 2、 鋁罐在升溫時，直紋瓶外溫差較大，對流較強，所以內溫上升有稍微緩慢，符合斑馬紋效應，降溫時，瓶外黑白溫度差不多，對流不明顯，所以直橫紋散熱效果差不多。
- 3、 不管鐵、鋁、寶特瓶，直外黑白的溫差都比橫外黑白的溫差大
- 4、 玻璃瓶吸熱升溫時，斑馬紋升溫接近白色，溫度上升較慢，有斑馬紋效應；散熱降溫時，散熱中等程度。
- 5、 小瓶內的升降溫變化幾乎都比大瓶內多，代表容器內部空間小，溫度較容易變化。
- 6、 大瓶外(斑馬紋)的升溫幾乎都比小瓶外(斑馬紋)少，下降也都比較多，代表因為大瓶外(斑馬紋)的黑白條紋較多，所以對流較旺盛。

三. 模擬出汗

1. 因水流出瓶外，可以幫助散熱，減緩外溫上升的速度，由於外溫溫度變化小，尤其是斑馬紋的外溫因為有對流的影響，溫度上升慢，也下降慢。
2. 瓶內溫度受到水流出的影響很大，所以各種處理的升降溫都差異不大，所以流汗時，斑馬紋影響的主要是表面的溫度。
3. 熱源對大水壺好像太大，所以瓶內升溫的現象不予考慮，至於降溫的部分，由圖表可以看出無水空瓶 > 有水的空瓶，因水的比熱大，保溫效果比空氣可以好，所以降溫慢；細條紋散熱大於粗條紋，也大於有水的空瓶，細條紋再配合出汗(漏水)可以達到很好的降溫效果，或許可以應用在建築上喔!

4. 瓶外的溫度，粗條紋上升效果好，細條紋溫度上升最慢，降溫時，粗條紋降得速度最快，細條紋加上漏水(流汗)減緩降溫的速度。

四. 綜合討論

- 1、比較室外照光的數據發現斑黑斑白的溫度差幾乎都不大，兩者上升的幅度和速度都是差不多的(斑黑的上升溫還是大於斑白，只是幾乎趨近於零，非常接近)，在很多擁有斑黑斑白瓶身表面溫度的數據及圖表都可以發現，在升溫的時候一起以差不多的幅度上升，然後在降溫時也以近乎一樣的幅度下降，所以我們只能推測將黑與白組合在一起時，互相影響的可能性很大，所以有機會導致部份結果失準。
- 2、在室內升降溫的比較當中，室外照光的最大升溫幅度大多聚集於第 20 分的時候，最大降溫幅度則-10 分，而內溫變化較大的則多數為全黑>斑馬紋>全白，外溫則為斑黑>斑白>全黑>全白。
- 3、在室外升降溫的比較當中，室外照光的最大升溫幅度大多聚集於第四節或午休，最大降溫幅度則在第八節，而內溫變化較大的則多數為全黑>斑馬紋>全白，外溫則為斑黑>斑白>全黑>全白。有一個是疑點就是斑黑、斑白的表面溫度都比其他兩種高的多但內溫卻都介於黑和白的中間，代表斑馬紋的表面會很高，但都會控制住內溫。

玖、參考文獻資料

一、維基百科百科—斑馬

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%96%91%E9%A6%AC>

二、斑馬究竟為什麼有條紋？一個困擾了科學家 150 年之久的謎題

https://www.natgeomedia.com/science/article/content-7940.html?fbclid=IwAR2ntdpZh7940.html?fbclid=IwAR2ntdpZh15sBlwqsxOWd3ZhU7QjVNIKKLdk07XyEX_1fiD_xTn9kOY7jwlg

三、斑馬條紋存在的最大利益

<https://www.natgeomedia.com/explore/article/content-5124.html>