

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 理化科

031606

乾了沒？乾了！

學校名稱：桃園縣立內壢國民中學

作者：	指導老師：
國二 劉韋廷	葉進坤
國二 楊薇薇	林明芳
國二 黃霈姍	
國二 賴韋辰	

關鍵詞：寶特瓶 乾燥 蒸發

乾了沒？ 乾了！

摘要

本實驗的目的是找出在家中可以快速乾燥寶特瓶的方法，經由實驗我們發現，乾燥寶特瓶最簡單的方法就是使用家裡的吹風機，將熱風送入寶特瓶中加熱瓶身，加速水分蒸發，而除了溫度與風之外，寶特瓶中的水珠大小也是非常關鍵的因素，透過甩寶特瓶將水珠變小，將可大大加速寶特瓶的乾燥速度。

壹、研究動機：

寶特瓶在日常生活中常用來裝各種溶液，很多時後必須要將寶特瓶乾燥之後再來使用，可是洗好的寶特瓶用晾乾的方式很花時間，常需要半天到一天的時間，非常耗時，在緊急需要的時候非常不方便，而寶特瓶瓶口又很小，手也不可能拿著衛生紙伸進去擦乾。

所以我們希望藉由本次實驗，試驗出在一般家庭中讓寶特瓶快速乾燥的方法，藉由大多數家庭中都有的吹風機，試試看能不能在幾分鐘內，就讓寶特瓶完全乾燥，這樣平常我們要用乾的寶特瓶的時候，就很方便了。

貳、研究目的：

- 一、觀察寶特瓶乾燥的過程與變化。
- 二、觀察熱風對寶特瓶乾燥的影響。
- 三、觀察冷風對寶特瓶乾燥的影響。
- 四、了解水珠大小對寶特瓶乾燥的影響。
- 五、不同寶特瓶乾燥過程之比較。
- 六、酒精對於寶特瓶乾燥速率的影響。

參、研究設備與器材：

- | | |
|----------|--------|
| 1、礦泉水空瓶 | 9、棉繩 |
| 2、綠茶空瓶 | 10、碼表 |
| 3、可口可樂空瓶 | 11、膠帶 |
| 4、吹風機 | 12、酒精 |
| 5、珍珠奶茶吸管 | 13、溫度計 |
| 6、紙杯 | 14、直尺 |
| 7、鐵架 | 15、量筒 |
| 8、照相機 | |

說明1：實驗用之吹風機經過改裝，將風扇電路與加熱電路分別獨立，使吹風機可以同時吹熱風與冷風，如圖一。

說明2：將吹風機的風送入寶特瓶的裝置，是將兩個紙杯杯口用膠帶粘住後，將其中一邊杯底挖洞，接上珍珠奶茶的管子，另一邊杯底挖空，供吹風機將風吹入，如圖三。



圖一



圖二



圖三



圖四

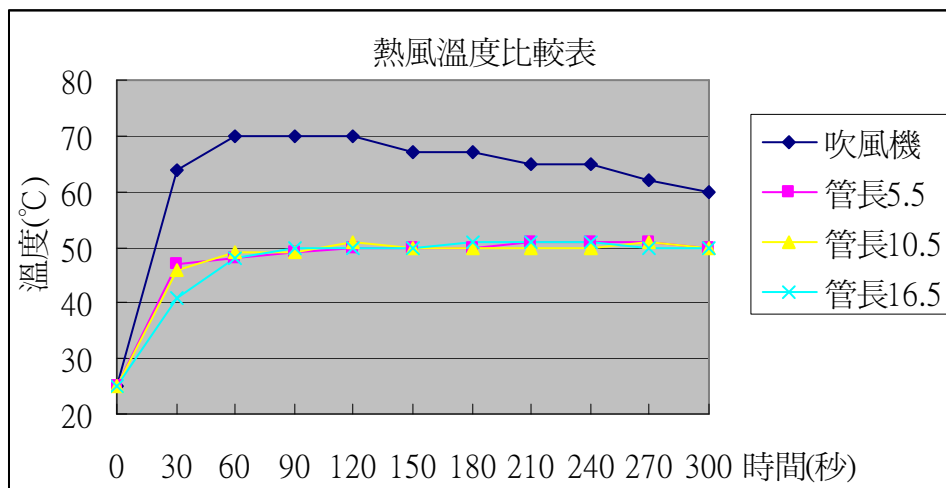
肆、研究過程與結果:

一、吹風機冷熱風溫度測量

測量吹風機口與不同長度管口之冷熱風溫度。

熱風溫度表 室溫：25℃

時間 溫度℃	0 秒	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒	150 秒	180 秒	210 秒	240 秒	270 秒	300 秒
吹風機口	25	64	70	70	70	67	67	65	65	62	60
管長 5.5cm	25	47	48	49	50	50	50	51	51	51	50
管長 10.5cm	25	46	49	49	51	50	50	50	50	51	50
管長 16.5cm	25	41	48	50	50	50	51	51	51	50	50



冷風溫度表 室溫：25℃

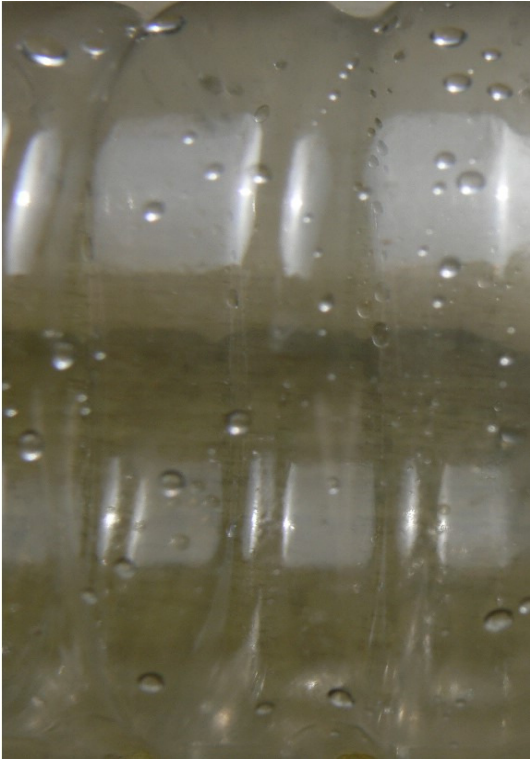
時間 溫度	0 秒	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒	150 秒	180 秒	210 秒	240 秒	270 秒	300 秒
吹風機口	25	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
管長 5.5	25	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
管長 10.5	25	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
管長 16.5	25	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26

由上面熱風表可看出，吹風機之溫度會有高低之變化，推測其原因為吹風機本身之過熱保護作用，當溫度到達 70 度時會切斷其中一條電熱絲的供電，藉以保護吹風機不會過熱；但經過紙杯之後，在不同管長之出風口則會出現穩定溫度的熱風，不因管長而不同。

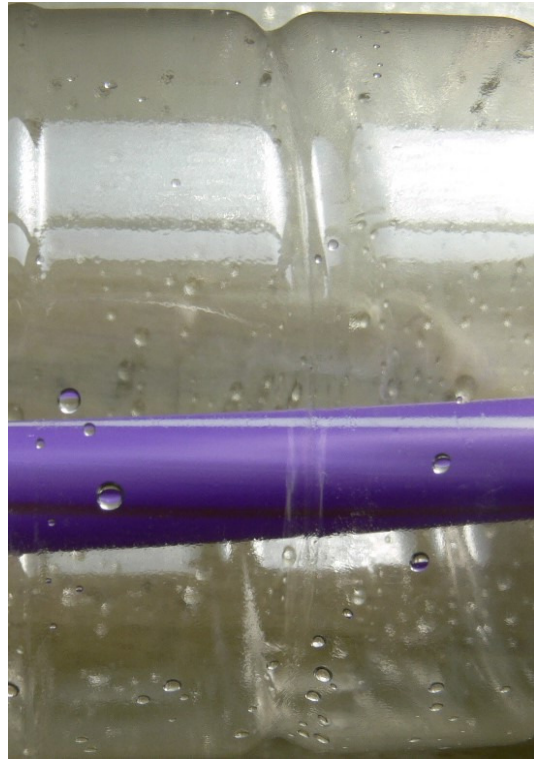
而冷風則因吹風機馬達的運作會發熱，溫度會比室溫高出 1 度。

二、觀察吹風機之熱風對寶特瓶乾燥之變化

將礦泉水的寶特瓶用水沖濕後，再拿著輕輕甩乾，然後用吹風機將熱風吹入寶特瓶中，觀察寶特瓶中水珠蒸發的情形。



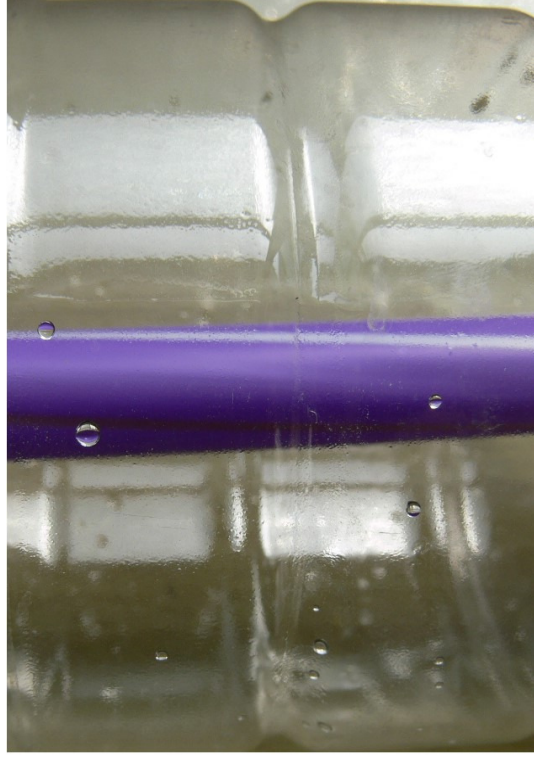
未吹前



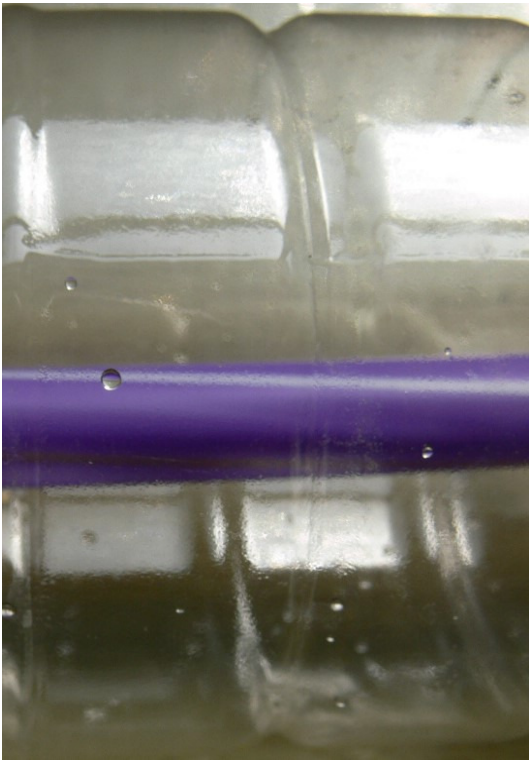
吹 1 分鐘



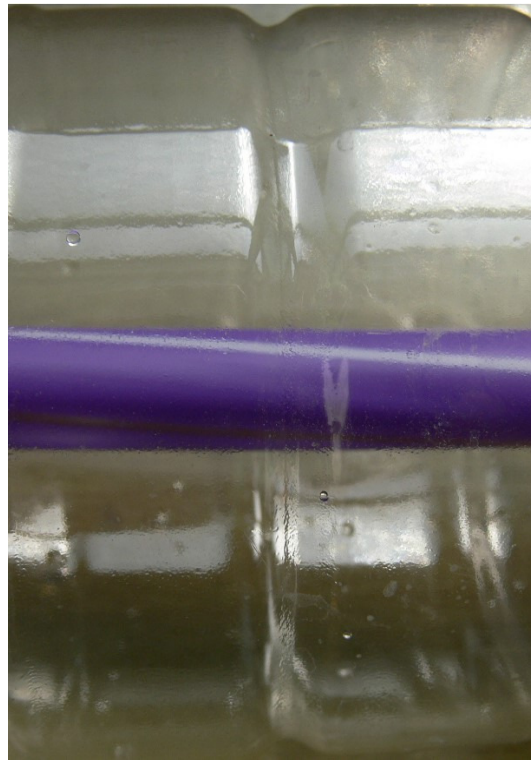
吹 2 分鐘



吹 3 分鐘



吹 4 分鐘



吹 5 分鐘

觀察發現熱風吹入後，3 分鐘時寶特瓶中之細小水珠會先被吹乾，較大之水珠則未乾，由 3 分鐘到 5 分鐘的照片可看出，水珠在熱風吹的過程中會由大變小，可見寶特瓶中水珠的大小會影響乾燥的速度，如能找出使水珠變小的方法，將可更快速乾燥寶特瓶。

三、利用甩動瓶子將水珠變小，比較吹乾時間(熱風)

將礦泉水的瓶子綁上綿繩，分別甩動 10 秒到 60 秒，記錄甩動圈數與吹乾所需的時間。

室溫：25.3℃ 管長：16.5cm

甩動秒數	旋轉圈數	吹乾時間
1 0 秒	2 4	2 分 3 0 秒
2 0 秒	5 5	1 分 3 0 秒
3 0 秒	1 0 5	1 分 0 5 秒
4 0 秒	1 2 8	1 分 0 0 秒
5 0 秒	1 5 0	5 5 秒
6 0 秒	1 8 3	5 5 秒

由上表可知，甩動秒數越多(圈數越多)，吹乾時間就會越短，由實驗過程中觀察可發現，甩動越久水珠越小，吹乾速度也越快。

實驗到這裡，我們想比較不同材質的寶特瓶，吹乾的速度是否相同？所以我們收集了三種不同材質的寶特瓶進行實驗。

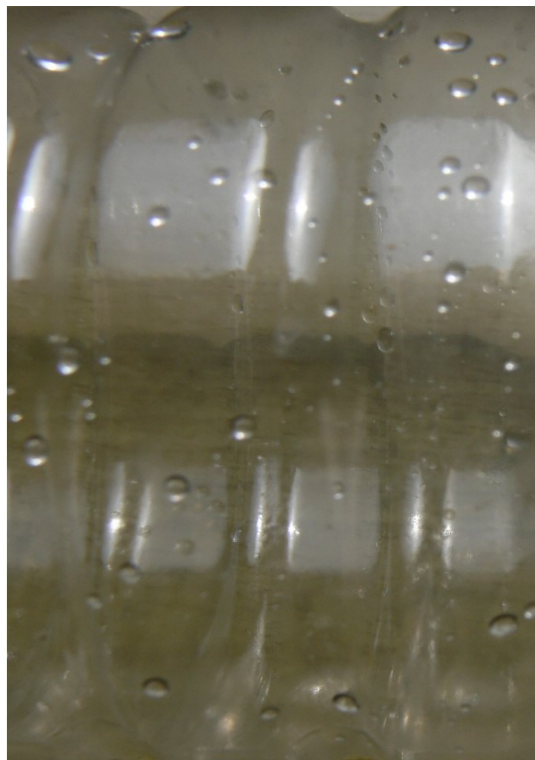
四、比較不同材質寶特瓶，甩動後所需吹乾時間(熱風)

室溫：25.3℃ 管長：16.5cm

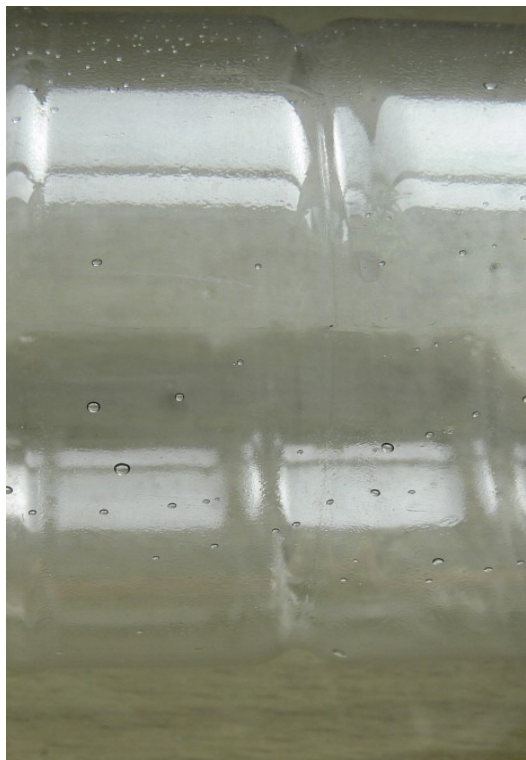
圈數 \ 材質	礦泉水瓶 透明瓶身軟	綠茶瓶子 綠色瓶身硬	可樂瓶子 透明瓶身硬
25	1 分 58 秒	1 分 20 秒	2 分 32 秒
50	1 分 52 秒	1 分 25 秒	2 分 15 秒
75	57 秒	1 分 05 秒	2 分 03 秒
100	56 秒	1 分 03 秒	1 分 53 秒
125	54 秒	1 分 01 秒	1 分 48 秒
材質	P E T 2	P E T T 1 6 H	P E T 7

由上表可以看出，在甩動圈數越多，吹乾時間都有縮短的趨勢，但不同材質之間仍有差異存在，究其原因應該是不同材質表面附著力的差距，綠茶瓶子附著力最低最容易將水珠甩小，可熱瓶在還沒甩之前，會有水珠流動集中的情形，所以 25 圈至 75 圈時，再吹的過程中水珠會移動結合成較大的水珠，使吹乾的時間變長。

礦泉水瓶子甩後水珠大小比較，由照片中可看出甩動圈數越多，水珠會越小，但 75 圈至 125 圈水珠大小則差不多，比較吹乾時間也接近，推測原因可能是水珠的大小與甩動瓶子的力量有關，用一般的力量甩 125 圈約需花 40 秒的時間，這個速度之下水珠在 75 圈就會到達最小極限，如果要讓水珠更小則需要加強甩的速度與力量，也就是相同圈數下將甩的時間縮短。



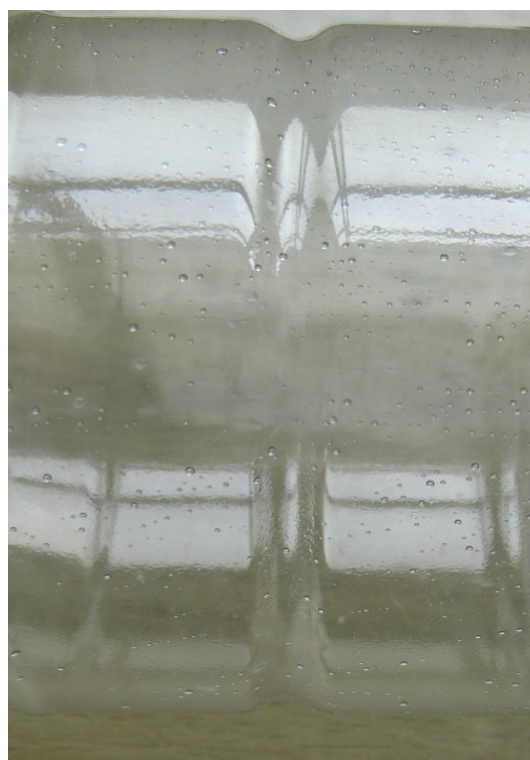
未甩前



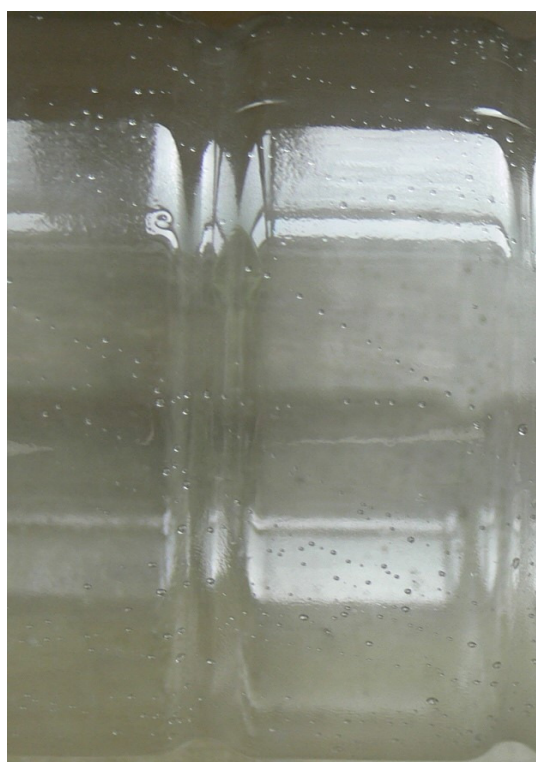
甩 25 圈



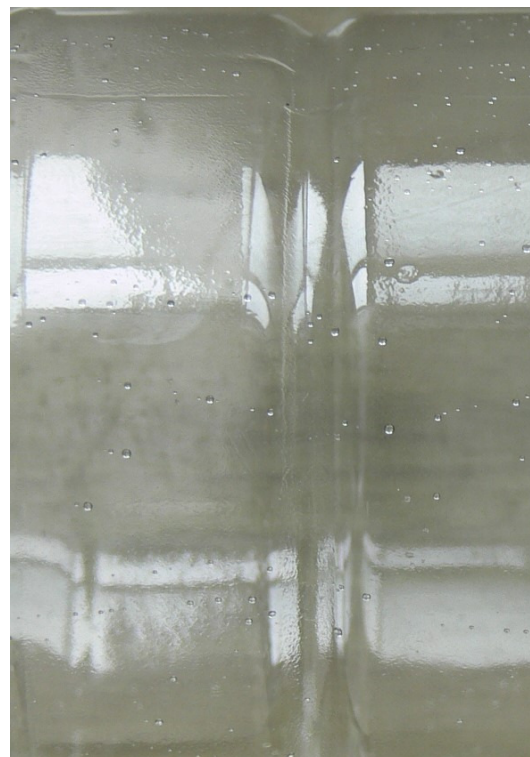
甩 50 圈



甩 75 圈



甩 100 圈



甩 125 圈

五、比較不同管長時使用熱風所需吹乾時間

將不同寶特瓶甩 100 圈後，用不同長度的管子吹寶特瓶，比較吹乾時間。

室溫：27℃ 甩 100 圈

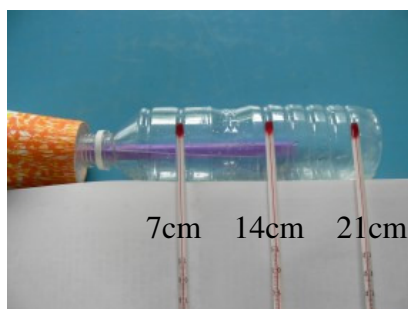
材質 管長	礦泉水瓶 透明瓶身軟	綠茶瓶子 綠色瓶身硬	可樂瓶子 透明瓶身硬
全長(16.5CM)	1 分 03 秒	1 分 05 秒	1 分 45 秒
2/3 長(10.5CM)	53 秒	1 分 01 秒	1 分 39 秒
1/3 長(5.5CM)	52 秒	56 秒	1 分 20 秒

由上表可知，管長 5.5 公分吹乾速度最快，管長 16.5 公分吹乾速度最慢，實驗過程中觀察發現管長 16.5 公分會由下半部先乾，然後上半部才乾；而管長 5.5 公分則是上下乾的速度差不多，所以乾的速度最快。

爲了了解上面現象的原因，我們想到測量加熱過程中寶特瓶瓶身上、中、下段溫度的變情形。

六、不同管長瓶身溫度測量

將礦泉水寶特瓶甩乾後，在距離瓶口 7、14、21cm 處各放一根溫度計測量寶特瓶瓶身溫度的變化情形。



管長 16.5cm



管長 10.5cm

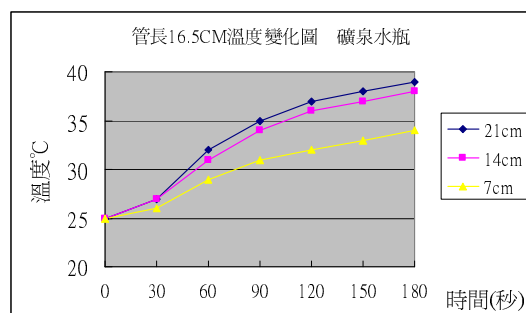


管長 5.5cm

(1) 管長 16.5CM

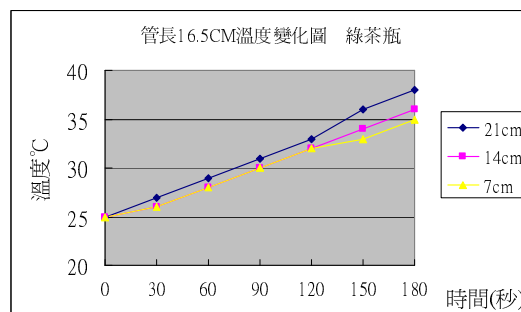
礦泉水瓶

時間(秒)	0	30	60	90	120	150	180
溫度℃							
21cm 溫度℃	25	27	32	35	37	38	39
14cm 溫度℃	25	27	31	34	36	37	38
7cm 溫度℃	25	26	29	31	32	33	34



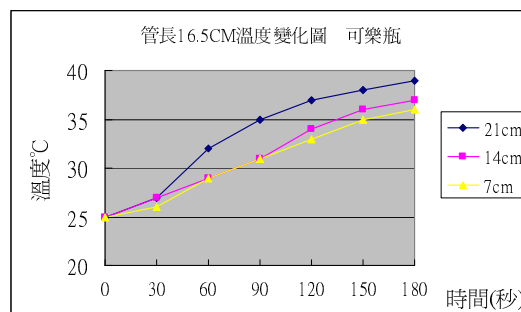
綠茶瓶

時間(秒)	0	30	60	90	120	150	180
溫度℃							
21cm 溫度℃	25	27	29	31	33	36	38
14cm 溫度℃	25	26	28	30	32	34	36
7cm 溫度℃	25	26	28	30	32	33	35



可樂瓶

時間(秒)	0	30	60	90	120	150	180
溫度℃							
21cm 溫度℃	25	27	32	35	37	38	39
14cm 溫度℃	25	27	29	31	34	36	37
7cm 溫度℃	25	26	29	31	33	35	36

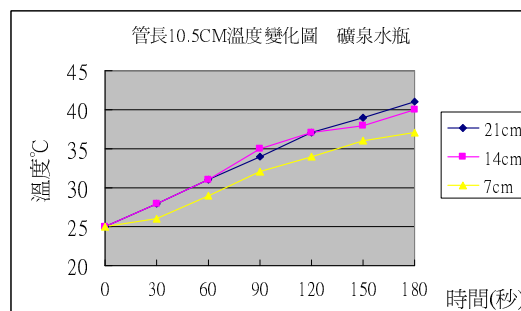


由上面折線圖可看出，管長 16.5 公分時，熱風由瓶子最深處開始加熱，所以後段(21cm)溫度最快上升，前中段(7、14cm)瓶身溫度上升速度較慢，溫度差距有 3-5 度左右，所以瓶子會下半部先乾，上半部慢乾。

(2) 管長 10.5CM

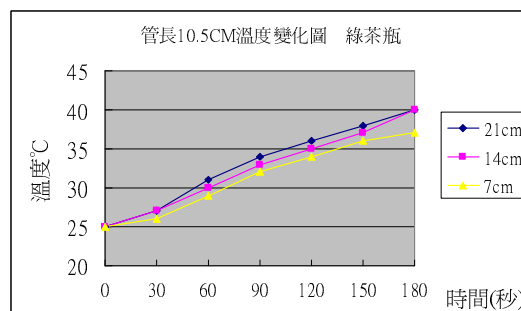
礦泉水瓶

時間(秒)	0	30	60	90	120	150	180
溫度℃							
21cm 溫度℃	25	28	31	34	37	39	41
14cm 溫度℃	25	28	31	35	37	38	40
7cm 溫度℃	25	26	29	32	34	36	37



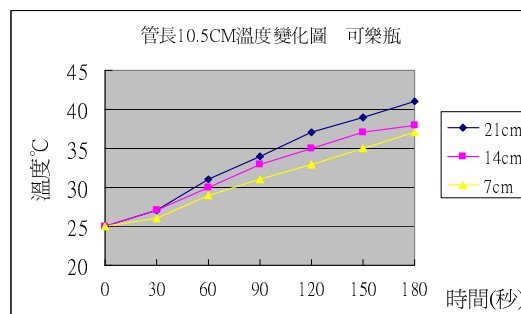
綠茶瓶

時間(秒)	0	30	60	90	120	150	180
溫度℃							
21cm 溫度℃	25	27	31	34	36	38	40
14cm 溫度℃	25	27	30	33	35	37	40
7cm 溫度℃	25	26	29	32	34	36	37



可樂瓶

時間(秒)	0	30	60	90	120	150	180
溫度℃							
21cm 溫度℃	25	27	31	34	37	39	41
14cm 溫度℃	25	27	30	33	35	37	38
7cm 溫度℃	25	26	29	31	33	35	37

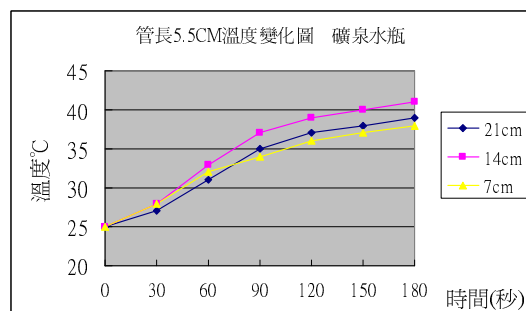


由上面折線圖可看出，管長 10.5 公分時，熱風由瓶子中間處開始加熱，所以中後段(14、21cm)溫度最快上升，前段(7cm)瓶身溫度上升速度較慢，溫度差距有 3-4 度左右，所以瓶子會中後段先乾，瓶口處慢乾。

(3) 管長 5.5CM

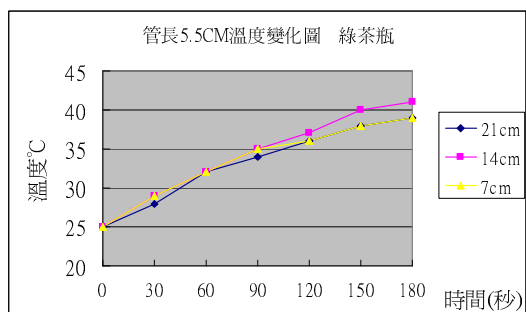
礦泉水瓶

時間(秒)	0	30	60	90	120	150	180
溫度℃							
21cm 溫度℃	25	27	31	35	37	38	39
14cm 溫度℃	25	28	33	37	39	40	41
7cm 溫度℃	25	28	32	34	36	37	38



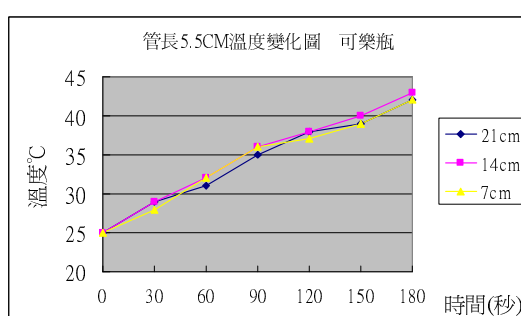
綠茶瓶

時間(秒)	0	30	60	90	120	150	180
溫度℃							
21cm 溫度℃	25	28	32	34	36	38	39
14cm 溫度℃	25	29	32	35	37	40	41
7cm 溫度℃	25	29	32	35	36	38	39



可樂瓶

時間(秒)	0	30	60	90	120	150	180
溫度℃							
21cm 溫度℃	25	29	31	35	38	39	42
14cm 溫度℃	25	29	32	36	38	40	43
7cm 溫度℃	25	28	32	36	37	39	42



由上面折線圖可看出，管長 5.5 公分時，熱風由瓶口處開始加熱，所以寶特瓶前、中、後一起被加熱，所以乾燥速度最快。

七、不同水溫吹乾時間比較

不同溫度的水 200 毫升沖洗瓶身後甩 10 圈，測量用熱風吹乾所需時間。

室溫 23.6℃ 管長 16.5 公分 甩 10 圈

水溫	10℃	22.8℃	30℃	40℃	50℃
吹乾時間	4 分 08 秒	2 分 55 秒	2 分 38 秒	2 分 27 秒	2 分 06 秒

由上表可知，水溫越低，沖洗之後瓶身溫度越低，所須吹乾時間就需越久，因為越低溫的水吹乾時需吸收越多的熱量。

八、冷風對吹乾寶特瓶的影響

實驗到這裡時，想要知道用冷風吹寶特瓶的效果如何，故設計了用冷風吹寶特瓶的實驗，將寶特瓶甩動 10~60 秒記錄旋轉圈數，記錄用冷風吹乾寶特瓶所需的時間。

室溫：24.8℃ 管長：16.5cm 冷風溫度：26℃

甩動秒數	旋轉圈數	吹乾時間
1 0 秒	27	吹 5 分寶特瓶上下半不接還有水珠
2 0 秒	58	5 分下半部乾,上半部仍有水珠
3 0 秒	1 00	5 分下半部乾,上半部仍有水珠
4 0 秒	1 23	5 分下半部乾,上半部仍有水珠
5 0 秒	1 48	5 分下半部乾,上半部仍有水珠
6 0 秒	1 89	5 分下半部乾,上半部仍有水珠

由上表可知，冷風對於水珠的蒸發效果較差，無法達到快速乾燥寶特瓶的目的。

九、比較不同管長的吸管對冷風吹乾速度的影響

這裡我們將寶特瓶甩 100 圈之後，利用三種不同長度的吸管進行冷風對寶特瓶吹乾的實驗，希望了解不同管長對寶特瓶吹乾的影響。

管長	管長 5.5CM	管長 10.5CM	管長 16.5CM
條件			
甩 100 圈後吹 5 分鐘	上半部乾 下半部有大水珠	上下皆有大水珠	上半部有小水珠 下半部乾

由上表可知，冷風主要是靠空氣對流使水分蒸發，而三種管長中以 16.5 公分的，冷風由最裡面往瓶口對流，效果最好。而管長 5.5 公分的則只有上半部瓶身有空氣對流，下半部瓶身則對流情形很差，無法達到快速乾燥寶特瓶的目的。

為了達到用冷風吹乾寶特瓶的目的，我們特別加強甩動的力量，將水珠甩成更小的水滴期待能用冷風將寶特瓶吹乾。

十、比較不同甩動力量對水珠變小與吹乾時間的比較

因為要用很大的力量甩寶特瓶，所以我們以甩動 50 圈，盡量縮短甩動的時間方式進行，因為超過 50 圈就會有甩動力量下降的情況。

室溫：25℃ 管長：16.5cm 冷風溫度：26℃

圈數	甩動時間	吹乾情形
50 圈	15 秒	吹 5 分鐘，下半部乾，上半部未乾
50 圈	10 秒	3 分 34 秒吹乾
50 圈	8 秒	3 分 14 秒吹乾

由下方的圖可以知道，甩動的力量越大，則水珠可以達到越小，尤其是甩動 8 秒時，完全沒有看到較大的水珠，全部都是非常小的水珠，所以就可以用較短的時間吹乾寶特瓶。



50 圈甩 15 秒



50 圈甩 10 秒



50 圈甩 8 秒

十一、利用酒精沖洗瓶身比較熱風吹乾的變化

實驗到這裡，我們想到酒精的揮發效果很好，如果用酒精沖洗寶特瓶，應該可以得到不錯的效果，我們用 10 毫升的酒精沖洗瓶身後，比較沒有甩、甩 50 圈、甩 100 圈的吹乾變化。

管長 5.5 公分 酒精 10ml 熱風溫度 50 度

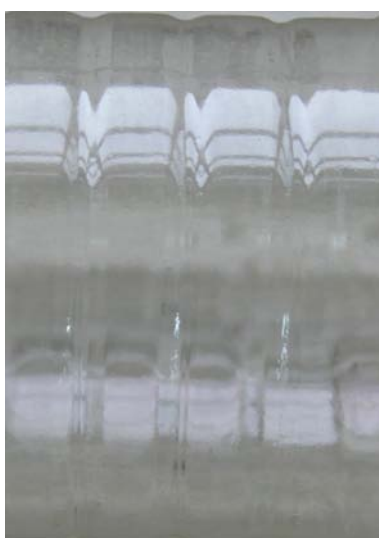
材質 甩動圈數	礦泉水瓶 透明瓶身軟	綠茶瓶子 綠色瓶身硬	可樂瓶子 透明瓶身硬
未甩	3 分鐘 未乾	1 分	3 分鐘 未乾
50 圈	31 秒	45 秒	1 分 2 秒
100 圈	30 秒	29 秒	48 秒

由上表可知，雖然酒精揮發性很好，但沖洗後沒有甩要吹乾除了綠茶瓶子外，礦泉水與可樂瓶所需的時間仍然超過 3 分鐘，比不用酒精沖洗但有甩的時間還長，不能達到快速乾燥的要求。

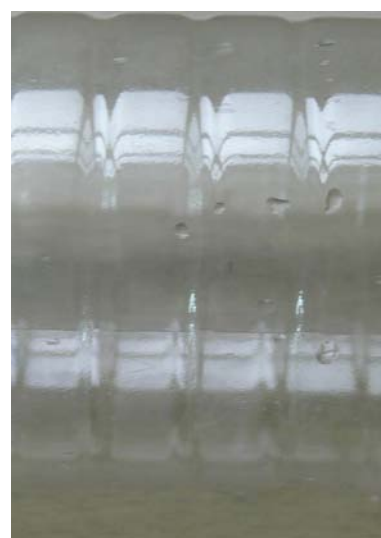
酒精沖洗再加上將液滴甩小，吹乾時間比沒有用酒精的還短，可以達到 1 分鐘以內的吹乾速度。



未用酒精前



用酒精沖洗後未甩



未甩吹 3 分鐘

圖片說明：

(1)未用酒精沖洗前，佈滿水滴

(2)用酒精沖洗後沒有甩的情形下看不到水滴，但用手摸瓶身內仍是濕的

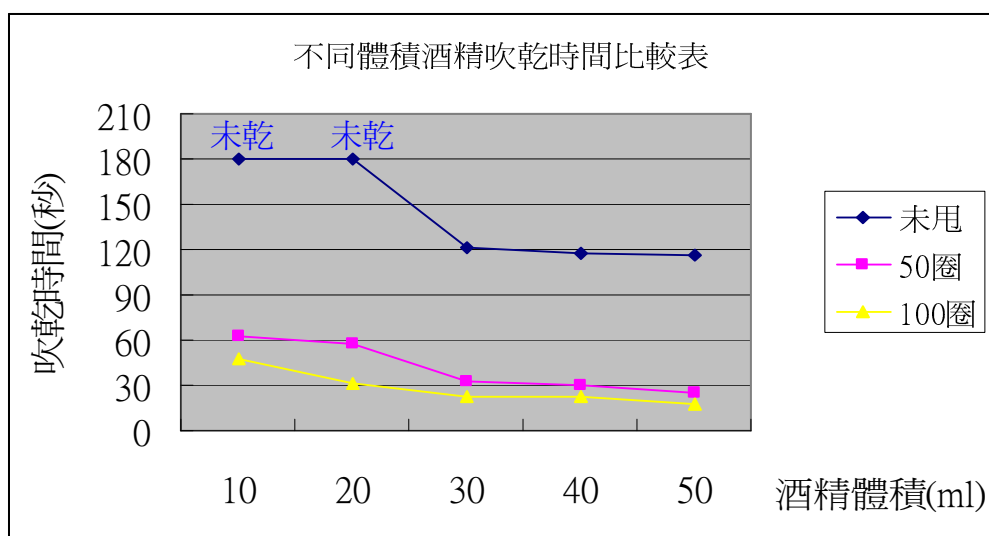
(3)吹乾的過程中開始出現水滴，吹 3 分鐘後，仍有少許水滴分布。

十二、利用不同體積酒精沖洗瓶身比較熱風吹乾的變化

這裡我們選用吹乾時間最長的可樂瓶，利用 10 至 50 毫升酒精沖洗瓶身，比較吹乾時間的變化。

管長 5.5 公分 可熱瓶 熱風溫度 50 度

酒精體積 甩動圈數	10ml	20ml	30ml	40ml	50ml
未甩	3 分鐘 未乾	3 分鐘 未乾	2 分 1 秒	1 分 58 秒	1 分 56 秒
50 圈	1 分 2 秒	57 秒	33 秒	30 秒	25 秒
100 圈	48 秒	31 秒	23 秒	23 秒	18 秒



由上表可知，沖洗瓶身的酒精體積越多，吹乾寶特瓶的時間越短，而且在未甩的情形之下，酒精 30ml 以上可以在 2 分鐘左右吹乾寶特瓶，在不方便甩動瓶子的情形之下，也可達到快速吹乾寶特瓶的目的。

伍、討論：

一、在實驗剛開始的時候，只知道溫度、溼度會影響水的蒸發速率，對於如何設計實驗其實並沒有非常清楚的方向，經由實驗過程中的觀察與討論，才慢慢發展出實驗的方向。

二、由觀察未甩的寶特瓶吹乾的過程，我們發現，寶特瓶吹乾時是由小水珠先被吹乾，大水珠則是慢慢被吹成小水珠之後才被吹乾，所以影響寶特瓶乾燥速率最重要的因素是水珠的大小，水珠越小乾燥速率越快，不管是熱風還是冷風都有相同的情形，尤其在冷風的實驗中可以明顯看出，用非常大的力量甩寶特瓶，將水珠甩到非常小時(幾乎所有水珠直徑皆在 1mm 以下時，用冷風就可將寶特瓶吹乾了。

三、影響寶特瓶乾燥的第二個因素則是溫度，用熱風加熱瓶身可加快乾燥的速度，達到快速乾燥寶特瓶的目的，而熱風加熱則以由瓶口處送入熱風，將瓶身前、中、後同時提高溫度可達到最佳的效果。

四、冷風乾燥寶特瓶主要利用空氣的對流使水珠乾燥，所以利用冷風時須將冷風送到寶特瓶的最深處(16.5cm)，可以達到充分對流的效果，當然單純利用冷風要吹乾寶特瓶，因為少了溫度的幫助，所以需要將水珠甩的更小，才能達到吹乾的目的。

五、利用易揮發溶劑—酒精沖洗寶特瓶，可以達到減少吹乾時間的目的，沖洗的酒精越多效果越好。在不甩瓶子的情形之下，30 毫升以上的酒精沖洗瓶身，可以在 2 分鐘左右用熱風吹乾；沖洗後再將瓶內液體甩成細小之水珠，加上用熱風吹寶特瓶，如此可得到最好的效果。

六、不同的寶特瓶因為材質的不同，所以吹乾時間相互之間會有些許的差異，但基本上還是由水珠大小、吹風溫度決定吹乾的時間長短，不同材質之間差異並不會很大。

七、氣溫的高低會影響吹乾的時間，氣溫越低時水溫相對也會越低，由不同水溫對吹乾時間的影響就可以知道，沖洗瓶身的水溫越低吹乾時間相對的就會加長，所以冬天時可用溫水沖洗瓶身，提高瓶身溫度以加快吹乾速度。

陸、結論：

一、寶特瓶吹乾時可用甩瓶子的方法將水珠變小，水珠越小，吹乾速度越快。

二、吹乾寶特瓶時使用熱風的效果優於使用冷風的效果。

三、使用熱風時，由瓶口處吹入可同時加熱瓶身，達到最好的吹乾效果。

四、使用冷風時，須將冷風送到瓶身深處，使寶特瓶內空氣全部對流效果最好。

五、使用酒精可以加快吹乾速度，但仍須將水珠甩小效果更好。

六、沖洗寶特瓶的水，溫度高的比溫度低的容易吹乾。

柒、參考資料：

一、康軒版自然與生活科技第三冊。

二、馬哲儒(民 91 年) 。水與海水的淡化。

http://www.nsc.gov.tw/newfiles/popular_science.asp?add_year=2003&popsc_aid=26&page=12

三、這是我們喝的水嗎? 38 屆台南縣科學展覽第一名作品

四、松山工農化工科。乾燥。

http://content.edu.tw/vocation/chemical_engineering/tp_ss/content-wa/wchm2/wpage2-6.htm

五、衣服是怎麼乾的? 中華民國第 42 屆中小學科學展覽會作品說明書。

<http://www.ntsec.gov.tw/activity/race-1/42/pdf/d/6/030815.pdf>

【評 語】 031606 乾了沒？乾了！

優：1.主題非常生活化，使用之器材均為生活周遭垂手可得之工具。

2.發現甩乾的動作，使水珠細粒化可加快乾燥程序。

缺：1.未注意將瓶內水量及乾燥程度加以量化，導致變因複雜。

2.未能將熱蒸發及對流蒸發之因素分別探討。