

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(一)科

佳作

082804

空穴涼風—「窮人冷氣」進化性能版

學校名稱：桃園市中壢區中原國民小學

作者：	指導老師：
小五 劉原均	林俊卿
小五 陳思甯	劉珮廷
小五 江采芯	
小五 葉彥琦	
小五 顏伶容	
小五 曾冠允	

關鍵詞：降溫、蒸發熱、理想氣體方程式

摘要

英國《每日郵報》報導「窮人冷氣」引發我們的研究興趣。

我們查閱相關研究與專利，發現空氣降溫設施，都是利用「理想氣體方程式」或「液態水蒸發吸熱」的原理。

經過長時間的實驗、驗證，獲得了以下結論：

1. 窮人冷氣機要「風從室外加壓吹入室內」才会有降溫效果。
2. 以「金屬片代替寶特瓶」可以增加降溫效率。
3. 「水蒸發吸熱」達到降溫的裝置，以「霧面鋁片、間距 0.6 公分」的效果最佳。
4. 「窮人冷氣進化性能版」在越高溫的降溫效率越好、耗電量約一般冷氣的 1/5，且「降溫空氣是乾燥的」，可以避免因為空氣潮濕而導致家具發霉。

「窮人冷氣進化性能版」的製作比冷氣機簡單、便宜，還能減少電費與溫室氣體排放，為地球環保盡一份心力！

壹、研究動機

英國《每日郵報》報導，孟加拉由於電力供應不足，而且有 7 成的人口居住在鐵皮屋，室內氣溫可以高達攝氏 45 度，當地一間科技公司打造出適合窮人 DIY 的冷氣機，只要利用寶特瓶和厚紙板就能辦到，可以讓室內氣溫降低 5 度(我們實驗證實，這樣的裝置最多只能降溫攝氏 0.2 度)，已有 2.5 萬戶家庭受惠。



圖 1：孟加拉人民利用寶特瓶、厚紙板製作「窮人冷氣」

在自然課「天氣的變化」單元中，我們瞭解了目前的地球環境，由於燃燒石化燃料，產生二氧化碳、甲烷等溫室效應氣體，經紅外線輻射吸收留住能量，導致全球表面溫度升高，

加劇溫室效應，造成全球暖化。為了解決此問題，聯合國制定了氣候變化框架公約，控制溫室氣體的排放量，防止地球的溫度上升。

因此，我們仔細地查閱相關研究與專利，發現一般的空氣降溫設施，都是利用「理想氣體方程式」或「液態水蒸發吸收大量熱能」的原理，來達到降溫的效果；如果能夠結合這兩個原理，研發出最佳降溫模組，並將此模組應用於住宅、溫室或工廠之降溫，除了可以減少電費支出，還能減少溫室效應的氣體排放，為地球環保盡一份心力！

貳、研究目的

- 一、探討利用「理想氣體方程式」達到最佳降溫效果的方法
- 二、探討利用「水的蒸發吸熱」達到最佳降溫效果的方法
- 三、研發結合「理想氣體方程式」和「最佳水分蒸發結構」之「窮人冷氣進化性能版」，並希望能將此作品，推廣應用於住宅、溫室或工廠之降溫，以減少電費支出及溫室效應的氣體排放。

參、研究設備及器材

1.溫、溼度計。(圖 2)	2.風速、溫度計。(圖 3)	3.抽水噴霧幫浦。(圖 4)
4.噴霧器。(圖 5)	5.紅銅軟管。(圖 6)	6.鋰電池加壓風扇。(圖 7)
7.噴膠。(圖 8)	8.讓鋁片間距相同之螺絲。(圖 9)	9.鋰電池散熱扇。(圖 10)
10.鋁片。(圖 11)	11.窮人冷氣鋁片改良版。(圖 12)	12.加壓噴霧頭。(圖 13)
13.排風扇。(圖 14)	14.降溫裝置更換接頭。(圖 15)	15.自製壓皺褶器。(圖 16)
16.窮人冷氣實驗組(圖 17)	17.窮人冷氣進化性能版。(圖 18)	



圖 2



圖 3



圖 4



圖 5



圖 6



圖 7



圖 8



圖 9



圖 10



圖 11



圖 12



圖 13



圖 14



圖 15



圖 16



圖 17



圖 18

肆、研究過程或方法

首先，通常需要使用「**降溫電器**」的時機，大部分是在高溫及乾燥的天氣形態下(下雨之後，會因為水的蒸發而降溫)，此時的水分會因為高溫及乾燥，蒸發比較容易，利用水分蒸發(汽化熱)以達到降溫的效果較好；低溫或下雨天的潮濕狀態下，則比較不需要使用「**降溫電器**」。

為了**模擬類似台灣北部氣候的實驗環境**，我們先查詢「**中央氣象局的氣候統計資料**」，以中華民國首都台北的歷史資料，來推估民眾使用降溫電器時的「**氣溫與濕度**」。

表 1：台北市 1981-2010 年 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 日數

最高氣溫 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 日數													單位：天	
地名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	合計	統計期間
淡水	0	0	0.2	2.1	11.4	21.9	29.6	28.9	19.3	7.5	1.3	0	122.2	1981-2010
鞍部	0	0	0	0	0	0.3	1.5	0.8	0.3	0	0	0	2.9	1981-2010
臺北	0	0.2	1.1	6.4	14.6	23.1	29.8	29.2	19.8	7.6	2.2	0	134	1981-2010

表中的台北市 7-8 月 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 日數都超過 29 天；所以我們以**攝氏 30 度**為實驗之氣溫。

表 2：台北市 1981-2010 年相對濕度

相對濕度													單位：百分比	
地名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均	統計期間
淡水	82.1	84.1	83.4	81.7	80.3	81.1	76.9	77.1	77.7	78.1	78.8	79.5	80.1	1981-2010
鞍部	92.2	92.6	90.4	88.7	87.6	87.7	85.8	87.6	89.7	91.2	91.7	91.3	89.7	1981-2010
臺北	78.5	80.6	79.5	77.8	76.6	77.3	73.0	74.1	75.8	75.3	75.4	75.4	76.6	1981-2010

表中的台北市 7-8 月平均相對濕度為 73%-74.1%；所以我們以平均值**相對濕度 73.6%**為實驗之濕度。

實驗在學校浴室中進行，為營造控制溫濕度之溫室效果，利用「**電暖爐增溫**」、以「**除濕機降低濕度**」、以及「**蓮蓬頭的熱水淋浴來增加濕度**」等 3 種方法，控制實驗場域為攝氏 30 度、相對濕度 73.6%的恆定環境。

一、探討利用「理想氣體方程式」達到最佳降溫效果的方法

實驗一：探討窮人冷氣機的「風從室外吹入屋內」之降溫效果

我們到學校回收室蒐集寶特瓶及影印紙箱，模擬製作《每日郵報》報導的「風向由室外吹入屋內」之窮人冷氣的降溫效果？



圖 19：「風從室外吹入屋內」之窮人冷氣模擬實驗

實驗二：探討窮人冷氣機的「風由室內吸氣進入屋內」之降溫效果

在英國《每日郵報》報導的降溫情境為「風從室外吹入屋內」，但是因為實驗使用排風扇，可以控制風向及風力，或許改成「風由室內吸氣進入屋內」會有較好的降溫效果？



圖 20：「風由室內吸氣進入屋內」之窮人冷氣模擬實驗

實驗三：探討以鋁片代替寶特瓶的「風從室外吹入屋內」之降溫效果

因為金屬片的導熱效果比寶特瓶好，如果將寶特瓶改成以金屬片做出漏斗狀的進氣口，則降溫的效果是否較佳？



圖 21：以鋁片代替寶特瓶的「風從室外吹入屋內」之降溫實驗



圖 22：「鋁片傾斜之漏斗構造」，當空氣通過時能達到加壓的效果
我們利用小風扇將外面空氣吸入，以帶走鋁片的熱量，讓鋁片充分降溫。



圖 23：側邊「風扇吸氣」進入鋁片降溫結構



圖 24：另一邊「空氣出口帶走熱量」

二、探討利用「水的蒸發吸熱」達到最佳降溫效果的方法

在利用「水的蒸發吸熱」達到降溫效果的實驗設計中，我們使用「可調轉速鋰電池強力風扇」將空氣加壓入銅管中，如圖 25；使用「瓶蓋轉入式更換降溫裝置」以方便安裝重新設計後的降溫裝置，如圖 26；以「噴霧器」讓小水珠附著於散熱片表面，如圖 27；然後，以「鋰電池散熱風扇」讓水分迅速蒸發、帶走熱量而降溫，如圖 28；最後，利用「電子風力溫度計」測量降溫之效果，如圖 29。



圖 25：可調轉速鋰電池強力風扇



圖 26：瓶蓋轉入式更換降溫裝置



圖 27：噴霧器



圖 28：鋰電池散熱風扇



圖 29：電子風力溫度計

實驗一：探討以「銅管表面噴霧狀水」，讓水蒸發帶走熱量之降溫效果

我們先以「銅管表面噴霧狀水」，看看尚未安裝散熱片的銅管降溫效果，如圖 30。



圖 30：「銅管表面噴霧狀水」散熱裝置

實驗二：探討「以亮面鋁片增加表面積並噴霧狀水」，讓水蒸發帶走熱量之降溫效果

接著，開始使用散熱片增加降溫速度，我們以 41 片鋁片安裝於銅管上，利用母螺絲將散熱片等間距隔開，並將散熱片兩兩平行安裝，務必讓「鋰電池散熱風扇」產生的氣流可以輕易進入散熱片的間距中。



圖 31：「以鋁片增加表面積並噴霧狀水」散熱裝置

實驗三：探討利用「鋁片表面貼上保溼紙」，讓水分均勻分布於鋁片之蒸發降溫效果

我們在實驗五：探討利用「鋁片增加表面積並噴霧狀水」的實驗中，發現小水珠附著於亮面鋁片的效果不佳，所以開始想辦法讓水分均勻的留在降溫片表面，以增加水分蒸發的面積與效率。

大家首先想到「寫毛筆的紙張」吸水效果很好，所以先將噴膠噴在鋁片表面，再將毛邊紙貼在鋁片上，當噴霧小水珠經過時，可以有效的、均勻的被吸附在散熱片表面，以增加水分接觸面積，並提升蒸發效率。



圖 32：思樂噴膠



圖 33：鋁片表面貼上毛邊紙

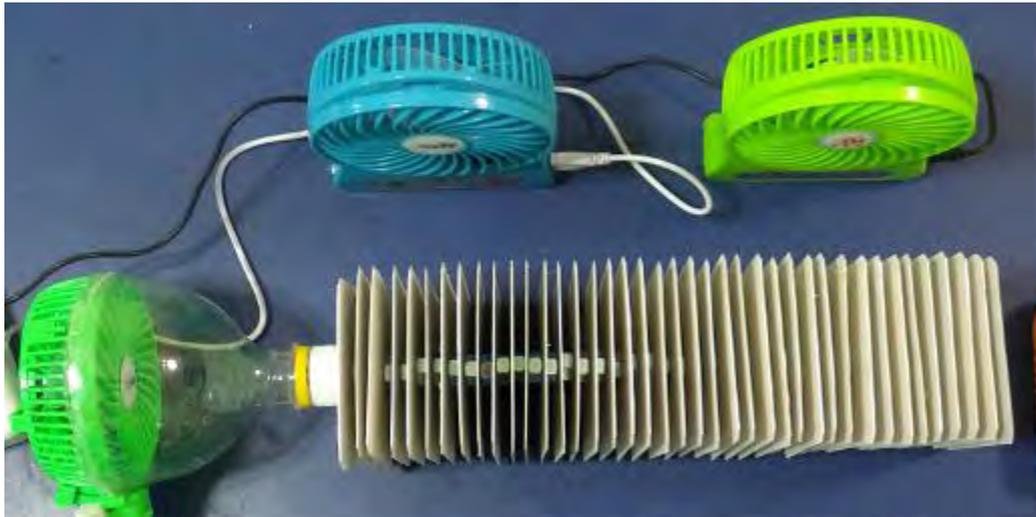


圖 34：「鋁片表面貼上保溼紙」散熱裝置

實驗四：探討利用「**鋁片壓成皺摺狀**」，增加鋁片表面積之蒸發降溫效果

在健康教育中，介紹小腸壁因為表面皺摺可增加營養吸收的接觸面積；所以，我們想到如果可以把鋁片壓成皺摺狀，應該可以增加水分接觸鋁片的面積，讓水分蒸發的效率提升，降溫效果應該會更好。

所以，我們請教學校技工，以「鋼釘」自製「**鋁片壓皺摺機**」，壓成的皺摺鋁片如下圖。

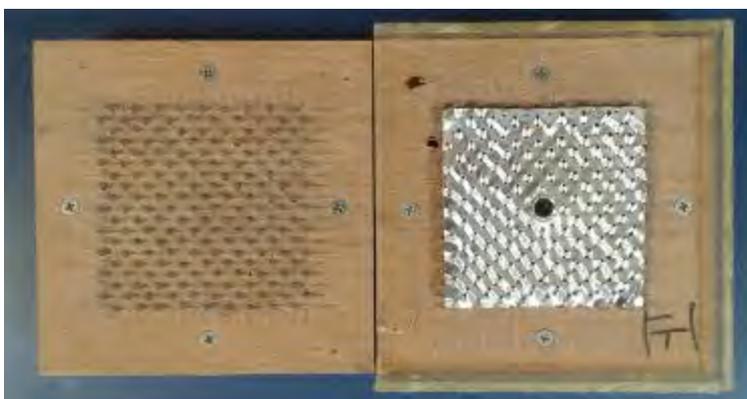


圖 35：自製鋁片壓皺摺器



圖 36：皺摺鋁片

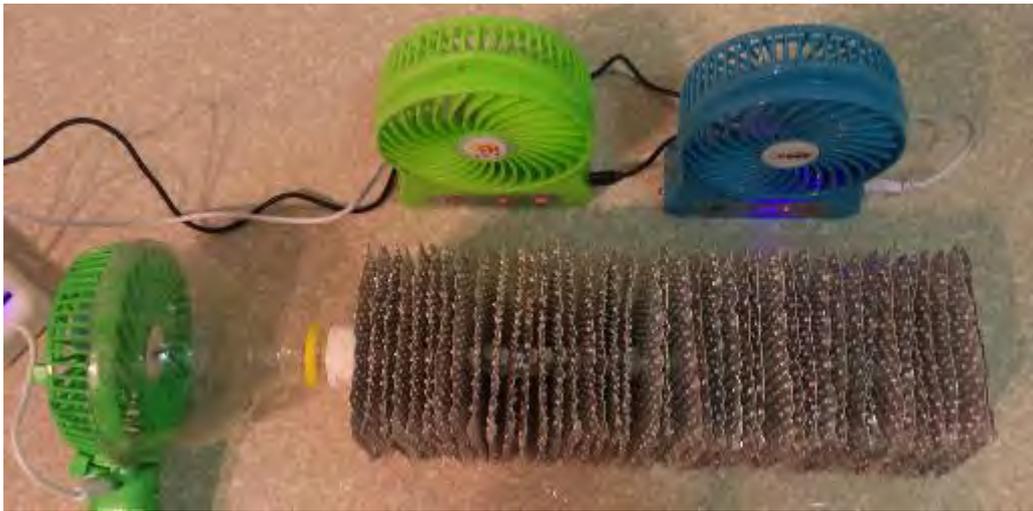


圖 37：「鋁片壓成皺褶狀」散熱裝置

實驗五：探討利用「鋁片表面磨成霧面」，增加小水滴附著於鋁片之蒸發降溫效果

由於「鋁片壓成皺褶狀」的效果只有好一點點，我們猜測是因為小水珠附著與鋁片的效果不佳，雖然鋁片被壓成皺褶狀，但是鋁片與小水珠的接觸面還是光滑的；於是，我們使用砂紙將鋁片的「光滑表面」磨成「霧面」，將水霧噴在上面，發現霧面鋁片上的水珠較易附著且均勻分布。



圖 38：使用砂紙研磨鋁片表面

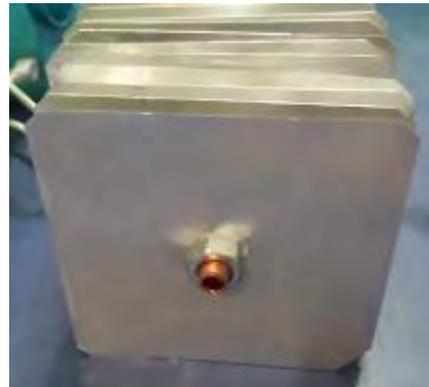


圖 39：磨成霧面的鋁片



圖 40：「鋁片表面磨成霧面」散熱裝置

實驗六：探討「霧面鋁片」在「不同鋁片間距」下的蒸發降溫效果

在比較了「銅管不加鋁片」、「銅管加亮面鋁片」、「鋁片貼保溼紙」、「皺褶鋁片」、「霧面鋁片」的降溫效果後，我們發現以「霧面鋁片」的降溫效果最好；所以，我們進一步探討「霧面鋁片」，在「不同鋁片間距」下，多少間距時的降溫效果最好。



圖 41 「改變霧面鋁片間距」的散熱裝置

三、研發結合「理想氣體方程式」和「最佳水分蒸發結構」之降溫裝置

在確認了「理想氣體方程式」和「液態水蒸發吸收大量熱能」的最佳空氣降溫模式後，我們開始設計結合這兩個原理的「窮人冷氣進化性能版」，繪製設計圖如下：

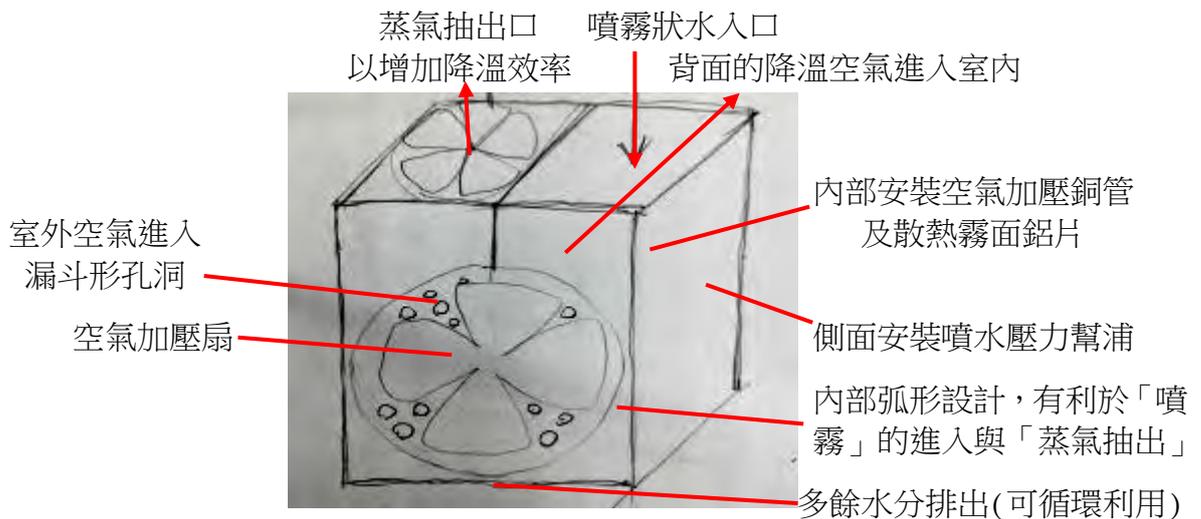


圖 42：窮人冷氣進化版設計圖

由於降溫機的結構必須結實，才能承受空氣的加壓與蒸發水氣的不斷侵襲，因此我們找了木工師傅協助製作機體結構，並噴漆以防止滲水、腐蝕。

銅管部分，找**冷氣店老闆**，將銅管一邊以工具加大進氣孔、另一邊則縮小出氣孔以增加空氣加壓效果如下圖：



圖 43：銅管入口口徑大



圖 44：銅管出口口徑小

為了再強化空氣加壓的效果，我們在機體外殼挖了漏斗型入口，期待將「理想氣體方程式」的降溫效果發揮到極致，如下圖。



圖 45：機體外殼漏斗型空氣加壓入口

利用「**水分蒸發熱**」達到降溫效果的部分，我們使用霧面鋁板、鋁片間距為 0.5 公分，讓霧氣通過鋁片時，可以順利通過鋁片之間並附著於鋁片表面，來極大化水分蒸發帶走熱量之效果。



圖 46：安裝降溫霧面鋁片

最後，再安裝上「水氣蒸發抽出風扇」與「進氣風扇」，如下圖：



圖 47：降溫機俯視圖及「水氣蒸發抽出風扇」



圖 48：降溫機室外進氣圖

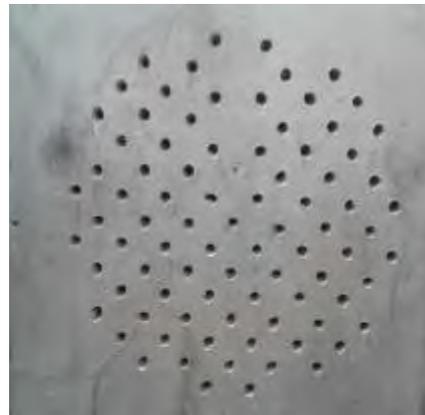


圖 49：降溫機室內涼風出口



圖 50：降溫機整體圖



圖 51：降溫機側面圖

我們想像「窮人冷氣進化性能版」的使用時機、可能遭遇的高溫環境，以台北市 1981-2010 年的 7-8 月的相對濕度百分之 73.6，實驗「氣溫在攝氏 20-34 度」時的降溫效果。

伍、研究結果

一、利用「理想氣體方程式」達到降溫效果的方法

(一)探討窮人冷氣機的「風從室外吹入屋內」之降溫效果與報導不符

模擬《每日郵報》報導「風向由室外吹入屋內」之窮人冷氣的降溫效果如下：

表 3：窮人冷氣機的「風向由室外吹入屋內」之降溫數據

風速(公尺/秒)	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0
溫室內溫度(攝氏°C)	30.0	30.0	30.0	29.9	29.9	29.9	29.8	29.8
下降溫度(攝氏°C)	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2

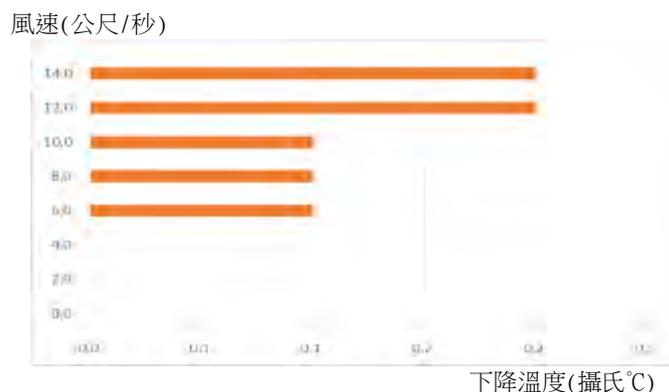


圖 52：窮人冷氣機的「風向由室外吹入屋內」之降溫效果長條圖
(說明：降溫效果與窮人冷氣報導的 5°C 有相當大的差距)

(二)窮人冷氣機的「風由室內吸氣進入屋內」之降溫效果不明顯

將降溫情境改成「風由室內吸氣進入屋內」降溫效果如下：

表 4：窮人冷氣機的風從「室內吸氣進入屋內」之降溫數據

風速(公尺/秒)	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0
溫室內溫度(攝氏°C)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
下降溫度(攝氏°C)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

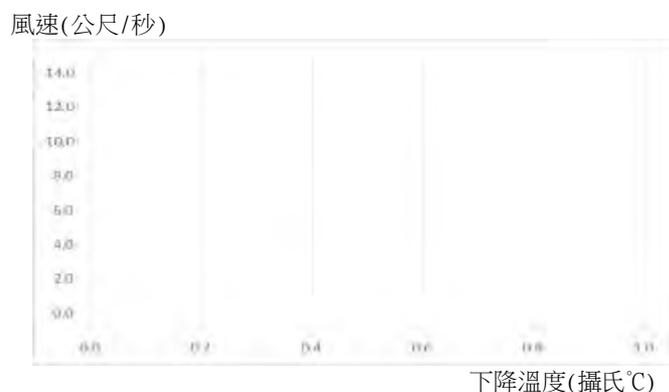


圖 53：窮人冷氣機風從「室內吸氣進入屋內」之降溫效果長條圖
(說明：完全無法降溫)

(三)以「**鋁片代替寶特瓶**」的「**風從室外吹入屋內**」之降溫效果較佳
將寶特瓶改成以**金屬片**做出**漏斗狀**的進氣口，則降溫的效果是否較佳？

表 5：「**鋁片代替寶特瓶**」的「**風從室外吹入屋內**」的降溫數據

風速(公尺/秒)	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0
溫室內溫度(攝氏°C)	30.0	30.0	29.9	29.9	29.8	29.8	29.7	29.6
下降溫度(攝氏°C)	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4

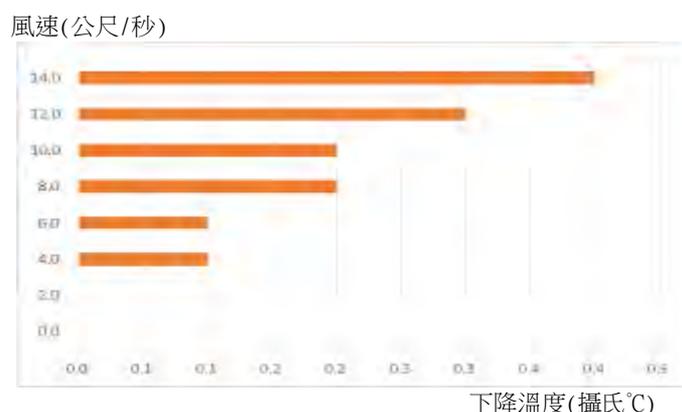


圖 54：「**鋁片代替寶特瓶**」的「**風從室外吹入屋內**」的降溫長條圖
(說明：效果比寶特瓶好一點，但是還是跟窮人冷氣報導有相當大差距)

二、探討利用「**水分蒸發熱**」達到降溫效果的方法

(一)以「**銅管表面噴霧狀水**」，讓水蒸發帶走熱量之降溫效果，最多只能降溫 0.5°C
我們先以「**銅管表面噴霧狀水**」，看看尚未安裝散熱片的銅管降溫效果如下：

表 6：「**銅管表面噴霧狀水**」的降溫數據

風速(公尺/秒)	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0
溫室內溫度(攝氏°C)	30.0	29.7	29.7	29.7	29.6	29.7	29.6	29.5
下降溫度(攝氏°C)	0.0	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.5

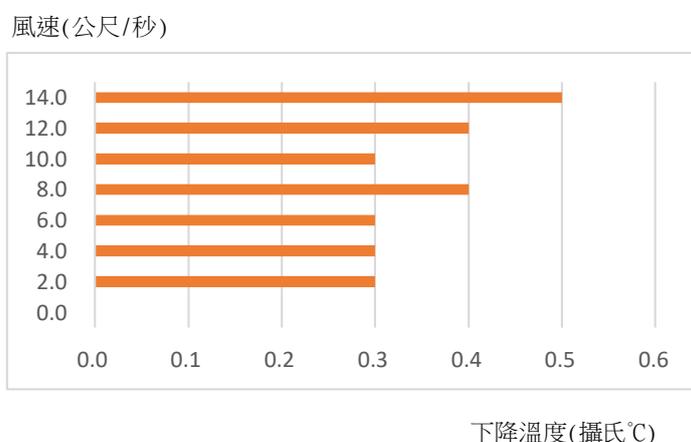


圖 55：「**銅管表面噴霧狀水**」的降溫長條圖
(說明：尚未安裝鋁片散熱，最多只能下降 0.5°C)

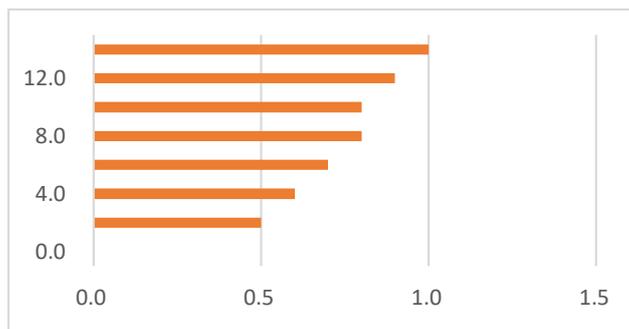
(二) 以「**亮面鋁片增加表面積並噴霧狀水**」之降溫效果，最多下降 1°C

我們使用鋁片作為散熱片以增加降溫速度，降溫效果如下：

表 7：「以亮面鋁片增加表面積並噴霧狀水」的降溫數據

風速(公尺/秒)	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0
降溫後溫度(攝氏°C)	30.0	29.5	29.4	29.3	29.2	29.2	29.1	29.0
下降溫度(攝氏°C)	0.0	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0

風速(公尺/秒)



下降溫度(攝氏°C)

圖 56：「以亮面鋁片增加表面積並噴霧狀水」的降溫長條圖

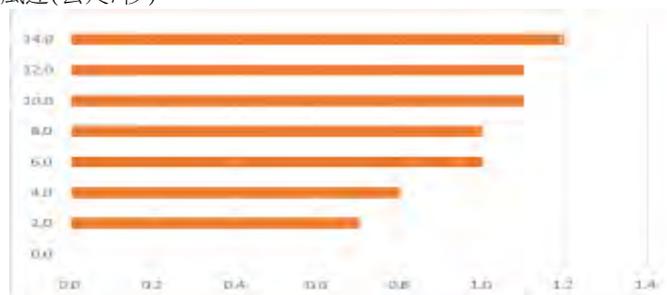
(三) 以「**鋁片表面貼上保溼紙**」，讓小水滴均勻分布於鋁片之降溫效果，最多下降 1.2°C

我們在實驗五：探討利用「**鋁片增加表面積並噴霧狀水**」的實驗中，發現小水珠附著於亮面鋁片的效果不佳，所以開始想辦法，希望讓小水珠均勻的留在鋁片表面，以增加水分蒸發的面積與效率。

表 8：「以鋁片表面貼上保溼紙並噴霧狀水」的降溫數據

風速(公尺/秒)	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0
降溫後溫度(攝氏°C)	30.0	29.3	29.2	29.0	29.0	28.9	28.9	28.8
下降溫度(攝氏°C)	0.0	0.7	0.8	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2

風速(公尺/秒)



下降溫度(攝氏°C)

圖 57：「以鋁片表面貼上保溼紙並噴霧狀水」的降溫長條圖

(四)以「**鋁片壓成皺褶狀**」，以增加鋁片表面積之蒸發降溫效果，最多下降 1.2°C
 我們把鋁片壓成皺褶狀，讓水分蒸發的面積與效率提升，降溫效果如下：

表 9：「**鋁片壓成皺褶狀並噴霧狀水**」的降溫數據

風速(公尺/秒)	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0
降溫後溫度(攝氏°C)	30.0	29.3	29.2	29.0	29.0	28.9	28.9	28.8
下降溫度(攝氏°C)	0.0	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2

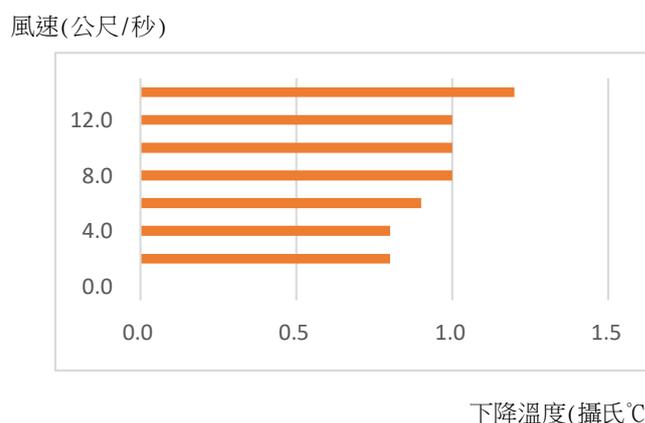


圖 58：「**鋁片壓成皺褶狀並噴霧狀水**」的降溫長條圖

(五)以「**鋁片表面磨成霧面**」，增加小水滴附著於鋁片之蒸發降溫效果，可達 1.8°C
 我們使用砂紙將鋁片的「光滑表面」磨成「霧面」，將水霧噴在上面，發現霧面鋁片上的水珠較易附著且均勻分布。

表 10：「**鋁片表面磨成霧面**」的降溫數據

風速(公尺/秒)	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0
降溫後溫度(攝氏°C)	30.0	29.0	28.8	28.7	28.5	28.5	28.3	28.2
下降溫度(攝氏°C)	0.0	1.0	1.2	1.3	1.5	1.5	1.7	1.8

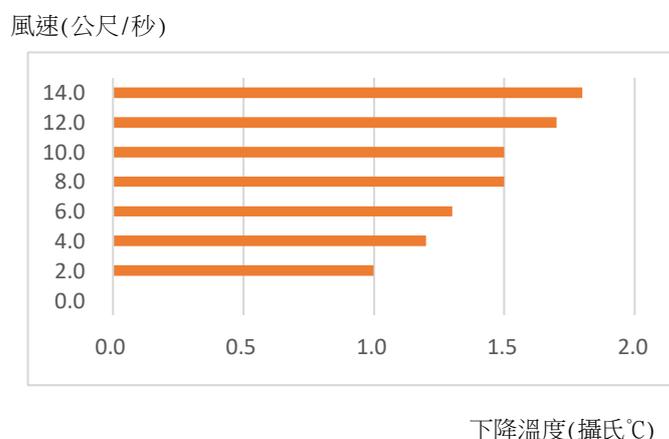


圖 59：「**鋁片表面磨成霧面**」的降溫長條圖

(六)探討「霧面鋁片」在「不同鋁片間距」下的蒸發降溫效果，以間距 0.6 公分最佳在「不同鋁片間距」下，獲得的空氣降溫效果如下：

表 11：「霧面鋁片」在「不同鋁片間距」的降溫數據

鋁片間距(公分)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
降溫後溫度(攝氏°C)	28.8	28.5	28.3	28.2	28.4	28.6	28.7	28.9
下降溫度(攝氏°C)	1.2	1.5	1.7	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1

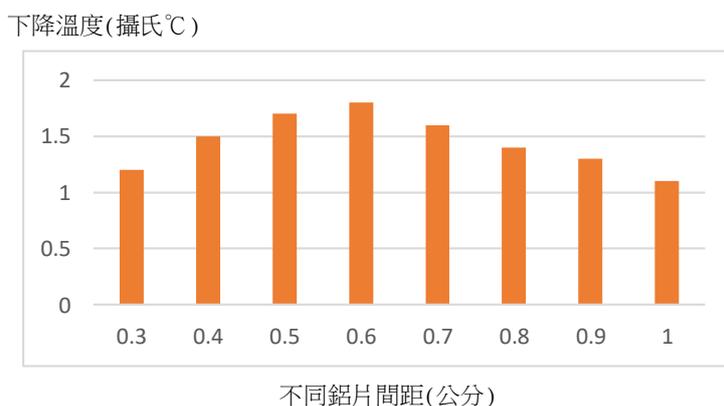


圖 60：「霧面鋁片」在「不同鋁片間距」的降溫長條圖

三、結合「理想氣體方程式」和「最佳水分蒸發結構」之「窮人冷氣進化性能版」

我們結合「理想氣體方程式」和「最佳水分蒸發結構」的「窮人冷氣進化性能版」，降溫實驗結果如下：

表 12：「窮人冷氣進化性能版」在相對濕度 73.6%時，溫室攝氏 20-34 度之降溫數據

相對溼度(%)	73.6	73.2	74.1	73.5	73.6	74.0	73.6	73.3
溫室氣溫(攝氏°C)	20.0	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0	32.0	34.0
降溫後溫度(攝氏°C)	17.2	18.9	20.5	22.2	23.9	25.7	27.4	29.2
下降溫度(攝氏°C)	2.8	3.1	3.5	3.8	4.1	4.3	4.6	4.8

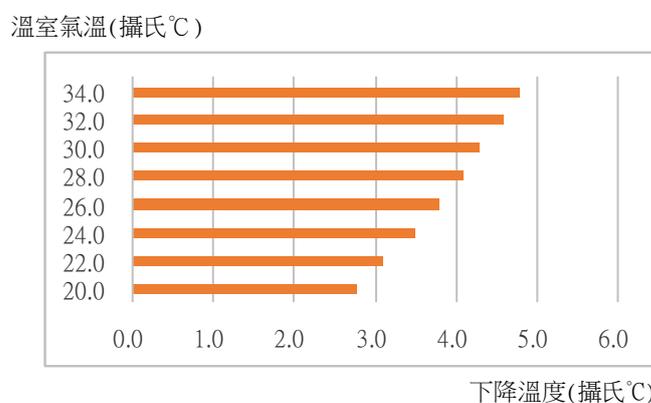


圖 61：「窮人冷氣進化性能版」在相對濕度 73.6%、溫室攝氏 20-34 度之降溫長條圖

陸、討論

一、比較利用「理想氣體方程式」達到降溫效果的方法：

降溫效率順序：以鋁片代替寶特瓶的「風從室外吹入屋內」最好(最多下降 0.4°C)，其次是使用寶特瓶的「風從室外吹入屋內」(最多下降 0.2°C)、最差的是使用保特瓶的「風由室內吸氣進入屋內」(完全沒有降溫效果)。

因此，我們可以獲得 2 個推論：1. 窮人冷氣機要採用「風從室外加壓吹入屋內」才會有降溫效果。2. 以金屬片代替寶特瓶的裝置，確實可以增加降溫效率。

二、比較利用「水的蒸發吸熱」達到降溫效果的方法：

以「鋁片表面磨成霧面」的降溫效果最佳，但是鋁片數量增加時，可能是因為空氣不易流通、不利水分蒸發，降溫效率反而下降；可見，降溫板的數量、密度不是越多越好。

三、「窮人冷氣進化性能版」之使用時機：

在「越高溫時，降溫的效率越好」，可能因為此時水分容易蒸發，所以降溫的效率會比較好。

四、與一般冷氣耗電量的比較：

「窮人冷氣進化性能版」的電量統計：空氣加壓用 16 吋排風扇 70W、吸取水蒸氣用 8 吋排風扇 50W、抽水加壓噴霧幫浦改良成間歇式噴霧，估計不超過 10W；總計耗電量小於 130W。

「一般冷氣機」的電量：以一台 3-4 坪的小型冷氣，耗電量約 1200-1500W，在扣除壓縮機停止運轉的情況下，估計至少有 500-700W 的用電量。

所以，「窮人冷氣進化性能版」的耗電量只要小型冷氣的五分之一左右，確實省電很多！

五、我們在查詢相關專利時發現，其實有些園藝用噴霧降溫機也能達到如此的降溫效果。但是，園藝用噴霧降溫機噴出的空氣是潮濕、富含水蒸氣的，而「窮人冷氣進化性能版」的降溫空氣卻是乾燥的，可以避免因為空氣潮濕而導致家具發霉、電器容易生鏽等問題。

柒、結論

一、「窮人冷氣進化性能版」確實能「以相當低的耗電量達成降溫效果」，它透過以下流程達到降溫效果：空氣加壓進入銅管升溫→高溫空氣將熱能傳給銅管→銅管連接散熱鋁片讓水氣蒸發速度加快→結合噴霧狀水及蒸氣抽出口的設計，讓水分更加速蒸發汽化、帶走熱量→最後，空氣由銅管噴出、空氣降壓而使溫度再次下降。

二、雖然「窮人冷氣進化性能版」的耗電量很低，製作材料也比冷氣機簡單、便宜；可是，並「無法達到非常涼快、舒適的效果」。以表 12 之降溫數據為例：攝氏 34°C 降到 29.2°

C、攝氏 32°C 降到 27.4°C；降溫後的 29.2°C 或 27.4°C，都不是極為舒適的室溫；如果當戶外氣溫升到 40°C 以上時，降溫後的室內還是有 35°C 左右的高溫。

三、雖然「窮人冷氣進化性能版」有這樣的使用限制。但是，如果將這樣的裝置「**結合冷氣壓縮機使用**」，例如：戶外氣溫 35°C，我們想要獲得 25°C 的室溫，在使用冷氣前，先在壓縮機的進氣口前，以「窮人冷氣進化性能版」**降溫一半**，就能夠讓冷氣的使用電量減少很多；如此，不但可以減少電費支出，還能減少溫室效應的氣體排放，為地球環保盡一份心力！

捌、參考資料及其他

- 1.Yann Arthus- Bertrand(2010) · 地球降溫手冊 · 行人出版社。
- 2.2004 年全國中小學科展會。冷氣機凝結水回收霧化冷卻之研究。
- 3.2006 年全國中小學科展會。滴水不漏-冷氣水回收應用分析。
- 4.維基百科全書 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/溫室效應>。
- 5.中央氣象局 <https://www.cwb.gov.tw/V7/forecast/week/week.htm>/氣候統計。
- 6.英國每日郵報(2016)<http://www.setn.com/News.aspx?NewsID=154903>

【評語】 082804

1. 本作品探討利用理想氣體方程式與水的蒸發產生降溫效果，針對不同元件結構與材料等進行探討，值得鼓勵。
2. 本研究降溫法與目前市售冷氣或冰箱等方法可進行比較一下。
3. 建議針對重要關鍵參數進行討論，例如：材料的選擇-寶特瓶與金屬比較；鋁片與銅片比較。

壹、研究動機

英國《每日郵報》報導「窮人冷氣」引發我們的研究興趣(雖然我們在實驗後證實，這樣的裝置無法達到如此的降溫效果)。

我們仔細地查閱相關研究與專利，發現一般的空氣降溫設施，都是利用…「理想氣體方程式」或「液態水蒸發吸收大量熱能」的原理，來達到降溫效果；如果能夠結合這兩個原理，研發出最佳降溫模組，並將此模組應用於室內降溫，就能夠減少電費與溫室氣體排放，為地球環保盡一份心力！

貳、研究目的

利用「理想氣體方程式」和「液態水蒸發吸收大量熱能」的空氣降溫原理，研發最佳降溫模組並開發「窮人冷氣」進化性能版，希望能將此作品，推廣應用於住宅、溫室或工廠之降溫，以減少電費及溫室氣體排放。

參、研究器材

1.溫、溼度計。	2.風速、溫度計。	3.抽水噴霧幫浦。
4.噴霧器。	5.紅銅軟管。	6.鋰電池加壓風扇。
7.噴膠。	8.讓鋁片間距相同之螺絲。	9.鋰電池散熱扇。
10.鋁片。	11.窮人冷氣鋁片改良版。	12.加壓噴霧頭。
13.排風扇。	14.降溫裝置更換接頭。	15.自製壓皺褶器。
16.窮人冷氣實驗組	17.窮人冷氣進化性能版。	

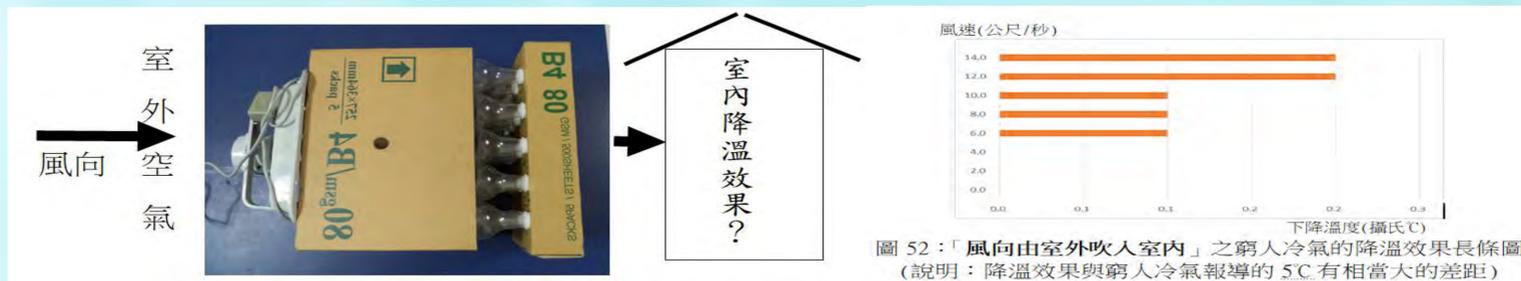


圖：英國每日郵報「窮人冷氣」

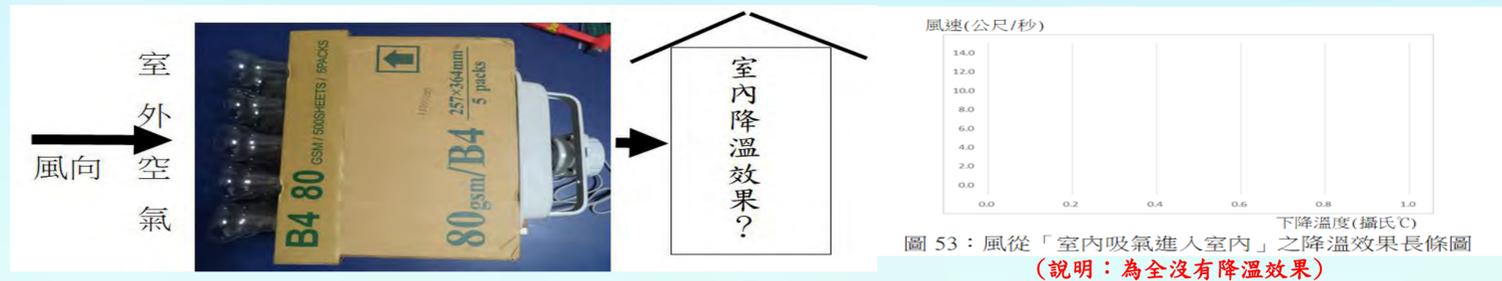
肆、研究過程方法與結果

一、探討利用「理想氣體方程式」達到降溫效果的方法

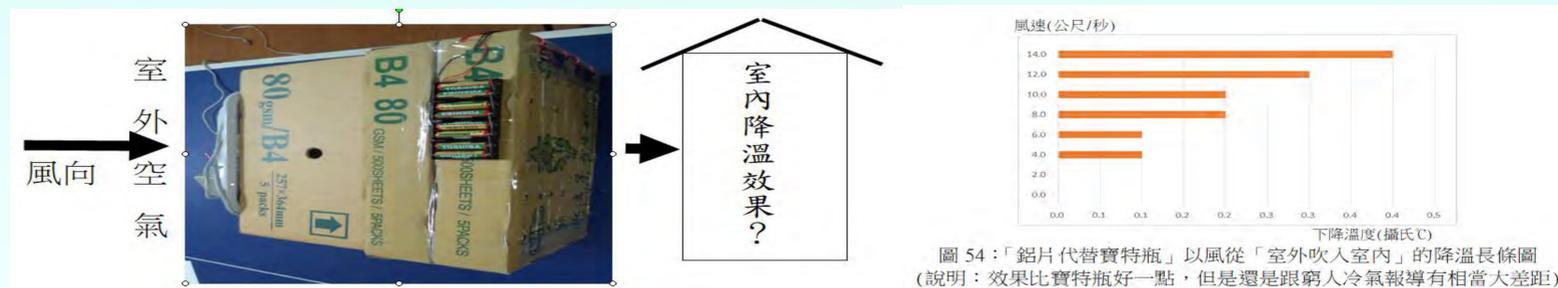
實驗一：探討窮人冷氣機的「風從室外吹入屋內」之降溫效果



實驗二：探討窮人冷氣機的「風由室內吸氣進入屋內」之降溫效果



實驗三：探討以鋁片代替寶特瓶的「風從室外吹入屋內」之降溫效果



二、探討利用「水的蒸發吸熱」達到降溫效果的方法

實驗一：探討「銅管表面噴霧狀水滴」，讓水蒸發帶走熱量之降溫效果



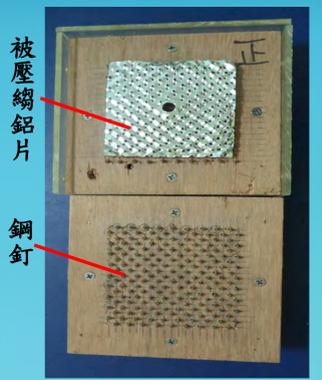
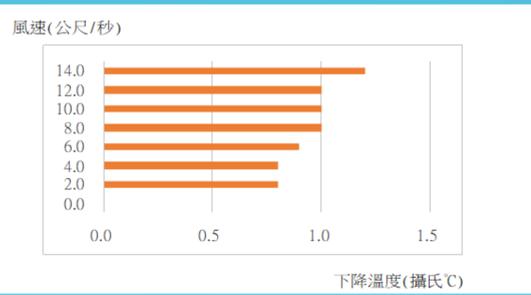
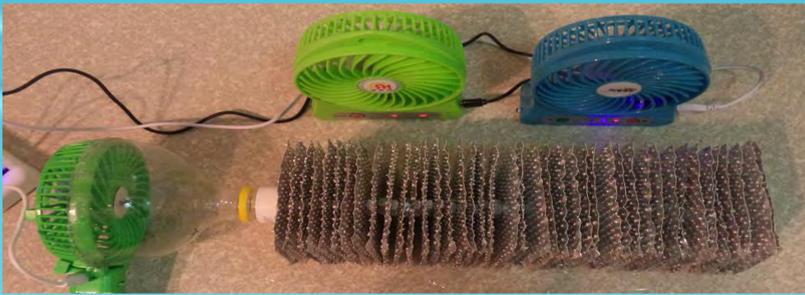
實驗二：探討「以亮面鋁片增加表面積並噴霧狀水」之降溫效果



實驗三：探討「鋁片表面貼上保溼紙並噴水」之蒸發降溫效果

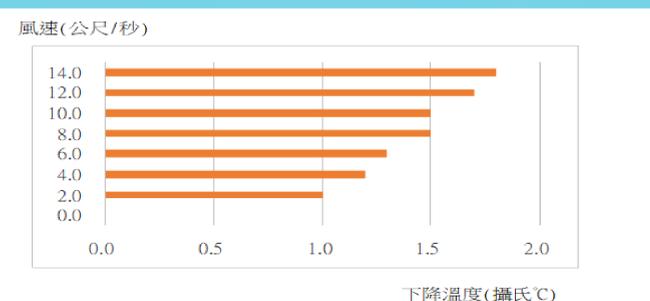


實驗四：探討「鋁片壓成皺褶狀並噴水」，增加鋁片表面積之蒸發降溫效果

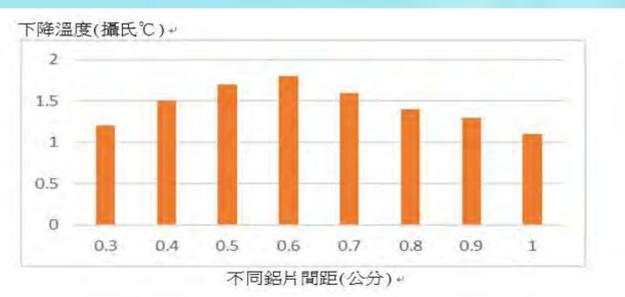


圖：壓綳褶器

實驗五：探討「鋁片表面磨成霧面並噴水」，增加水滴附著於鋁片之蒸發降溫



實驗六：探討「霧面鋁片」在「不同鋁片間距」下的蒸發降溫效果



三、結合「理想氣體方程式」和「最佳水分蒸發結構」之「窮人冷氣進化性能版」

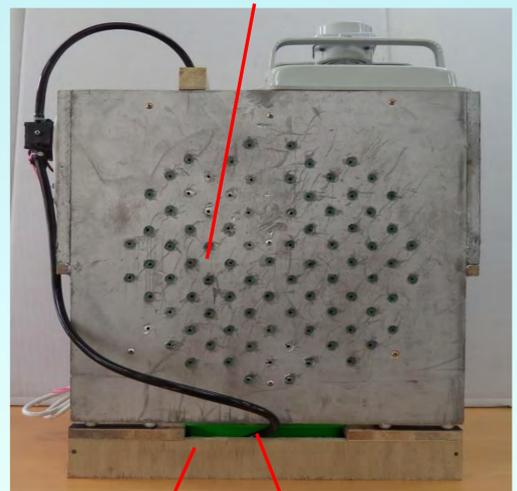


水蒸氣抽出風扇，增加蒸發速率



安裝霧面鋁片，增加蒸發面積

降壓降溫後的室內涼風出口



未蒸發廢水流入再利用
安裝馬桶進水閥

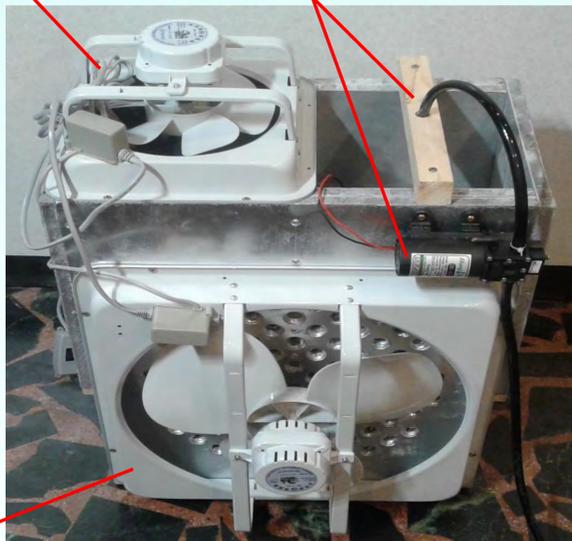


漏斗型銅管空氣加壓入口



口徑變小的空氣降壓出口

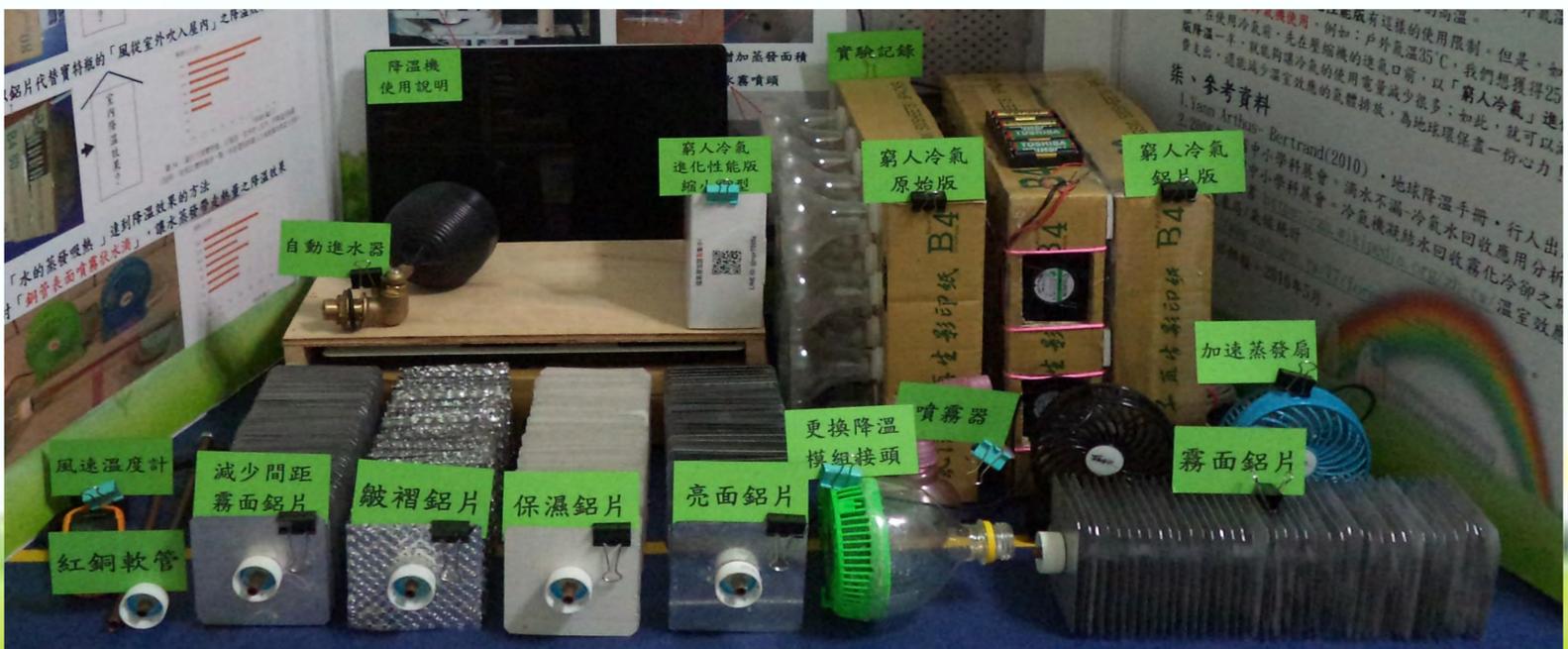
噴霧機+水霧噴頭



加壓風扇



現場實驗器材展示



伍、討論

一、比較利用「理想氣體方程式」達到降溫效果的方法：

最佳：鋁片代替寶特瓶的「風從室外吹入屋內」（最多下降 0.4°C ）

次之：「風從室外吹入屋內」（最多下降 0.2°C ）

最差：「風由室內吸氣進入屋內」（完全沒有降溫效果）

我們可以獲得2個推論：

1. 窮人冷氣機要「**風從室外加壓吹入屋內**」才会有降溫效果。
2. 以**金屬片代替寶特瓶的裝置**，確實可以**增加降溫效率**。

二、比較利用「水的蒸發吸熱」達到降溫效果的方法：

最佳：「**間距0.6公分的霧面鋁片**」的降溫效果最好（最多下降 1.8°C ）

當鋁片數量(密度)增加時，降溫效果卻減少...

我們推論：可能是因為**空氣不易流通**，**降溫效率反而下降**。

三、「窮人冷氣進化性能版」之使用時機：

在**越高溫時**，**降溫的效率越好**，可能因為此時水分容易蒸發，所以降溫的效率會比較好。

四、與一般冷氣耗電量的比較

3-4坪的小型冷氣，耗電量約1200-1500W，扣除壓縮機停止運轉，估計約600W-800W。

「窮人冷氣」進化性能版的耗電量約130W，約一般冷氣的五分之一。確實是一種省電的電器。

五、我們在查詢相關專利時發現，其實有些園藝用噴霧降溫機也能達到如此的降溫效果。但是，園藝用噴霧降溫機噴出的空氣是潮濕、富含水蒸氣的；而「窮人冷氣」進化性能版的降溫空氣卻是乾燥的，可以避免因為空氣潮濕而導致家具發霉、電器容易生鏽等問題。

陸、結論

「窮人冷氣」進化性能版確實能「**以相當低的耗電達成降溫效果**」，我們推論它是透過以下流程達到降溫效果：空氣加壓進入銅管升溫→高溫空氣將熱能傳給銅管→銅管連接散熱鋁片讓水氣蒸發速度加快→結合噴霧狀水及蒸氣抽出口的水蒸發設計，讓水分更加速蒸發、帶走熱量→最後，空氣由銅管噴出、空氣降壓而使溫度再次下降。

雖然「窮人冷氣」進化性能版的耗電量很低，製作材料也比冷氣機簡單、便宜；但是，並「**不能達到非常涼快、舒適的程度**」。

以圖表之降溫數據說明： 34°C 降到 29.2°C 、 32°C 降到 27.4°C ；降溫後的 29.2°C 或 27.4°C ，都不是極為舒適的室溫；如果當戶外氣溫升到 40°C 以上時，降溫後的室內還是有 35°C 左右的高溫。

雖然「窮人冷氣」進化性能版有這樣的使用限制。但是，如果將這樣的裝置**結合冷氣機使用**，例如：戶外氣溫 35°C ，我們想獲得 25°C 的室溫，在使用冷氣前，先在壓縮機的進氣口前，以「窮人冷氣」進化性能版降溫一半，就能夠讓冷氣的使用電量減少很多；如此，不但可以減少電費支出，還能減少溫室效應的氣體排放，為地球環保盡一份心力！

柒、參考資料

1. Yann Arthus- Bertrand(2010) · 地球降溫手冊 · 行人出版社。
2. 2006年全國中小學科展會。滴水不漏-冷氣水回收應用分析。
3. 2004年全國中小學科展會。冷氣機凝結水回收霧化冷卻之研究。
4. 維基百科全書 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/溫室效應>。
5. 中央氣象局/氣候統計
<https://www.cwb.gov.tw/V7/forecast/week/week.htm>。
6. 英國每日郵報。2016年5月。