

屏東縣第 63 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別： 地球科學

組 別： 國 小

作品名稱： 空氣的肚量~變變變!

關 鍵 詞： 空氣、溫度、濕度

編 號： A5013

作品名稱：空氣的肚量~變變變!

摘要

本研究透過各項實驗去探討水蒸氣凝結的各項條件，試著以實驗的結果去解釋屏東冬天少雨的原因，並推論造成台灣乾旱的理由，且進而找出日常生活中有關水凝結、蒸發的例子來做說明。

壹、研究動機

一天早上醒來，發現門外霧茫茫一片，伸手去摸感覺涼涼濕濕的，好好玩啊！本來想到學校跟同學一起玩，可是要出門的時候霧卻幾乎不見了，不過嘴巴吐出來還是有煙耶！想起自然課(四上南一自然“雲和雨”)所學到的，霧以及嘴巴產生的白煙應該是空氣中的水蒸氣遇冷所凝結的小水滴！可是忽然有個疑問，為什麼空氣中會有水蒸氣？為什麼空氣中的水蒸氣遇冷就會凝結小水滴呢？於是我們幾個同學就去找老師請教原因，老師說:「地面的水或海不停的蒸發，空氣中就有水蒸氣了。」那麼空氣就像一個杯子吧！一直裝著來自地面和海的水蒸氣，可是為什麼還會凝結成水呢？是空氣這個杯子滿出來了嗎？老師一時不知該怎麼回答，就笑笑說:「你們來做幾個實驗看看吧!」

貳、研究目的

- 一、水蒸氣凝結的條件。
- 二、乾燥空氣的方法。
- 三、屏東冬天不常下雨的原因。
- 四、推論臺灣最近乾旱情形的原因。

參、研究設備及器材

冰箱、保麗龍箱、熱水、黑塑膠布、溫度計、相對濕度計、氯化亞鈷試紙、玻璃瓶、結凍的礦泉水、鏡子、電風扇、塑膠墊



肆、研究過程與結果討論

清晨有時候會有起霧的情形，應該是早上溫度低所造成的，可是冬天時白天溫度也是很低，感覺也蠻冷的，為什麼起霧的情形只發生在清晨而冬天的白天卻沒見過起霧的情形呢？假設空氣中的水蒸氣不一定溫度低才凝結，而是溫度下降就可以凝結，於是我們進行實驗一。

一、實驗一

(一)實驗器材:黑塑膠布、氯化亞鈷試紙

(二)實驗過程:人的體溫約 37°C，室溫 27°C，一個同學先正常朝室溫的空氣徐徐吐出，以黑塑膠布當背景，觀察是否有“白煙”產生;接著利用 60°C 的熱水升高口腔的溫度後，朝室溫空氣徐徐吐出，以黑塑膠布當背景，觀察是否有“白煙”產生。

(三)實驗結果:以肉眼及照相機觀察，白煙並不明顯，判斷可能小水滴太小不易觀察。由於氯化亞鈷試紙可以檢驗出水分存在，乾燥時是藍色，碰到水分則變成粉紅色，所以我們改以氯化亞鈷試紙進行實驗二。

二、實驗二

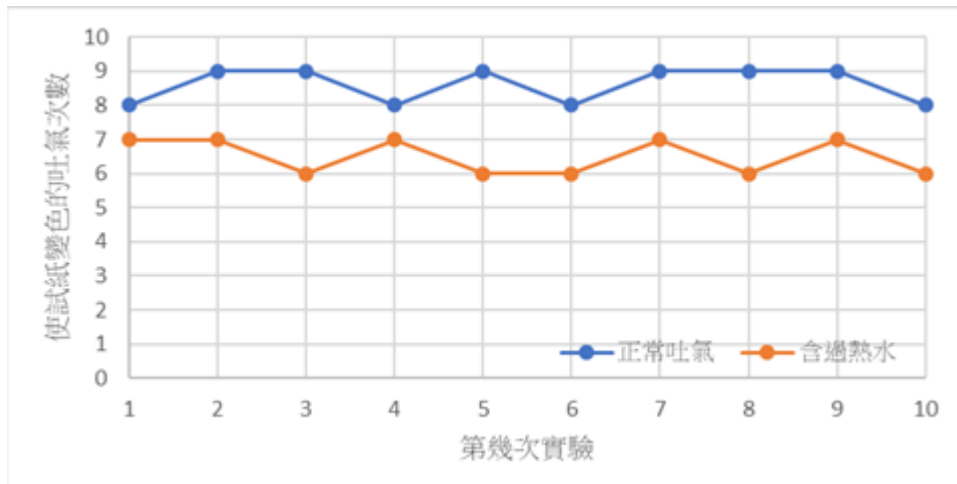
(一)實驗器材:熱開水、溫度計、氯化亞鈷試紙

(二)實驗過程:我們以同一個人來做實驗，在正常的呼吸頻率下分成兩種情形，首先在自然的狀態下對氯化亞鈷試紙吐氣，記錄在第幾口氣變色;另一情形則是在每吐一口氣前含一口 60°C 的開水再對氯化亞鈷試紙吐氣，記錄第幾口氣變色。

(三)實驗結果:

次別 方式	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次	平均
正常的吐 氣數	8	9	9	8	9	8	9	9	9	8	8.6
含過熱水 的吐氣數	7	7	6	7	6	6	7	6	7	6	6.5

由上表發現，嘴巴含過熱水使氯化亞鈷試紙變色的吐氣數平均比正常的吐氣數少 2.1 次。



由上圖發現，每次實驗嘴巴含過熱水使氯化亞鈷試紙變色的吐氣數要比正常的吐氣數少。



我們在黑板上記錄實驗數據



以肉眼觀察，白煙並不明顯

(四)實驗討論:冬天時白天也是蠻冷的，水蒸氣未必會凝結產生霧，尤其太陽一出來溫度漸漸升高，更看不到起霧的情形，然而從實驗一、二的結果我們可以說明，溫度低水蒸氣不一定可以凝結，只要空氣由溫度高變成溫度低的情形，水蒸氣即可凝結成小水滴。

冬天天氣冷時，我們常有個經驗，從嘴巴吐出來的氣會形成一道道的白煙，我們都知道那是小水滴，由實驗一、二，假如我們口腔的溫度可以更高，也許可以吐出更多的白煙，可是我們嘗試的結果，65°C 以上的開水就太燙了，所以我們就模擬口腔進行實驗三

三、實驗三

(一)實驗器材:黑塑膠布、玻璃瓶、熱水、溫度計

(二)實驗過程:取兩個玻璃瓶，並在其中一個玻璃瓶倒入 98°C 的熱水，另一個玻璃瓶倒入約 37°C 的溫水，透過黑塑膠布為背景,觀察水蒸氣的凝結情形。

(三)實驗結果:我們可以發現，溫度高的玻璃瓶口布滿小水滴，且瓶口上方肉眼觀察白煙明顯:溫度較低(模擬正常口腔)的玻璃瓶則幾乎沒有白煙產生。

(四)實驗討論:由實驗三結果，說明了溫度落差越大，水蒸氣凝結成白煙的情形更明顯。



實驗三裝置圖

由實驗三我們發現，熱水會有冒白煙的情形，可是想起我們吃冰的時候，冰也會冒煙呀!為了瞭解這樣的情形，我們實際進行了實驗四。

四、實驗四

(一)實驗器材:玻璃、熱水、結凍的礦泉水、黑塑膠布

(二)實驗過程:我們將玻璃內裝入 98°C 的熱水，並在旁邊放一瓶結凍的礦泉水，以黑布為背景，觀察水蒸氣的凝結情形。

(三)實驗結果:發現兩者均有白煙凝結，但是離裝有熱水的玻璃口上方都還有白煙凝結，但玻璃壁卻是乾燥的，然而結凍的礦泉水瓶只有瓶子周圍有白煙產生，但距離較遠處則沒有白煙凝結。

(四)實驗討論:如果依照實驗一、二、三的結果，空氣溫度由高到低時，就可以凝結出小水滴，由裝有熱水的玻璃來看，當水面的熱空氣離杯口越遠，自然溫度越低，所以就凝結出白煙，杯壁旁沒有白煙則是因為越接近杯壁溫度越高，所以杯壁不會冒煙;至於結凍的礦泉水整瓶表面均會凝結出白煙的原因，由於水瓶四周的空氣溫度較低，當空氣中的水蒸氣來到結凍的水瓶表面附近，也可以說是空氣由溫度較高到溫度較低，自然可以看到凝結的白煙。



實驗四裝置圖

除了直接觀察凝結的白煙外，我們還有個經驗也可以產生水霧，那就是對著玻璃吐氣，但是我們有個經驗，“呼”氣和“哈”氣的溫度是不同的，那是不是也會造成影響呢？於是我們進行實驗五。

五、實驗五

- (一)實驗器材:鏡子
- (二)實驗過程:由一個同學對著鏡子深深吐一口氣，不過第一次是哈氣的方式，第二次則是呼氣的方式，觀察水霧的凝結情形。
- (三)實驗結果:可以明顯觀察到，哈氣時在鏡子上所產生的水霧範圍比呼氣時所產生的水霧範圍大。
- (四)實驗討論:用手掌去試呼氣以及哈氣，馬上可以感覺出呼出來的氣比哈出來的氣溫度低，所以我們推測，溫度高的空氣所含有的水蒸氣量比溫度低空氣所含有的水蒸氣量多。

在進行實驗五時，因為好玩就用手指去畫那片水霧，當老師要我們再吐氣時，發現了一個特別現象，於是我們進行實驗六。

六、實驗六

- (一)實驗器材:鏡子
- (二)實驗過程:一個同學先在鏡子寫一個“A”字,接著對著“A”用力哈一口氣，觀察水蒸氣的凝結情形。
- (三)實驗結果:我們發現剛剛寫的“A”出現了，應該說水霧在剛剛手指畫過的地方會比較薄，所以可以明顯看到“A”字。
- (四)實驗討論:記得上學期自然課做人造雨實驗時，我們特別還加入線香的煙作為凝結核，使水蒸氣可以明顯凝結，而由我們實驗六所得到的結果，當我們在鏡子上寫字時，也就是將灰塵擦去一部分，沒有灰塵作為凝結核時，果然水蒸氣較不易凝結。



實驗六 可以明顯看到“A”字

上學期自然課上到“雲和雨”這個單元時，曾經觀察過，當下過雨後，遠方山的輪廓特別清楚，雲也明顯變少了，空氣中的水蒸氣變少了，我們也知道空氣中如果濕度太高，水蒸氣過多，常常會覺得身體黏黏的不舒服，該如何強迫降低空氣中的水蒸氣呢?於是我們進行了實驗七。

七、實驗七

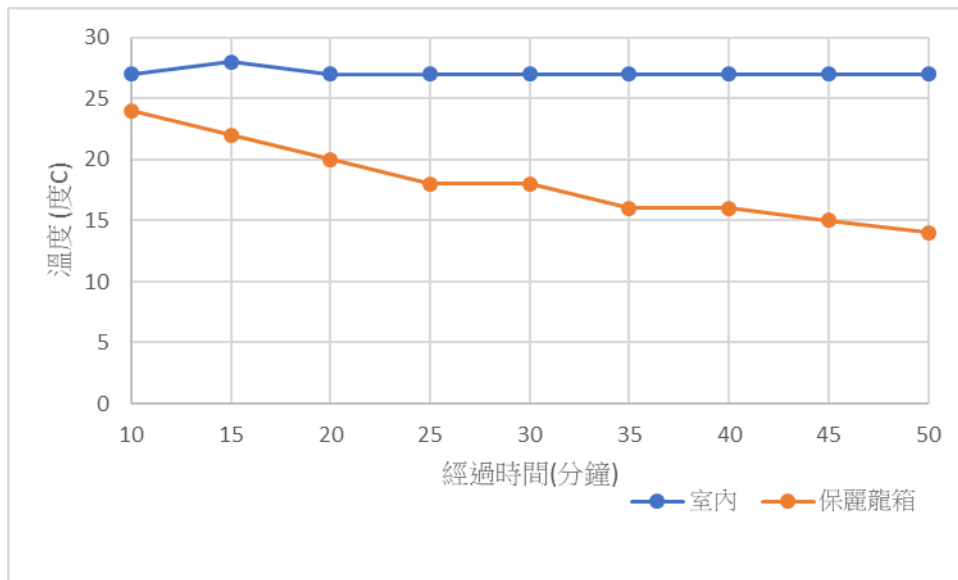
(一)實驗器材:保麗龍箱、結凍的礦泉水、濕度計

(二)實驗過程:在保麗龍箱內及室內各放置一只濕度計，實驗前濕度計指數相同。

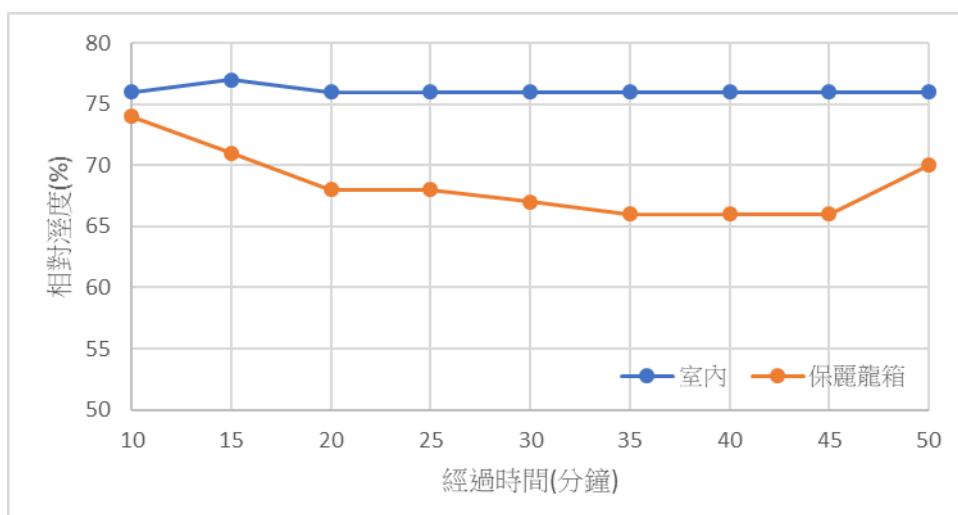
將 10 瓶結凍的礦泉水放入保麗龍箱中,每 5 分鐘後觀察一次，觀察水蒸氣凝結情形，並記錄濕度計變化。

(三)實驗結果:結凍的飲料表面佈滿了許多小水滴甚至霜，每隔 5 分鐘溫度及相對濕度的變化如下:

時間(分)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
室內溫度	27	27	28	27	27	27	27	27	27	27
室內相對溼度	76	76	77	76	76	76	76	76	76	76
保麗龍箱內溫度	25	24	22	20	18	18	16	16	15	14
保麗龍箱內濕度	76	74	71	68	68	67	66	66	66	70



上圖為室內與保麗龍箱內的溫度變化



上圖為室內與保麗龍箱內的濕度變化



我們利用保麗龍箱來保溫



每五分鐘記錄一次溫溼度

(四)實驗討論:由實驗結果可以解釋雨過天青這個成語，當教具箱內的水蒸氣凝結成水滴或霜時，透過這樣的過程，首先使教具箱內的溫度降低，由實驗六可以知道，溫度降低時，空氣中所含有的水蒸氣量也減少，再者相對濕度也降低了。所以我們判斷除濕機的原理應該也是如此，如果能將空氣中的水蒸氣冷凝收集，自然濕度也就降低了。

※由上表，前 45 分鐘溫度降低，相對濕度也降低，可是第 50 分鐘時，發現雖然溫度降低，相對濕度卻提高了，研判應該是凝結的水滴也開始蒸發了，故應不影響我們的討論。

瞭解了這許多水蒸氣凝結的原理，我們試著去解釋我們身邊的問題。屏東的冬天很少下雨，於是我們進行實驗八，試著去討論原因。

八、實驗八

(一)實驗器材:塑膠墊、結凍的礦泉水堆成的小山、電風扇、電腦列印紙、氯化亞鈷試紙

(二)實驗過程:冬天時台灣盛行東北季風，所以我們以電風扇模擬東北季風，將結凍的礦泉水堆成小山，鋪上一層塑膠墊當作中央山脈，模擬隨著高度增加，溫度也降低的山上，並分別在迎風面及背風面貼上列印紙及氯化亞鈷試紙，迎風面所貼為“台東”兩個大字，假設為東北季風直接吹拂的台灣東部，而背風面則貼上“屏東兩個大字，即為我們所居住的屏東，觀察水蒸氣的凝結情形。

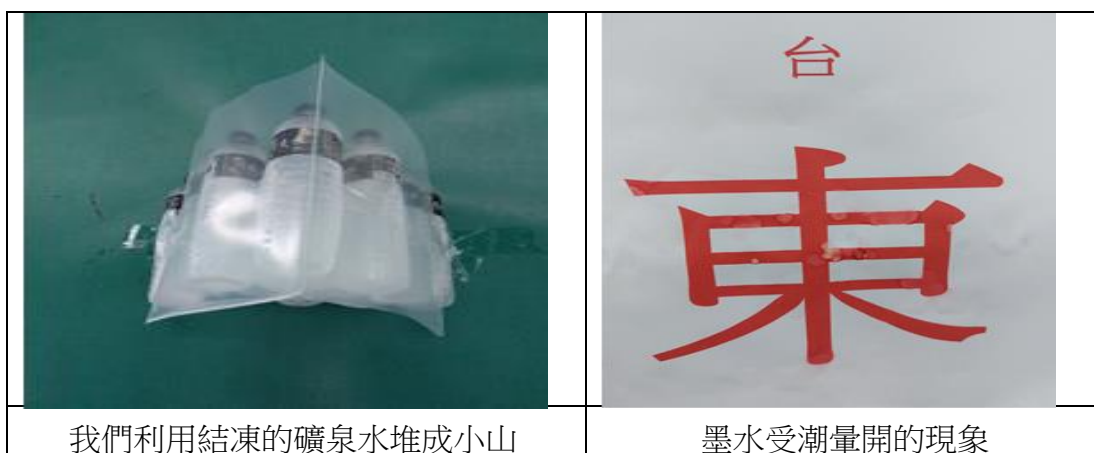


實驗八裝置圖

(三)實驗結果:

- (1)2 分鐘:小山的迎風面的氧化亞鈷試紙已經變成粉紅色。背風面的氯化亞鈷試紙仍是藍色。
- (2)5 分 08 秒:背風面的氯化亞鈷試紙才開始變成粉紅色。
- (3)15 分鐘:迎風面所貼的列印紙中的“東”字已有 4 個明顯受潮墨水暈開的情形。背風面則是“東”字上一個墨水受潮暈開的現象。
- (4)30 分鐘:迎風面的“東”字墨水暈開的部份更多了。背風面的“東”字的中間部份墨水慢慢才有暈開現象。
- (5)50 分鐘:迎風面的“東”字已經幾乎暈開。背風面的“東”字墨水暈開 1/3，但仍可分辨。

(四)實驗討論:由實驗八的結果，我們可以推論冬天盛行東北季風時，大部分空氣中的水蒸氣並不單純被擋住了，上學期的社會課(四上康軒社會)曾提到，隨著地勢升高，氣溫也隨之降低，由實驗七我們可以知道，在較低溫的環境，水蒸氣會凝結，空氣的水蒸氣量減少，濕度降低，即使空氣越過山頭，也變成只是乾燥的空氣，換個說法，乾燥的空氣算是比較空的杯子，即使再遇到低溫的環境，空氣這個杯子變小，水蒸氣依然滿不出來。實驗八雖然無法完全模擬真實情況，空氣中的水蒸氣並沒有完全在迎風面凝結，但實驗的結果迎風面與背風面凝結狀況落差十分明顯，仍可以使我們明白冬天屏東少雨的原因。



伍、結論

一、水蒸氣凝結的條件

- (一)環境溫度高改變為溫度低:由實驗二、三、四、五，我們可以假設空氣是一個大杯子，平常水蒸發成水蒸氣就像水倒入空氣中，可是空氣這個杯子隨著溫度升高、降低肚量也會變大、變小，因此當環境溫度降低，空氣杯子變小，水蒸氣很容易就滿出來凝結成水。
- (二)需要有凝結核:上學期自然課做人造雨實驗時(四上南一自然雲和雨單元)，我們加入線香的作為凝結核來增加實驗效果，而由實驗六，當我們將鏡子上的灰塵抹去時，果然抹去的部位所凝結的水霧較薄，更說明了凝結核對水蒸氣凝結成水的重要性。
- (三)人造雨:為因應台灣這陣子的乾旱，前些時候空軍在翡翠、石門水庫上方集水區實施造雨計畫，即使用了乾冰、清水、食鹽等，作用也是降低氣溫，並提供凝結核以達到水蒸氣凝結成水的目的。

二、乾燥空氣的方法

由實驗七，我們利用低溫的礦泉水瓶使空氣中的水蒸氣凝結，降低空氣中的水蒸氣量，觀察相對濕度計的結果濕度也降低了，就像一台除濕機，如果我們可以改良一下，將凝結的水滴排出，相信我們的除濕機會更有用，更完美。

三、屏東冬天少雨的原因

- (一)由實驗八，空氣中的水蒸氣在迎風面遇冷凝結後，成為較乾燥的空氣，自然背風面就比較不容易凝結，因此屏東在東北季風盛行的冬天並不常下雨。
- (二)從每年十月到隔年四月間(也是東北季風盛行的時間)，恆春半島所盛行的落山風也可以說明，風強而乾燥，嚴重時農作物不是傾倒就是枝葉變成焦黑。
- (三)前幾天下雨時，台東、南投、台北出現焚風，所謂焚風，就是帶著充沛水氣的氣流，遇到較高的山時，會將水汽留在山的這頭，而使越過山的風變得異常乾燥，過山後下沉氣流又會增溫，背風面地區氣溫顯著上升，空氣也變得乾燥，所以落山風應該也是屬於焚風的一種。

四、台灣最近乾旱的推論

從水蒸氣凝結的條件中，環境溫度需要由高轉變至低，但時逢逐漸進入夏季的時候，氣溫逐漸升高，空氣這個杯子也越來越大了，加上東北季風轉弱，少了水蒸氣補充，空氣這個杯子更滿不出來無法降雨，因而造成台灣最近的乾旱了。

五、其他

做過這個研究，我們回想一些生活經驗，分析原因都與我們的研究結論符合，例如：

- (一)家中的除霧鏡:當我們在洗澡時，浴室常常是水霧瀰漫的，水霧是因為熱水的高溫遇到空氣的較低溫造成，但如果看到除霧鏡就可以發現一個現象，除霧鏡的邊緣會產生一圈水霧框框，中間長方形的範圍卻是乾燥的，用手去摸，原來那長方形範圍是溫溫熱熱的，如果空氣受熱杯子就變大了，自然水蒸氣就不容易滿出來。
- (二)冰箱會結霜:冰箱中的溫度雖然低，但是冰箱產生冷氣的邊邊溫度是最低的，因此冰箱中低溫空氣中的水蒸氣遇到更低溫的邊邊，自然就凝結了。
- (三)冷氣機會滴水:由於冷氣機是吸入室內溫度較高的空氣，接觸冷氣機內冰冷的部份轉為較低溫的空氣吹出來，在這個過程中，空氣這個杯子變小，水蒸氣也就容易滿出來而凝結。
- (四)雨天開車要開冷氣:雨天時濕度很高，如果沒開冷氣，因車內空氣溫度較高，一接觸較為冰涼的擋風玻璃，空氣這個杯子又變小了，於是玻璃就容易起霧，所以雨天開車不開冷氣是很危險的。
- (五) 雨天時的衣服不易乾:雨天時衣服也不容易乾，因為雨天時空氣這個杯子是滿的，所以衣服上的水就沒辦法蒸發倒入空氣中。
- (六) 露營的睡袋:去露營時，早上起來睡袋底下總是濕濕的，推測原因是帳棚內溫度較高，但帳棚底部跟地面接觸溫度較低，下層空氣這個杯子變小，水蒸氣也就容易凝結了。

陸、參考資料及其他

- 一、 施惠。自然與生活科技。正式綱要修訂版。台南。南一書局企業股份有限公司。33-38。2021。
- 二、 徐晉淮。光復科學圖鑑 19-天氣,氣象。台北。光復書局出版。民 74 年。
- 三、 【天氣 100 問】為什麼會出現「焚風」和「落山風」呢？。檢索日期 2022.12.15。取自 <https://www.parenting.com.tw/article/5077107>