

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國小-應用科學科

科 別：生活與應用科學

組 別：國小組

作品名稱：霧裡看花之多少

關 鍵 詞：霧氣、防霧、水蒸氣

編 號：080816

學校名稱：

雲林縣林內鄉九芎國民小學

作者姓名：

莊采勳、張乃云

指導老師：

游時銘、翁碧慧



霧裡看花知多少

壹、摘要：

霧真的是只有美和浪漫嗎？我們試著探索霧的原貌，以揭開它美麗的面紗。經過近半年的探索和紀錄，終於發現它不純然是浪漫和優質的。

臺灣的「霧」大都出現在冬、春兩季，會隨氣流四處飄移，行車不僅具高危險性，更易發生交通事故，造成重大傷亡！另外，霧對於供電系統的災害也很大；而霧所引起的大氣污染，對人體健康的危害更不容忽視。

為此，我們試著找出簡便的防霧之道，以確保安全。最後選擇經濟又方便的清潔用品，發現一些可以防霧的清潔劑。其中洗衣精、洗衣粉、洗碗精等三種清潔劑，是經實驗證明可以防霧的。希望我們小小的發現，可以為生活帶來一些便利性，也可以為民眾提供另類的防霧之道。

貳、研究動機

去年冬天，我和同學上學時，發現學校四周霧茫茫的一片，學校辦公室的透明玻璃及路旁的車子擋風玻璃，都變成霧氣的侵襲者。

「霧氣是怎麼來的？」

「為什麼霧氣會附著在玻璃上？」

種種疑問從我們腦海裡升起。

中午霧氣散去，透明潔淨的窗戶卻沾上白白的物質，成為骯髒的玻璃，咦，這是怎麼一回事？

「老師，為什麼會有霧呢？」

「霧對我們有什麼影響呢？」

我們抱持著好奇去請教老師。

「我也不清楚，不過我們可以一起研究、找答案啊！」老師說著。

是呀，我們怎麼沒想到呢？回想四上「雲和雨」接觸的教材，以及五年級上學期「天氣的變化」這一課，課本只提到氣溫、雲量、風力等天氣變化，對於霧氣特性卻沒有介紹。於是在老師的指導下，利用學校環境及現有的器具，展開一系列的觀察和實驗。

參、研究目的

- 一、瞭解霧氣的成因。
- 二、研究人工造霧的種類及方式，了解霧氣特性及對生活環境的影響。
- 三、研究霧氣最容易依附在何種材質上。
- 四、研究霧氣自然消散的方式。
- 五、研究可以消除霧氣的常見清潔用品。

肆、研究設備及器材

- 一、實驗器材：燒杯、錐形瓶、石棉心網、溫度計、三腳架、酒精燈、冰箱、夾子、手套、透明水槽、噴霧器、載玻片、玻璃板、壓克力板、塑膠板、鐵板、木板、紙板、塑膠袋、鋼板、石板、10 元硬幣、保鮮膜、鋁箔紙。
- 二、實驗材料：冰塊、磨石樂、洗衣精、洗衣粉、漂白水、柔軟精、洗碗精、洗髮精、魔術靈、沐浴乳、潤髮乳。

伍、研究方法與步驟

【研究一】霧氣是如何產生的？

一、研究方法：

- (一) 利用網路、圖書館...等，蒐集相關資料
- (二) 透過書籍、照片，瞭解霧氣的產生原因。

二、研究結果：

(一) 文獻探究---

1.霧的定義：

我們從《現代氣象探秘》書本以及《交通部氣象局》網站中，查到關於霧的生成原因及定義：

據辭海解釋：「水蒸氣凝聚為水滴，接近地面，成迷茫之狀者曰霧。水蒸氣之一不獨在地面冷物體上凝結，並在浮游空中之塵埃周圍亦起凝結而成微細水滴，瀰漫低空，是謂之霧。」

2.霧的成因：

霧的形成大致可分為輻射霧、平流霧、鋒面霧、蒸氣霧、上玻霧 等，在台灣地區來說，以輻射霧及平流霧最常見。

輻射霧大都發生冬季且晴朗無雲的夜晚。當風勢危弱，地面空氣穩定，且有充分水汽時；由於地面迅速散熱作用，使低空中之水汽冷卻，而凝結成小水滴，浮游於近地面空氣中而造成。

平流霧的形成和空氣水平方向的流動有關。當暖濕空氣流經較冷的海面或陸地時，其低層空氣遇冷而凝結成霧。

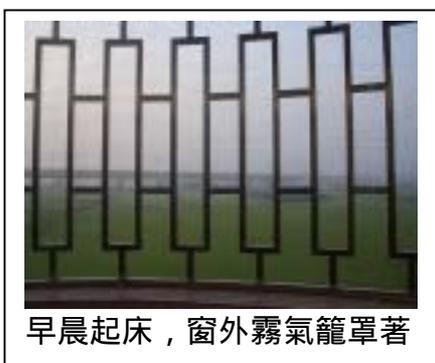
鋒面霧是發生在鋒面附近。當冷空氣位於近地面之低空，自雲端下降遇冷凝結而成霧。

自然界的霧因溫度的不同，大致上可分為**暖霧**(0 以上)、**過冷霧**(0 以下)和**冰霧**(零下 40 以下)等三大類，日常生活中常見的是暖霧和過冷霧。

霧跟雲差不多，也是由細小的水滴所組成，我們在濃霧裡行走，頭髮和衣服會變濕，就是證明。霧跟雲的區別是：霧是空氣離地面比較近的空中，遇冷達到飽和後，裡面的水蒸氣凝結成的。霧，除了空氣遇冷達到飽和可以形成外，水面或水滴受熱蒸發也可以形成。所以霧可以分成兩大類：**冷卻霧**和**蒸氣霧**。

三、研究發現：

- (一) 霧是空氣中有過量的水蒸氣所形成的。
- (二) 霧依據形成方式可分為兩種：蒸氣霧、冷卻霧。
 - 蒸氣霧 - 水面或雨滴受熱蒸發形成。
 - 冷卻霧 - 空氣中的水蒸氣遇冷凝結成的。
- (三) 霧氣大多發生在冷暖空氣交接的地方。
- (四) 霧的形成多為環境改變的時候，如清晨。
- (五) 霧氣形成地點為距離地面較近的地方。



【研究二】霧氣對於生活環境的影響

一、研究方法：

- (一) 查詢書籍或相關研究，得知霧氣對生活環境的影響。
- (二) 將霧氣的影響作深入分析。

二、研究結果：

我們發現霧氣對人類造成的傷害有下列幾種：

- (一) 霧對於供電系統所造成的災害很大。因為濃霧會造成空氣濕度變大，其中含有大量髒物質，會沉澱在變電器等設備的表層，釀成線路短路、開關跳電。
- (二) 大霧天水平能見度差，會影響駕駛人的視線。
- (三) 霧所引起的大氣污染，對人體健康危害更不容忽視。細小的水珠飄浮在低空形成霧時，溶解和吸附地表的有害物質。如果長時間在霧中，可能引起氣管炎、喉炎、肺炎、鼻炎、眼結膜炎及過敏性疾病。
- (四) 霧中行車具有高度危險性，容易發生連環交通事故造成重大傷亡，以 85 年為例，在高速公路因「霧」發生重大事故計有 5 件，佔全年交通事故 1.81%，死亡人數

為 6 人，佔全年交通事故死亡人數 3.26 %，受傷人數為 21 人，佔全年交通事故受傷人數 5.54 %。由此可見霧對行車安全威脅性有多高！



霧氣消失後，留下白色斑點。

三、研究發現：

- (一) 霧氣會破壞機器設備。
- (二) 霧氣會導致人類交通受阻，甚至威脅人類的生命。
- (三) 霧氣會吸收空氣中的污染物質。
- (四) 霧氣會導致污染物質無法散去。
- (五) 霧氣會影響人體健康。

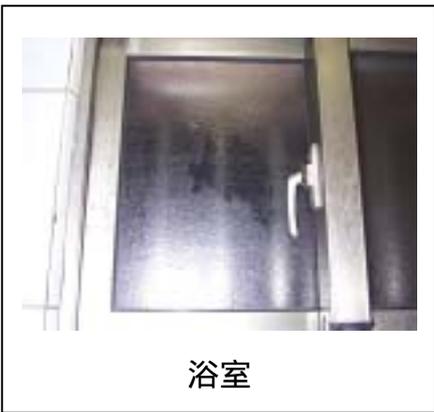
【研究三】觀察日常生活中在哪兒可以發現霧氣？有何特性？

一、研究方法：

- (一) 尋找日常生活中產生霧氣的地點。
- (二) 拍攝並記錄霧氣相關資料。

二、研究結果：

發現地點	浴室	眼鏡	汽車玻璃（內）	汽車玻璃（外）
發生條件	1.洗澡時 2.水溫較高 3.密閉空間	1.運動完後 2.靠近剛煮熟的食物	1.上車時開暖氣 2.車內較熱	1.上車時開冷氣 2.車內較冷
環境溫度	29	28	20	32
霧氣溫度	36	60	30	27
霧氣範圍	浴室全部	眼鏡片上	汽車擋風玻璃	汽車四周玻璃
霧氣種類	蒸氣霧	蒸氣霧	冷卻霧	冷卻霧



浴室



眼鏡



車窗



白白的就是霧氣

發現地點	冰箱	冰塊	早晨起床	氣溫偏低
發生條件	1.打開時	1.自冰箱中取出	1.戶外氣溫較低	1 呵氣.
環境溫度	28	29	28	20
霧氣溫度	0	0	22	35
霧氣範圍	冰箱前	冰塊四周	房子四周	口吹出的氣體
霧氣種類	冷卻霧	冷卻霧	冷卻霧	冷卻霧



冰箱打開



冰塊



早晨起床

註：(1) 環境溫度—室外一般的溫度。

(2) 霧氣溫度—霧氣產生時，環境附近的溫度。

三、研究發現：

- (一) 自然界產生的霧氣範圍較大，停留時間長；人為產生的霧氣範圍較小，停留時間短。
- (二) 霧氣發生地點沒有特殊限制。
- (三) 霧氣生成溫度也沒有特殊限制。
- (四) 溫差會影響霧氣的生成。

【研究四】如何產生人為霧氣？有何特性？

由於自然界的霧氣難以掌握，因此我們嘗試人為方法尋找霧氣。

(實驗一) 使用燒杯將水煮沸

一、研究方法：

- (一) 準備 500 毫升的燒杯，裝入 250 毫升的水。
- (二) 將燒杯置於酒精燈上，進行加熱實驗。
- (三) 觀察過程有何變化。

二、研究結果：

- (一) 教室溫度：26.5
- (二) 500 毫升的燒杯放入 250 毫升的水
- (三) 起始水溫：26

水溫	26	30	35	40
變化現象	手握上去，手越來越冷，杯子的外緣有霧氣產生。	玻璃杯兩旁開始起霧。	玻璃杯上完全都沒有霧，表面上是完全乾淨的。	玻璃杯裡有一些小小的氣泡產生，但是氣泡停留在杯底。
水溫	45	50	55	60
變化現象	杯底氣泡越來越多。	溫度計和水接觸到的地方，有氣泡附著在上面。	杯子上方開始起霧，但不是很明顯。	霧氣和水珠一同上升。
水溫	65	70	75	80
變化現象	霧氣上升越來越明顯，而且大多是從杯子的邊緣升起。	霧氣上升的方向不固定，也有一些霧順著溫度計往上升，而杯子的兩旁漸漸有白色的雜質產生。	燒杯中的霧氣一下子出現，一下子消失，燒杯中的水是由左向右逆時鐘旋轉，而霧氣也是。	燒杯裡霧氣越來越多，但上升一下子就散開了。
水溫	85	90	95	100

變化現象	杯子兩旁的霧氣越來越明顯，水珠也變大了。	氣泡上升快速。	杯子裡的水看起來滾動得很厲害。	水面上漂浮一些白色雜質，霧氣不停的往上冒。
水溫	停止加熱			
變化現象	停止加熱瞬間，霧氣似乎冒得比 100 時更加厲害，霧氣的量也比 100 時多。			

三、研究發現：

- (一) 霧氣的變化會隨著溫度而改變。
- (二) 霧氣移動沒有固定的方向。
- (三) 霧氣上升時會以逆時鐘的方向旋轉。
- (四) 霧氣的多少和溫度並不一定成正比。



手握燒杯，產生霧氣



開始加熱



霧氣在那裡，你發現了嗎？



停止加熱，霧氣一片

(實驗二) 使用錐形瓶將水煮沸

一、研究方法：

- (一) 準備 500 毫升錐形瓶，裝入 250 毫升的水。
- (二) 將錐形瓶置於酒精燈上，進行加熱。
- (三) 觀察過程有何變化。

二、研究結果：

- (一) 教室溫度：29
- (二) 500 毫升的錐形瓶放入 250 毫升的水
- (三) 起始水溫：27

水溫	27	30	35	40
變化現象	把手握住杯子，經過兩分鐘後放開，水溫上升 1 度，水面下的玻璃產生霧氣，但是水面上的玻璃卻沒有。	小水珠附著在底部玻璃上，且杯底起霧。	水珠越來越明顯，水平面上方的玻璃毫無霧氣。	小水泡漸漸浮出水面，溫度計上起霧。
水溫	45	50	55	60
變化現象	水珠越變越大，溫度上升快，錐形瓶上透明無霧。	水珠越來越多。	水珠變大且多。	錐形瓶口產生霧氣，一些水珠順著溫度計上升。
水溫	65	70	75	80
變化現象	一些水珠停在水面和溫度計交界處。	水珠集中在錐形瓶水面的邊緣。	錐形瓶上方產生一些霧氣。	錐形瓶產生少許霧氣，且持續冒出瓶口。
水溫	85	90	95	100
變化現象	霧氣越來越多，集中在錐形瓶口兩旁。	氣泡變大且上升速度快。	錐形瓶內水流滾動快速。	瓶口上方霧氣增多，但瓶內霧氣卻減少。
水溫	停止加熱			
變化現象	瓶口附近的霧氣，漸漸變成小水滴，順著瓶口往下流，不一會兒，流過的地方又充滿霧氣。			

三、研究發現：

- (一) 霧氣的變化會隨著溫度改變。
- (二) 霧氣移動沒有固定的方向。
- (三) 瓶口縮小會幫助霧氣集中。
- (四) 瓶口縮小有助於霧氣凝結。
- (五) 錐形瓶內霧氣改變較燒杯來得不明顯。



手握錐形瓶



霧氣凝結成水滴



霧朦朦一片



停止加熱

(實驗三) 將冰塊置於透明水槽中

一、研究方法：

- (一) 準備一塊高度約 15 公分的冰塊，放入透明水槽中。
- (二) 每隔十分鐘觀察一次，記錄水槽內的變化。

二、研究結果：

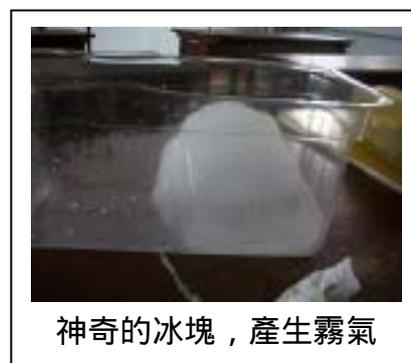
- (一) 教室溫度：26
- (二) 起始時間：9:30 分
- (三) 起始觀察：打開冰箱，冰箱冒出霧氣，但是冰箱內冰塊卻沒有霧氣冒出。

經過時間 (分)	0	10	20	30
冰塊高度 (公分)	15	12	9	7
霧氣高度 (公分)	17	14	9	7
水槽中水溫 ()	0	0	2	4
發生現象	塑膠盒底部及四週快速產生霧氣，四週的霧氣甚至比冰塊高，霧氣升成地方在水槽外，而非水槽內。	冰塊高度減低，霧氣的高度也隨之降低。	水槽邊出現小水滴，冰塊漸漸溶化成為水，水面和霧氣之間有一條透明帶。	冰塊溶化速度變快，霧氣減少。

經過時間 (分)	40	50	60	70
冰塊高度 (公分)	6	4	3	1
霧氣高度 (公分)	6	5	3	0
水槽中水溫 ()	6	8	9	8
發生現象	霧氣不再是一整片，而是中間有一條條水滴流過的痕跡產生，冰塊變小。	霧氣零零散散，成為一小塊一小塊。	底部霧氣完全消失，成為水。	霧氣幾乎完全消失。

三、研究發現：

- (一) 冷霧氣的變化速度快。
- (二) 霧氣產生的高度比冰塊來得高。
- (三) 和水面交界處霧氣不易產生。
- (四) 冰霧氣升成在水槽外，和熱霧氣生成在容器內有所不同。
- (五) 冰霧氣較無法看見移動中的霧氣。



(實驗四) 利用噴霧器

一、研究方法：

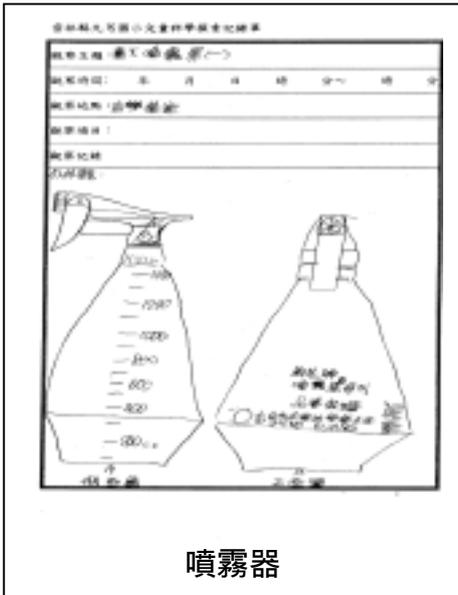
- (一) 準備一具噴霧器。
- (二) 在各個不同地點噴灑，觀察霧氣產生狀況。

二、研究結果：

環境	背向陽光,陰暗處	面向陽光	操場	教室	黑暗的教室
產生情況	霧氣產生情形明顯，但很快即消失。	無法看見霧氣產生。	無法看見霧氣產生。	可以看見霧氣，消失迅速。	完全看不見霧氣。

三、研究發現：

- (一) 太過黑暗或太過光亮的環境，較不易觀測霧氣生成。
- (二) 噴霧器產生的霧氣消逝的速度比較快。
- (三) 較佳的環境為背光，陰暗處。



【研究五】人為產生的霧氣對於各種材質板子的影響

一、研究方法：

準備各式材質不同的板子，分別置入冰箱中，記錄變化情形。

二、研究結果：

板子種類 霧氣 有無 經過時間	玻璃板	壓克力板	塑膠板	鐵板	木板	保鮮膜
1 分鐘	無	無	無	有	無	無
5 分鐘	有	有	有	有	無	無
10 分鐘	有	有	有	有	無	無
15 分鐘	有	有	有	有	無	無
20 分鐘	有	有	有	有	無	無

板子種類 霧氣 有無 經過時間	薄塑膠袋	紙板	鋁箔紙	10 元硬幣	石板	鋼板
1 分鐘	無	無	無	有	無	有
5 分鐘	無	無	無	有	有	有
10 分鐘	無	無	無	有	有	有
15 分鐘	無	無	無	有	有	有
20 分鐘	無	無	無	有	有	有



鐵板



紙板



塑膠袋



鋁箔紙



壓克力板



保鮮膜

三、研究發現：

- (一) 金屬製成的板子霧氣最容易生成。
- (二) 厚的板子比薄的板子容易生成霧氣。
- (三) 有的板子難以生成霧氣，如紙板、保鮮膜、木板、鋁箔紙。



找到霧氣了嗎？



白白的一片

【研究六】霧氣是如何自然消散的？

一、研究方法：

- (一) 將 500 毫升的錐形瓶裝滿 250 毫升的水溶液。
- (二) 把錐形瓶放在酒精燈上面加熱。
- (三) 將容易產生霧氣的物體放置於霧氣中。
- (四) 觀察霧氣的消散情形。

二、研究結果：

物體種類	霧氣消散情形
載玻片	慢慢消退，由玻璃片的四周逐漸往中央散去，形狀則由長方形 橢圓形 一個圓點。
浴室玻璃	由角落漸漸減少，逐漸往中央消散，慢慢變成一點一點的。
眼鏡	由鏡框開始消散，最後變成一點一點的樣子。
壓克力板	由邊緣消失，而中間部位有時會有霧氣先消失。
鋼板	從邊邊散開，而最後成為類似圓形。

三、研究發現：

- (一) 實驗材料中，霧氣皆是慢慢消退，由玻璃片的四周逐漸往中央散去，形狀則由長方形 橢圓形 一個圓點。
- (二) 在霧氣消散的過程中，中間部分有時會有少數區域成圓點狀先開始消散。
- (三) 物體的邊緣較難附著霧氣。
- (四) 霧氣最容易附著在物體的中間。



【研究七】不同的常見清潔用品對載玻片防霧的影響

一、研究方法：

- (一) 將 500 毫升的錐形瓶裝滿 250 毫升的水溶液。
- (二) 把錐形瓶放在酒精燈上面加熱，直到產生霧氣。
- (三) 將載玻片均勻塗抹各種不同稀釋的清潔劑。
- (四) 把載玻片放在錐形瓶之上，觀察載玻片的變化。

二、研究結果：

液體種類 變化情形 經過時間	洗衣精	洗衣粉	漂白水	柔軟精	潤髮乳
剛抹上去	無法防霧，但載玻片四周聚集一些小水滴。	可以防霧，但載玻片上有一些白色不透明的物質。	雖然可防霧，但玻璃很髒。	從載玻片旁邊開始起霧，中間部分有一些小水滴。	霧氣先出現在載玻片反面，燃燒之後，水滴自然出現。
10 分鐘	用棉花塗抹上去，乾了之後，居然可以防霧，而且載玻片上只有小水滴。	可以防霧，但四周產生一些小水珠，後來變成大水滴。	防霧效果只有一下子。	不可以防霧，仍有一些水滴。	不可以防霧。
1 小時	可以防霧，但留下一些小水珠。	可以防霧，但四周產生一些小水珠，後來變成大水滴。	不能防霧。	不能防霧。仍有一些水滴。	不能防霧。
2 小時 8 小時	可以防霧，可是周圍有水珠。	可以防霧，但四周有水珠。	不能	不能	不能
1 日 14 日	可以防霧，可是周圍有水珠。	可以防霧，但四周有水珠。	不能	不能	不能

液體種類 變化情形 經過時間	洗碗精	洗髮乳	魔術靈	沐浴乳	磨石樂	化妝水
剛抹上去	不僅可以防霧，而且沒有任何痕跡留下。	不能防霧，而且還有透明斑點附著在上面。	不能防霧，而且霧氣是從四周開始的，四周有小水滴，但是中間較多。	整個載玻片都有霧和一些小水滴。	不能防霧，而且載玻片上有許多小水滴。	剛放下載玻片，霧氣就馬上從邊邊產生。
10 分鐘	不僅可以防霧，而且沒有任何痕跡留下。	不能防霧，而且還有透明斑點附著在上面。	載玻片放到瓶口時，就產生很多水滴，霧氣是後來才出現的。	整個載玻片都有霧和一些小水滴。	載玻片一放下去，四面八方都在起霧，而且帶來小水滴。	仍然產生霧氣，中間部分產生一些小水滴，不可以防霧。
1 小時	可以防霧。	不能防霧。	仍有小水滴，不可以防霧。	整個載玻片都有霧和一些小水滴，不可以防霧。	載玻片一放下去，四面八方都在起霧，而且帶來小水滴。	仍然產生霧氣，中間部分產生一些小水滴，不可以防霧。
2 小時	可以防霧。	不能防霧。	不能防霧。	不能防霧。	載玻片一放下去，四面八方都在起霧，而且帶來小水滴。	不能防霧
3 小時 8 小時	可以	不能	不能	不能	不能	不能
1 日 14 日	可以	不能	不能	不能	不能	不能

三、研究發現：

(一) 清潔物品本身不能防霧，稀釋的清潔物品才可以防霧。

(二) 眾多清潔樣品中，經過實驗發現，可以防霧的有：
洗衣精、洗衣粉、洗碗精等三種。

(三) 經過實驗比較，無法產生防霧效果的有：

磨石樂、魔術靈、漂白水、化妝水、洗髮乳、沐浴乳、潤髮乳、柔軟精等八種。

(四) 在可以防霧的三種清潔用品中，洗碗精的效果最佳，洗衣精次之，洗衣粉最差。



將液體塗在載玻片上



不同的常見水溶液



比比看防霧效果那個好



好像殘留物質太多了

陸、結果討論：

- 一、由《研究一》及《研究二》中，我們了解霧和雲的生成方式不同，產生的高度也不同，而且霧氣會吸附許多污染物質，吸入人體，會影響人體的健康。
- 二、由《研究一》及《研究二》中，我們也可以得知霧氣會破壞機器設備，造成行車危險，威脅人類生活安全。
- 三、由《研究三》中可以得知霧氣是無所不在，而溫差是產生霧氣的主要原因。
- 四、由《研究四》的實驗中，我們得知人工造霧氣，其所產生的效果和溫度無關，但與集中霧氣的瓶口大小有關。
- 五、由《研究四》的實驗中，光線會影響霧氣的觀察及生成。
- 六、由《研究五》的實驗中，我們得知霧氣較容易依附在金屬板子上或是較厚的板子上。
- 七、由《研究六》的實驗中，我們得知霧氣消失時，是從邊緣先消失，逐漸往中央的地方越變越少。
- 八、由《研究六》的實驗中，霧氣在消失的過程中，有時會從中間部分成點狀消散，但是持續時間不如邊緣消散來得長。
- 九、由《研究七》的實驗中，我們發現稀釋的洗碗精、洗衣粉、洗衣精可以用來防霧。
- 十、由《研究七》的實驗中，我們知道洗碗精的防霧效果最佳，可以阻止水滴凝聚；洗衣精的效果次之，物體邊緣會聚集小水滴；洗衣粉的效果最差，邊邊會凝聚大水滴。

柒、建議與改進（後續研究）

- （一） 如果時間及材料許可的話，可以實驗更多的材質，內容會更豐富。
- （二） 限於學校的研究器材，我們無法分析霧所含的污染物質種類，但這是一個很棒的研究題材。
- （三） 經過這一次的實驗，了解家庭洗澡用水、洗碗用水，學校清潔用水，除了可以用來澆花外，還可以拿來清洗車窗、玻璃窗，自然而然有防霧效果，不用刻意去買防霧器。
- （四） 除了使用家庭、學校中常見溶液防霧外，是否有其它方式除霧呢？
- （五） 如果時間許可，針對清潔劑防霧部分，可以和市售防霧劑相互比較，找出防霧的因子。

捌、參考文獻

中國科普博覽網站：<http://www.kepu.com.cn/>

王敬東 / 于啟齋 (民 89): 現代氣象探秘。凡異出版社，P.45 - P.48。

台灣中華辭海編輯委員會 (民 84): 辭海。台北市：台灣中華書局。

交通部台灣區國道高速公路局：<http://www.freeway.gov.tw/>

交通部氣象局網站：<http://weather.seed.net.tw/docs/index.html>

雲與氣膠實驗室：地球環境概論，<http://aerosol.as.ntu.edu.tw/>

國立台灣科學教育館 (民 84): 自力科學研習，P.55 - P.60。

國立台灣科學教育館 (民 88 年): 中華民國第三十九屆中小學科學展覽會優勝作品專輯
國小組，P.282 - P.291

陽明書局編輯部 (民 76 年): 最新科學百科，全書輔新書局出版，P.584 - P.588