

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

第三名

081525

揭開空氣中水汽的奧秘

臺北市大安區古亭國民小學

作者姓名：

小四 鄭宇君

指導老師：

邱春娥 劉仁春

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：揭開空氣中水汽的奧秘

關 鍵 詞：空氣、水蒸氣、二氧化碳（最多三個）

編 號：

作品名稱：揭開空氣中水汽的奧秘

摘要

從自然與生活科技課本的第四冊第三單元「空氣的秘密」中，我瞭解到空氣是聞不到、看不到、摸不到的氣體。它的組成份以氮氣(78.08%)和氧氣(20.95%)為主，另外還由二氧化碳(0.03%)、少量的惰性氣體(氫氣、氬氣等)，以及水蒸氣和懸浮微塵等混合組成。因此我們針對混合在空氣中令人看不見的水蒸氣進行研究。但該如何來製作攝取空氣中水蒸氣的實驗裝置呢？在老師的指導下，我們設計由抽氣機、U型管、漏斗和橡皮管連接起來攝取空氣中的水蒸氣。經過冷凝後，U型管內的水蒸氣會凝結成爲水。如照片所示。實驗器具製作完成後，我們先在校內不斷嘗試，運用熟練後就到校外，如住宅區、公園、市場、十字路口等地區攝取水蒸氣液化水，並比較各地區的液化水量，同時利用化學試藥來檢測這些液化水中所含有的物質，及這些物質含量的多寡。由於液化水的檢驗，讓我們瞭解各地區的液化水中含有二氧化碳、硫化物及有機物等，這些物質的含量如果過高，會造成空氣污染，進而危害我們的身體健康，由此可知清淨環境中的空氣是非常重要的。

壹、 研究動機

在自然與生活科技課本中有一單元叫「空氣的秘密」，透過這個單元，讓我由生活中的經驗，觀察空氣的存在，發覺空氣雖然看不見，但卻佔有空間，具有重量，會流動形成風，它除了由氮氣、氧氣等主要氣體組成外，其中還有水蒸氣及懸浮微塵等。特別是這些看不到、摸不到的水蒸氣到底是什麼？我們該怎樣來攝取空氣中的水蒸氣呢？它究竟含有什麼物質？性質又怎樣？…等等這些問題激起了我探索水蒸氣的興趣，於是我展開了下面一系列的研究。

貳、 研究目的

- 一、設計製作液化水蒸氣的實驗裝置。
- 二、如何攝取多量的水蒸氣液化水。
- 三、比較學校及校外學區內的空中水蒸氣的液化量。
- 四、探討空中水蒸氣究竟含有何種物質。

參、 研究設備及器材

- 一、研究設備：抽氣機、電錶、酸鹼計、天平。
- 二、研究器材：燒杯、U型管漏斗、橡皮管試管、溫度計、鐵架、食塩、冰塊、硫酸、過錳酸鉀、石灰水、醋酸鉛試紙。

肆、 研究過程或方法

一、設計製作攝取空中水蒸氣的實驗裝置及操作方法：

(一)製作實驗裝置：

把抽氣機、U 型管和漏斗等儀器用橡皮管連接起來，製成攝取空中水蒸氣的實驗裝置。



(二)操作方法：

- 1.將 U 型管洗淨烘乾，乾燥後秤空管的重量。U 型管兩端分別以橡皮管連接抽氣機與漏斗，然後放入燒杯裏，並放一些冰塊和鹽攪和，把 U 型管包埋起來。再把整個燒杯放入保麗龍箱裡保溫。
- 2.實驗器裝好後，按電源，周圍的空氣就從漏斗口進去，經過冰冷的 U 型管時，空氣中的水蒸氣就凝成小水滴留在管內，其餘的氣體就被排出去了。
- 3.抽氣完後，取出 U 型管，把管外的水擦拭乾淨，再秤量裝有液化水的 U 型管重量，減去空管的重量，就是所攝取的液化水量。



觀察所收集的液化水



以天平秤量液化水重量

二、探討抽氣的速度與液化量的關係：

(一)調節抽氣速度：以電壓的高低來調節。當電壓高時，馬達的轉速快，抽氣就快。

(二)把儀器裝置好，調節電壓，經過 2 小時抽氣後，比較不同速度下各管內的液化水量。

三、比較學校及附近區域的液化水量

(一)教室與操場的比較

- 1.把實驗裝置分別裝置於教室或操場。
- 2.把電壓調節於 75V，經 2 小時抽氣後，比較其液化的水量。

(二)住宅區、公園與市場之比較

(三)十字路口交通尖峰與離峰時間之比較

測量上班尖峰時間(上午 7~9 時)與平常離峰時間(下午 1~3 時)的溫、濕度並比較其液化水量

- 攝取水汽地點：
- 1.住宅區：公寓
 - 2 公園：古莊公園
 - 3 市場：龍泉市場
 - 4 十字路口：羅斯福路，辛亥路交叉



住宅區公寓



學校附近的古莊公園



羅斯福路，辛亥路交叉路口



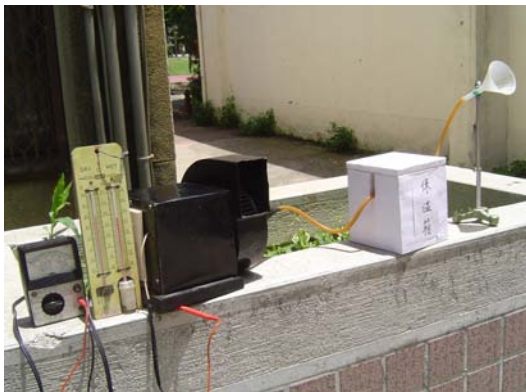
學校附近的龍泉市場



在教室內攝取空中水汽



在操場上攝取空中水汽



在室外攝取空中水汽



在公園內攝取空中水汽



在十字路口攝取空中水汽



在住宅區內攝取空中水汽

四、調查學校、住宅區、公園、市場及十字路口，包括十字路口(一)：指平常離峰時間與十字路口(二)：上班尖峰時間之空中水蒸氣所含有的物質

(一)檢驗酸鹼度

1.把酸鹼計浸入液化水裡，測出液化水的酸鹼值

(二)檢測有機物含量

1.取 0.3 公克的過錳酸鉀溶解於 100ml 的水，成為 0.3%的溶液。

- 2.把 0.3%的溶液取出 10ml，再溶解於 100 ml 的水，變成 0.03%的溶液。
- 3.取出液化水 1ml 注入試管，加上濃硫酸 0.1ml(約滴管 2 滴)，然後把試管放在熱水裏，加熱到 70°C 左右。
- 4.把過錳酸鉀溶液滴一滴到試管中的液化水裡，然後輕輕搖動試管，如紫紅色消失再加一滴，如此加到溶液變紫紅色為止。
- 5.最後把滴下的次數記錄下來，滴數愈多表示液化水中所含有的有機物質愈多。

(三)檢測二氧化碳含量

- 1.把液化水取出 2ml 注入試管內，加上石灰水 2ml，輕輕搖動。
- 2.比色法：將牛乳取出 1ml 溶解於水 1000 ml，後注入試管少許，然後在桌上鋪墊一張黑紙，上面放置上述二支試管，同時由上面放眼比較兩支溶液的乳白色程度，如不同時可調節牛乳溶液，使之兩支色度一致為止。
- 3.最後測量牛乳溶液的高度，便可比較從各處攝取來的液化水中所含的二氧化碳的量。

(四)檢測硫化物的含量

- 1.將液化水滴一滴在醋酸鉛試紙上，然後觀察醋酸鉛試紙的反應。



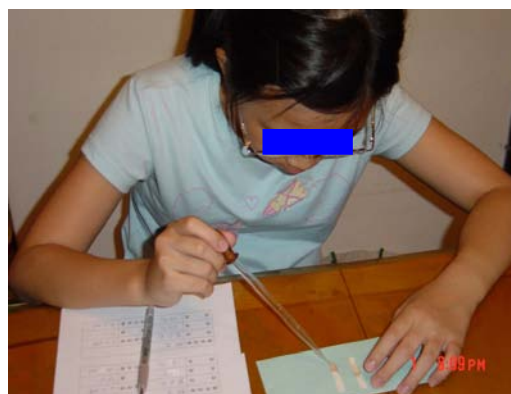
測量液化水的 pH 值



檢測液化水的有機物含量



檢測液化水的二氧化碳含量



檢驗液化水中的硫化物

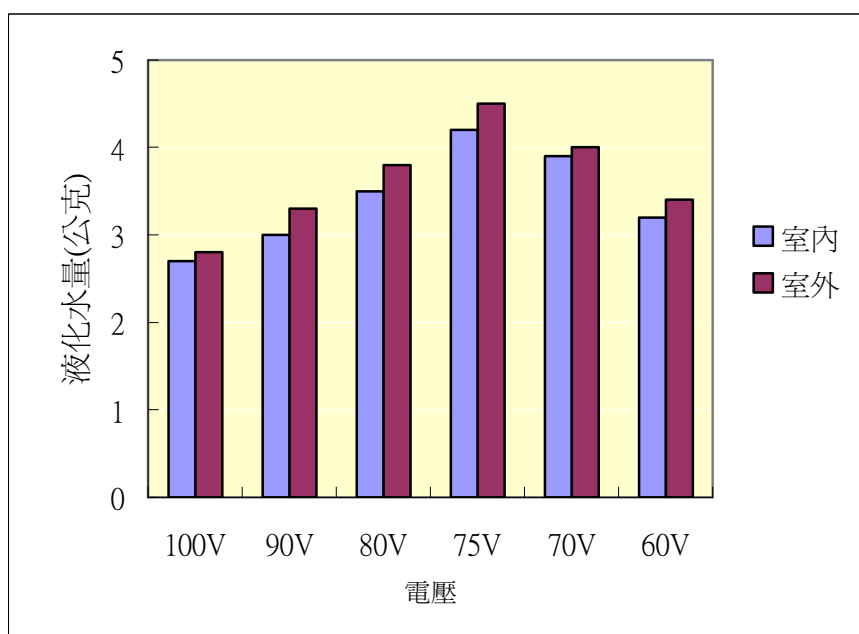
伍、 研究結果

一、抽氣的速度與液化量的關係

在不同電壓下，於室內及室外分別抽氣 2 小時後所收集到的液化水量

(液化水：公克)

室	液化水 電壓	100V	90V	80V	75V	70V	60V
	天數						
內	第一天	2.6	2.9	3.7	4.1	3.8	3.2
	第二天	2.9	3.1	3.4	4.3	4.0	3.3
	第三天	2.7	3.0	3.5	4.2	3.9	3.1
	平均	2.7	3.0	3.5	4.2	3.9	3.2
外	第一天	2.9	3.3	3.8	4.5	4.0	3.3
	第二天	2.7	3.1	3.6	4.3	3.9	3.5
	第三天	2.8	3.4	3.9	4.6	4.0	3.4
	平均	2.8	3.3	3.8	4.5	4.0	3.4



我們發現：電壓 75V 時，在一定的時間內收集的液化水量最多。

在不同電壓下，所收集到的水蒸氣冷凝結霜的情形：



70V



75V



80V

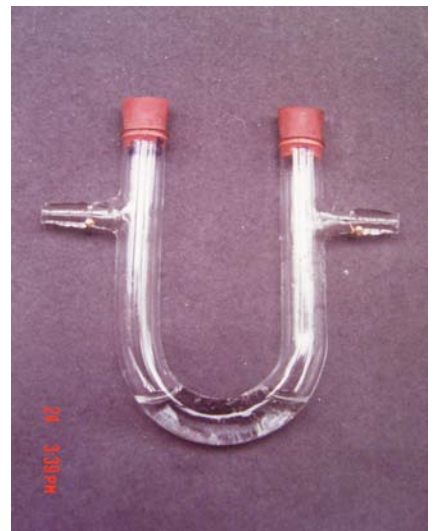
攝取的水蒸氣冷凝結霜至溶解為液化水的過程：



結 霜



溶 解



液 化 水

二、攝取學校及附近區域的液化水量的比較

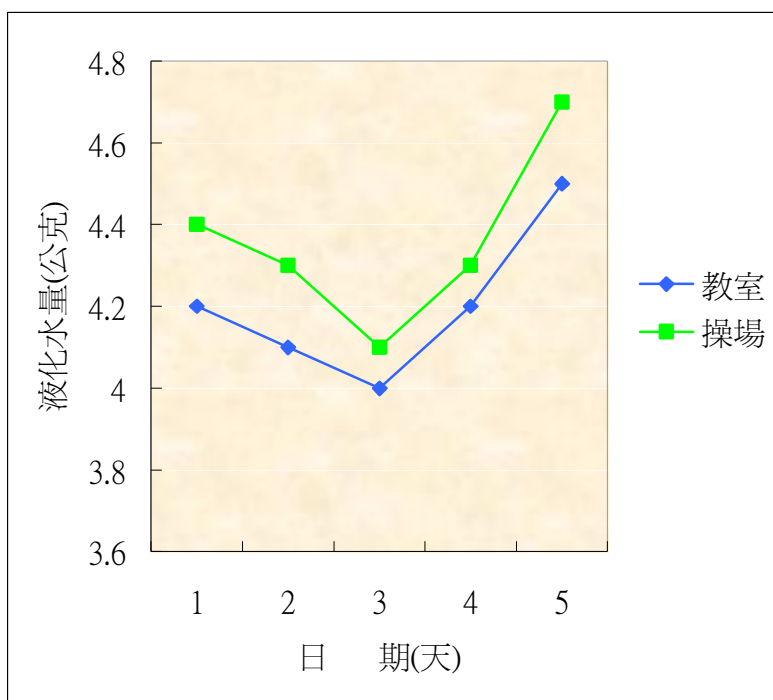
(一) 教室與操場的比較

測量五天中教室與操場的溫、濕度變化及收集的液化水量

溫度：℃

液化水：公克

測量地點		日期				
		第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
教室	氣溫	19	18	16.5	17	22
	濕度	83%	83%	83%	88%	85%
	液化水	4.2	4.1	4.0	4.2	4.5
操場	氣溫	20	17	15.5	18	23
	濕度	84%	83%	88%	83%	85%
	液化水	4.4	4.3	4.1	4.3	4.7



我們發現：1.空氣中水蒸氣的含量，隨氣溫的變化而不同，氣溫高時水汽的含量就大。
2.室外（操場）的空中水汽的含量都比室內（教室）多。

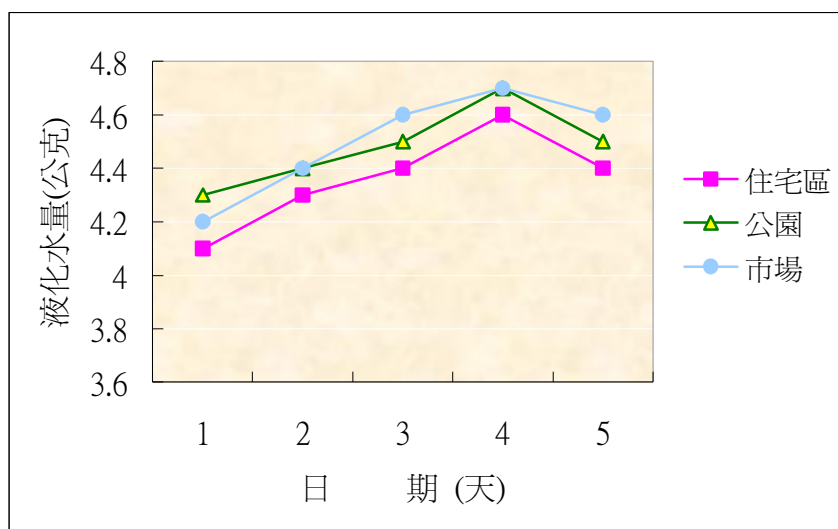
(二) 住宅區、公園與市場之比較

測量五天中住宅區、公園與市場的溫、濕度變化及收集的液化水量

溫度：℃

液化水：公克

測量地點 \ 日期		第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
		住宅區	氣溫	15.5	17	20
住宅區	濕度	83%	83%	85%	85%	84%
	液化水	4.1	4.3	4.4	4.6	4.4
	公園	氣溫	15	16	19	22
公園	濕度	83%	88%	89%	85%	85%
	液化水	4.3	4.4	4.5	4.7	4.5
	市場	氣溫	14.5	18	21	22
市場	濕度	89%	89%	89%	84%	88%
	液化水	4.2	4.4	4.6	4.7	4.6



- 我們發現：**
1. 公園樹木林立，可調節空氣，氣溫比住宅區稍低，但水蒸氣含量卻比住宅區高。
 2. 傳統市場裡人潮多，環境潮濕，水蒸氣的含量也較高。

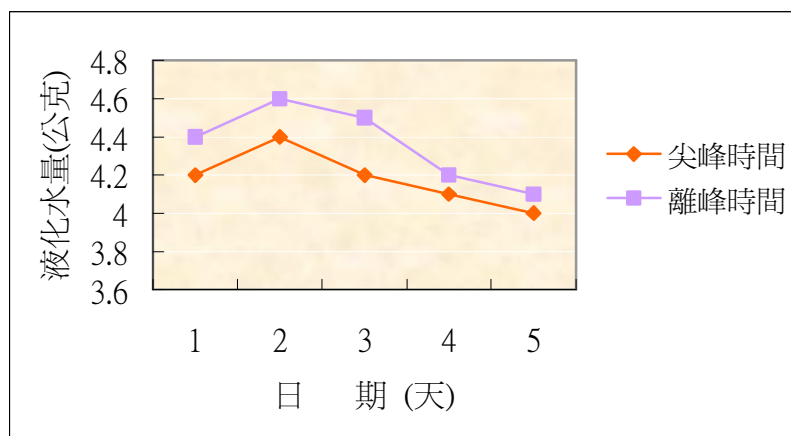
(三) 十字路口交通尖峰與離峰時間之比較

測量五天中十字路口在上班尖峰時間(上午 7~9 時) 與平常離峰時間(下午 1~3 時)的
溫、濕度變化及收集的液化水量

溫度：℃

液化水：公克

日期 測量時間		第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
		尖峰時間	氣溫 20.5	21	20	18
尖峰時間	濕度	83%	84%	83%	83%	80%
	液化水	4.2	4.4	4.2	4.1	4.0
	離峰時間	氣溫 21.5	22	21.5	19	17
離峰時間	濕度	85%	85%	85%	84%	80%
	液化水	4.4	4.6	4.5	4.2	4.1



我們發現：尖峰時間車流量大，車輛往來頻繁，機動車輛排放廢氣多，可能因此影響空氣中的水汽，因此在上班尖峰時間所測得的水汽含量都比離峰時間少。

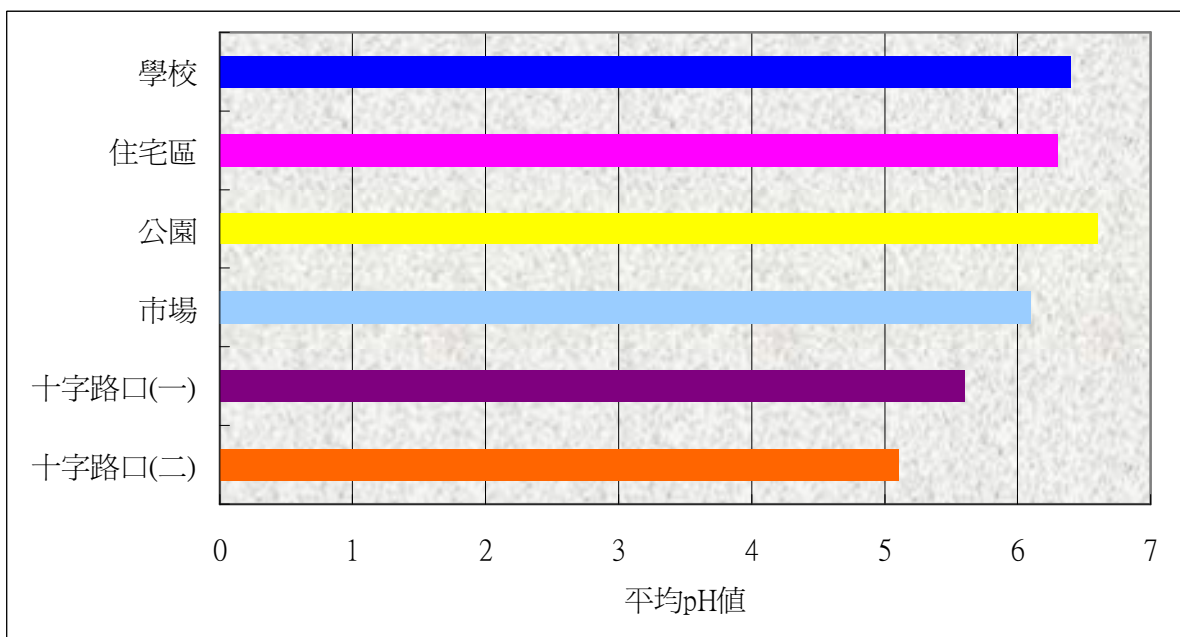
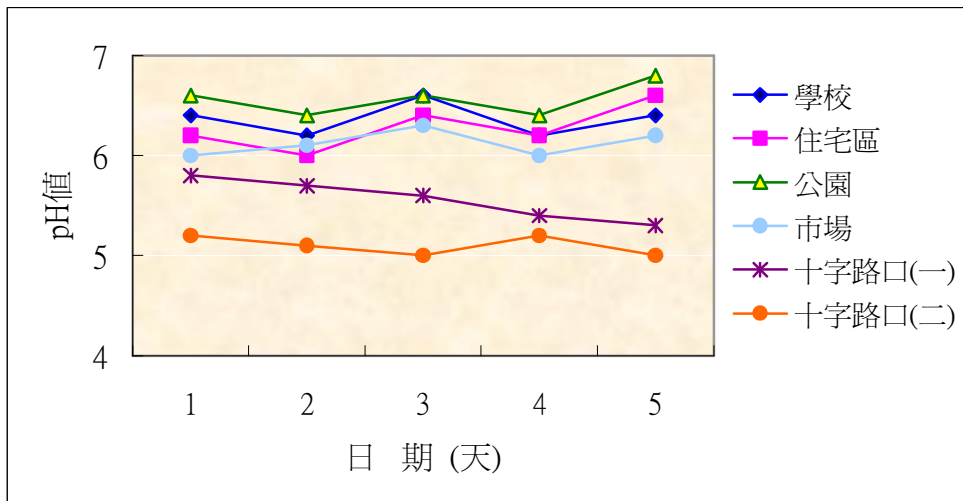
三、調查學校及附近區域之空中水蒸氣所含有的物質

(一) 液化水的 pH 值

測量學校及附近區域所收集到的液化水的 pH 值

pH 值 地點*	日期					平均
	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	
學校	6.4	6.2	6.6	6.2	6.4	6.4
住宅區	6.2	6.0	6.4	6.2	6.6	6.3
公園	6.6	6.4	6.6	6.4	6.8	6.6
市場	6.0	6.1	6.3	6.0	6.2	6.1
十字路口(一)	5.8	5.7	5.6	5.4	5.3	5.6
十字路口(二)	5.2	5.1	5.0	5.2	5.0	5.1

*, 十字路口(一)交通離峰時間, 下午 1 至 3 時。十字路口(二)上班尖峰時間, 早上 7 至 9 時。



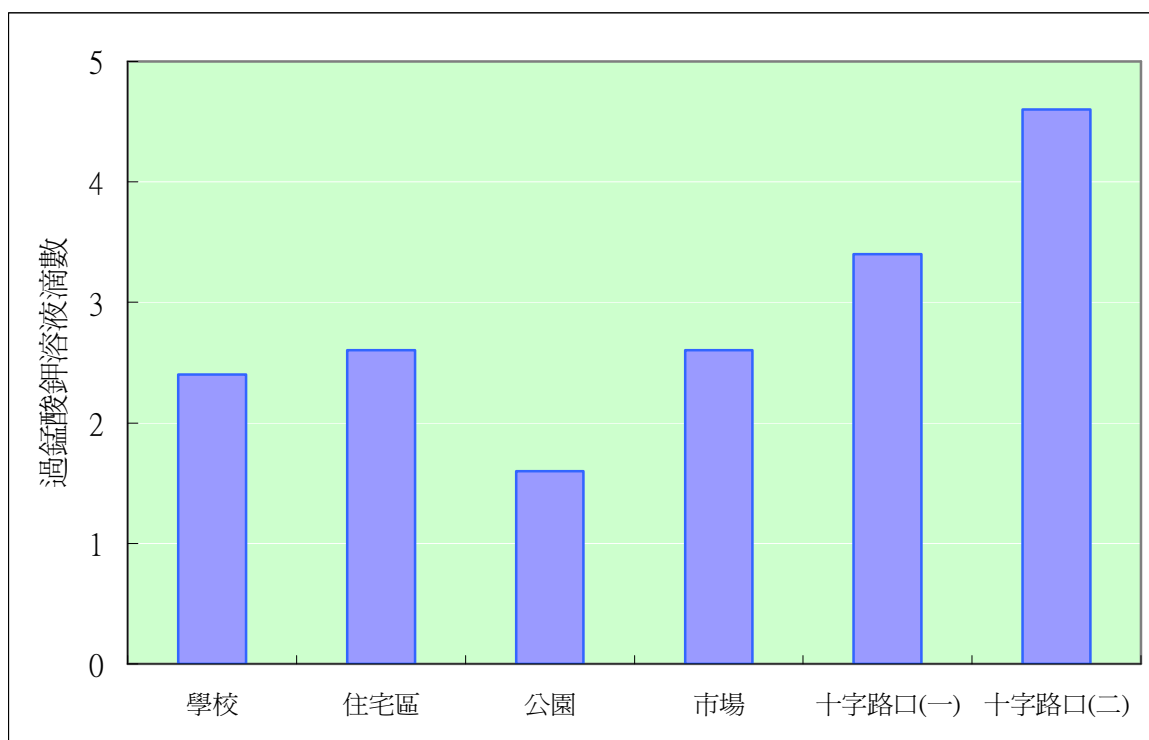
我們發現：1.從十字路口攝取的液化水含有的酸性較其它區高，尤其是在上班尖峰時間的十字路口所測得的液化水 pH 值最低。

2.十字路口的酸度較高，表示十字路口的水氣裡溶解多量的二氧化碳。

(二) 以過錳酸鉀溶液來檢測液化水中的有機物含量

收集學校及附近區域的液化水，用過錳酸鉀溶液滴定所得之滴定數

地點	日期					平均
	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	
學校	2	3	2	3	2	2.4
住宅區	2	3	2	3	3	2.6
公園	1	2	2	2	1	1.6
市場	2	3	3	3	2	2.6
十字路口(一)	3	4	3	4	3	3.4
十字路口(二)	5	5	4	4	5	4.6

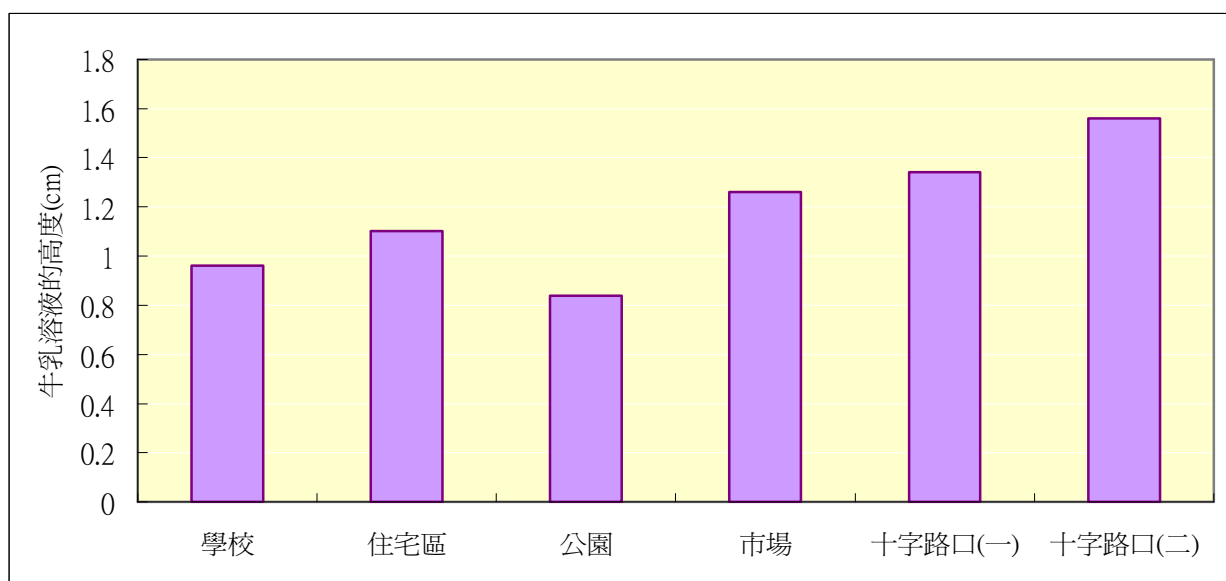


我們發現：1.在上班尖峰時間的十字路口所測得的過錳酸鉀溶液滴數比其他地區高，其次是離峰時間的十字路口。因十字路口車輛多，廢氣不斷的排出散佈於空中，所以十字路口的空氣中含有多量的有機物質。

2.公園裡人口稀少，且有許多樹木可調節空氣，因此水汽中所含的有機物質較少。

(三) 以石灰水來檢測液化水中的二氧化碳含量

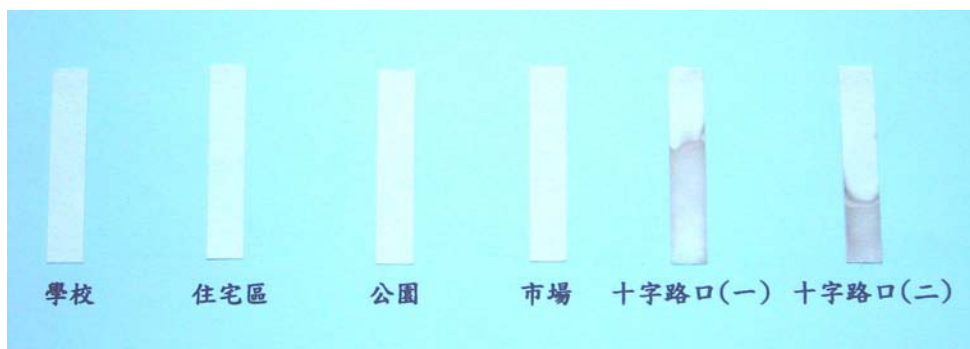
高度 地點	日期					
	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	平均
學校	1.1	0.9	0.8	0.9	1.1	0.96
住宅區	1.1	1.0	1.2	1.2	1.0	1.10
公園	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.84
市場	1.3	1.2	1.3	1.3	1.2	1.26
十字路口(一)	1.3	1.3	1.4	1.4	1.3	1.34
十字路口(二)	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.56



- 我們發現：**
1. 液化水加上石灰水時發現試管底有白而細的沉澱物。
 2. 從十字路口和市場等地方所攝取的液化水加上石灰水時，所呈乳白色較其他地區明顯，表示該兩區的水汽裡含有不少的二氧化碳。

(四) 檢測硫化物的含量

各區域對醋酸鉛試紙的反應不明顯，只有從十字路口攝取的液化水呈現出灰黑色，尤其是在上班尖峰時間更為明顯，而其它地區都沒有什麼反應。



我們發現： 十字路口附近的空中水汽裡含有硫化物。

陸、 討論

- 一、抽氣速度慢時，通過 U 型管內的空氣量較少，所以收集的液化水就少。當抽氣速度過快，通過 U 型管時，有些水蒸氣未被冷卻為液體，就從出口排出，因此抽氣速度過快時，液化水量也較少。
- 二、當空氣中的水蒸氣遇冷空氣時，便凝結產生水，空中水汽的多寡，也就是在氣象播報中所聽過的「濕度」，表示空氣中所含水汽的指標。因此當空氣中水汽過多時，也就代表該地區的相對濕度較高。尤其台灣的四周圍環海，我們所居住的環境濕度都較高，因此身體多會感覺到濕濕粘粘的，不舒服的感覺。
- 三、測定空氣中水汽的有機物含量時，發現從十字路口的液化水所測得的過錳酸鉀溶液滴數比其它地區高，尤其是交通尖峰時期的十字路口。這主要是受到工業發達與都市發展的影響，由於工廠林立，車輛擁塞，汽機車及工廠燃料燃燒不完全所排放出來的廢氣，是空氣中有機物或微塵的主要來源，所以受污染的空氣不一定是黑黑髒髒的，很多空氣污染物質是無色無味的，會在不知不覺中悄悄地危害我們的健康。
- 四、調查學校附近區域的空中水汽，當液化水加入石灰水時會呈現乳白色反應，其中十字路口的液化水變成的乳白色比其它地區的反應明顯，由此可知十字路口的水汽中含有較多的二氧化碳。其實二氧化碳是空氣中的正常成份之一，原本不被認為是污染物，但近數十年來由於人們大量使用石化燃料，產生大量的二氧化碳，使二氧化碳含量逐年增加。二氧化碳會吸收紅外光，減少地球熱能的逸散，而使地面氣溫上升，造成溫室效應。
- 五、從實驗結果發現十字路口的水汽中含有硫化合物，它可能是二氧化硫，這種氣態污染物，主要是來自於燃燒石化燃料所產生的氣體。而二氧化硫在陽光照射下會與大氣中的氧作用生成三氧化硫。若長期吸入二氧化硫會影響黏膜或細胞的正常功能，會使氣管炎、氣喘、肺氣腫的病患增加及病情惡化。二氧化硫和三氧化硫又會和大氣中的水汽反應，形成霧狀的亞硫酸及硫酸，這些是造成酸雨的主要物質。

柒、 結論

- 一、應用抽氣機、U 型管、漏斗等儀器用橡皮管連接起來就可以製成一套既簡便且效果良好的液化水汽的實驗裝置，並且從攝取水蒸氣的實驗中我們明白了空中到處都含有水汽。
- 二、抽氣的速度與液化水量有密切的關係，實驗結果以電壓 75V 時的速度最適宜，這時所攝取的液化水量最多。
- 三、液化水帶酸性，實驗結果十字路口的液化水酸性較高，公園裡的液化水酸性較低。所以空氣中的水汽是酸性的。
- 四、空中水汽的有機物質含量，也隨地區而有所不同。在實驗結果中，發現十字路口的液化水所含的有機物質較多，由此得知十字路口的空氣污染較為嚴重；尤其，是在車輛擁塞的交通尖峰時間，空氣品質更不好。
- 五、空氣中的水汽含有二氧化碳。從學校及附近區域所攝取的液化水加入石灰水時，會

使液化水變成乳白色，由此可知液化水裡含有二氧化碳，其中以十字路口的液化水含有較多的二氧化碳。

- 六、從十字路口所攝取的液化水，滴到醋酸鉛試紙時，會顯出灰黑色的反應，由此可知十字路口的空中水汽裡含有會污染空氣的硫化物。
- 七、由液化水的檢驗，使我們知道各地區的空中水汽裡含有不同的物質，如有機物質、二氧化碳及硫化物等，若能有效的控制這些污染物的產生，或在製造生產程序中先除去易造成污染的物質，或者我們也可以藉由太陽能、水力等發電設備，減少使用高污染性的能源或物質，便能淨化環境中的空氣。

捌、 參考資料及其它

- 一、 自然與生活科技教學指引(第四冊) 牛頓出版社
- 二、 自然與生活科技自修(第四冊) 牛頓出版社
- 三、 余秋華譯(民 88)：水和空氣的 100 個秘密 稻田出版社
- 四、 張豐榮編譯(民 77)：空氣的性質與實驗 暢文出版社
- 五、 國民小學自然課本第五冊 國立編譯館
- 六、 自然學堂 <http://www.naturalking.net>
- 七、 環保生活資訊網「呼吸」資訊區 http://gaia.org.tw/main/index_air.htm

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 自然科

第三名

081525

揭開空氣中水汽的奧秘

臺北市大安區古亭國民小學

評語：

使用簡單的設計，2 小時即可求得空氣中之水與溶於水之 CO₂，污染物與有機物並由此設計可測得某些地點之空氣品質，圖表清淅，解決問題頗有創意，邏輯思考完整。