

屏東縣第64屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：地球科學

組 別：國小組

作品名稱：煙消雲散—模擬雲霧生成條件之研究

關 鍵 詞：雲、霧、凝結核、對流

編號：A5004

煙消雲散—模擬雲霧生成條件之研究

摘要：本研究利用冰塊、量筒、熱水、線香等材料去模擬形成雲霧的實驗，探討在量筒內如何產生濃厚、上下翻騰，維持一定高度的雲霧效果。研究結果發現上方的冰塊放太久，與下方的熱水溫度太高(100度)，並不容易產生濃厚不易消散的雲霧，反而是線香的燃燒與冰塊放置的時間不能太長，約在1分30秒，且量筒下方的水溫不能太高，約65°C~55°C，此時與外界的溫差較小，對流較弱。此外，放置冰塊的時間要與線香燃燒同時進行，等條件配合下才能製造出上下翻騰且維持一定高度數分鐘的雲團效果。

壹、前言

一、研究動機

雲與霧的形成都需要水蒸氣上升到空中遇冷降溫，並以空氣中微小的粒子作為「凝結核」，逐漸凝結成小水滴或冰晶，若飄浮在空中，就是我們看到的雲，若飄浮於地面附近，就形成霧。自然課本中模擬雲霧的實驗中，利用冰塊、熱水與線香製造「上冷下熱合併凝結核」的環境來模擬生成雲霧的現象，過程中發現有的雲霧可以維持較久的時間，有些則很快消散，沒有進一步探究這些材料在不同的組合條件與方式下，產生雲霧的效果。第51屆國展作品騰雲駕霧研究壓力差的改變對形成雲造成的影響，並未考慮「凝結核」對造雲的影響。因此，我們想進一步延伸課本的實驗，及擴展先前的研究，探討是在哪些條件下會影響模擬雲霧的效果，及各項條件下所形成的雲霧效果如何。

二、研究目的

- (一) 探討線香在量筒內不同開口的燃燒的時間。
- (二) 探討不同條件組合下，影響模擬雲霧形成的最佳效果。

三、文獻回顧

(一)歷屆科展作品比較：

參考來源	作品名稱	內容摘要	與本研究之相關性
第51屆中小學科展，地球科學	騰雲駕霧	設計製作可調整氣壓的裝置，探討裝置壓力改變時，溫度的變化，對形成雲霧的不同，及氣壓裝置的各項條件，對雲霧造成什麼影響。	利用上冷下熱的溫差環境，模擬形成雲霧的效果，並探討凝結核對生成雲霧效果的影響。
第60屆中小學科展，地球科學	東眼山—天空中的瀑布	利用自製雲霧的裝置，證實形成雲霧的大氣條件，並透過搜集資料與實地踏查東眼山，探究東眼山為何能出現美麗雲瀑的原因。	依據『東眼山』研究發現，雲瀑生成需要實際兩方的溫度差異造成冷空氣向下，溫度高的背風面向上生成雲瀑，因此本研究利用熱水、冰塊等材料造成溫度的差異去形成類似會上下翻騰的”雲海”狀態，探討最佳的造雲條件。

(二)實驗原理

1. 雲的形成

雲的形成是由空氣中的水氣凝結而成，凝結需要空氣中的水氣達到飽和，要讓大氣達飽和的方法可以有兩種，定溫下增加水氣含量，或定壓下降低溫度。自然界中常見的方式為降溫。除了大氣中的水蒸氣上升後，**遇冷凝結的條件外，還需要大氣中微小粒子作為「凝結核」，逐漸形成小水滴或冰晶進而形成雲。**

2. 霧的形成

霧是接近地表的一種雲，兩者很難劃分；有時在平地看起來是層雲，但在山際或山頂看起來卻是霧，兩者都可視為**懸浮於空中的水滴或冰晶**。根據國際對於霧的定義：當這些懸浮的微細水滴，使得水平方向的能見度等於或小於1公里時，才稱之為霧。霧依其原因可以分成輻射霧、平流霧、蒸氣霧、上坡霧、鋒面霧等。在台灣以輻射霧及平流霧最為常見，在冬、春季節發生的機會最多。

3. 凝結核

懸浮於大氣中的微粒，能幫助大氣中的水氣於其上凝結成小水滴。凝結核是固態、液態或兩者的混合物所組成，化學成份複雜。常見的凝結核通常可分成兩類一種是不可溶但能為水溼潤的粒子，如沙、塵埃；另一種是可溶性的鹽類，如硫酸鹽、硝酸鹽、氯化鈉等。若空氣十分純淨，無凝結核存在，水氣不容易凝結，因此，**凝結核在成雲致雨過程中是必不可少的。**

4. 對流

流體和容器之間有溫度差時，因為溫度的差異會使得流體之間的密度不同，當液體或氣體受熱時，體積膨脹，密度減少，逐漸上升，其位置由周圍溫度較低、密度較大的物質補充之，此物質再受熱上升，周圍物質又來補充，如此循環不已，遂將熱量由流動之流體傳播到各處。

自然對流是對流的一種類型，是指在流體之間僅有溫度差存在時發生的運動，例如，熱空氣上升冷空氣下降（因為熱空氣密度較冷空氣小所以會上升，反之冷空氣密度較熱空氣大所以會下降）。

在自然界中，**在雲形成及其能量釋放和傳輸中，發生的對流稱為對流單體**。當空氣沿著地面移動時，它會吸收熱量、降低密度並向上浮。當它進入氣壓較低的大氣時，它不能像在低海拔地區那樣包含較多的液體，因此其中的水蒸氣將凝結為液體或固體，從而產生降水，在此過程中，暖空氣被冷卻；暖氣團密度增加而下沉，往復循環。（取自維基百科

<https://zh.wikipedia.org/wiki/對流單體>）

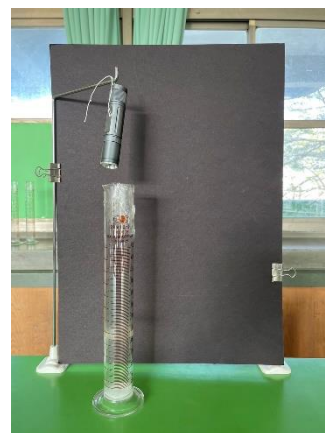
貳、 研究設備及器材

一、實驗器材：250ml 量筒、支架、黑色模型紙板、保鮮膜、手電筒、線香、冰塊、電磁爐、iPad、紅色雷射筆

二、模擬雲霧裝置：

用 2 個支架及長尾夾將黑色紙板固定，支架上方吊掛一個手電筒。下方是 250ml 的量筒(如右圖)。使用 iPad 碼錶的分圈記時功能記錄雲霧持續的時間。

在判斷雲霧的效果，除了直接觀察外，也使用雷射筆照射量筒內，利用霧氣反射的廷得耳效應輔助觀察，判斷雲霧的濃厚差異。



參、 研究過程與結果

模擬雲霧生成實驗，分成下列階段：

操作階段	下方熱水	燃燒線香	上方放置冰塊	移開冰塊
目的	產生水蒸氣	搜集凝結核，可附著於水氣	降低溫度，遇冷凝結小水滴	雲霧產生

表 1 模擬雲霧實驗操作階段

(一) 線香在量筒中燃燒的情形。

【實驗一】量筒的開口大小的與線香燃燒的關係。

模擬形成雲霧現象的實驗中，會用到線香搜集凝結核，我們想要將多一點的煙霧留在量筒內，在量筒開口處不會全部開放的情形下，需要燃燒一段時間而不熄滅，線香在量筒或玻璃容器中持續燃燒的時間是否會因為開口的大小而有所不同呢？因此，我們想要先確認線香在不同開口的燃燒時間，以利後續研究。

1. 假設：量筒開口越大，線香燃燒時間越長。
2. 方法：用保鮮膜做成量筒 4.5 公分(全開)、2.5 公分、1.5 公分，等不同的開口，0 公分(不使用保鮮膜)四種不同的開口。將燃燒的線香放在量筒中 250ml 的位置，底部水量 100ml，點燃 1 支線香，記錄線香燃燒前後的長度與時間。重複實驗三次。

3. 變因控制

操縱變因：不同開口大小的量筒

應變變因：燃燒時間

保持不變：量筒內水位高度(100ml)、水溫、線香的位置、線香數量、線香品牌

4. 結果：

開口大小	4.5 公分(全開)	2.5 公分	1.5 公分	密閉(0 公分)
線香燃燒長度 (公分)平均值	4.1	3.67	3.67	1
線香燃燒時間 (分:秒) 平均值	<5:00	<5:00	<5:00	2:06
線香燃燒速度 (公分/分鐘) 平均值	0.82	0.73	0.73	0.69
燃燒時的情形	煙從上方量筒開口流走。煙往上開口流動比較多，往下流動的煙，很快會再往上流動。水面上也會有煙霧沉積。	煙往上方，下方會流動到水面上，下方煙累積後一段時間後，會累積在 250ml 到開口的位置最多	量筒內的產生的煙量與密閉量筒內燃燒的煙量接近	燃燒的速度快煙往下流動碰到水之後，會往上流。煙在量筒內不會流出。燃燒的紅點不明顯。

表 2 量筒開口與線香燃燒速度的關係

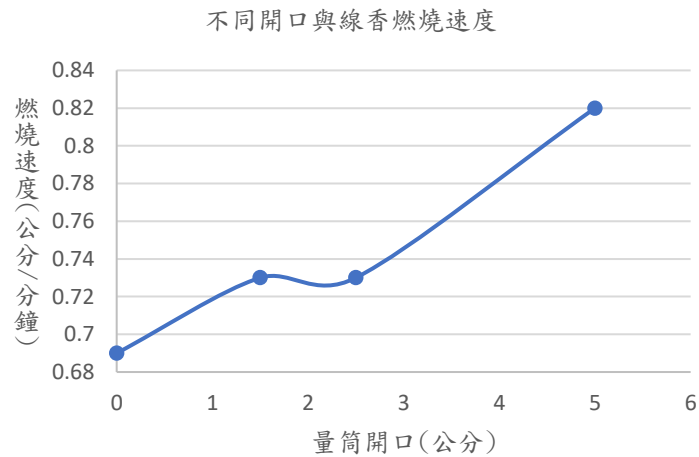


圖 1 量筒開口與線香燃燒速度

密閉的線香的燃燒時間最短，開口 1.5 公分、全開(直徑 4.5 公分)的燃燒時間都超過 5 分鐘。

5. 討論：有部份開口的量筒因為有空氣流入，所以燃燒的時間長。開口 4.5 公分，燃燒的速度最快，長度最長。開口 2.5 公分、1.5 公分燃燒速度相同。開口越大，從量筒外補充的空氣越多，所以燃燒度快。除了量筒開口密閉外，其餘開口燃燒時間都可以超過 5 分鐘。接下來我們要搜集線香的凝結核，煙不會快速的流出，要將較多的煙留在量筒內，所以選擇開口 1.5 公分。開口完全密閉雖然可以搜集最多的煙，但燃燒的時間短。

(二) 探討不同條件組合下，影響雲霧形成的效果。

【實驗二】上方溫度對製造雲霧效果的影響。

雲的形成需要有降溫的環境，模擬造雲的實驗中，量筒上方放置冰塊降溫讓下方上升的水氣可以降溫產生雲霧，上方如果是其它溫度，是否對造雲效果會有產響呢？

1. 假設：上方的溫度低，雲霧效果較濃厚，持續的時間也較久。
2. 方法：將上方溫度分成常溫水、冰塊、熱水三種不同溫度，下方 110ml，98 度的熱水，將 1 支線香放入 1.5 公分開口的量筒，燃燒 2.5 分鐘後，將常溫水袋、冰袋、熱水袋放置量筒上 2.5 分鐘，記錄觀察雲霧的效果。

另外，為了觀察雲霧在量筒內停留時間：我們將 250ml 量筒由上而下分成 0~10 公分(230ml)、10~20 公分(110ml)記錄雲霧形成後往下消散到 10 公分、20 公分所經過的時間

3. 變因控制

操縱變因：上方不同溫度

應變變因：雲霧的持續時間是從上方水袋移除後到雲霧完全消散的時間

保持不變：下方熱水的溫度(100~85 度)、線香數量 1 支、線香燃燒 2.5 分鐘、線香的品牌、線香位置(230ml 處)、下方的水量 110ml、開口 1.5 公分、

4. 結果：

上方溫度(°C)	上常溫	上冰塊	上熱水
	24.2	-2	100
下方溫度(°C)	100	100	100
雲霧消散時間 (分:秒)平均值	4:34	2:20	3:55
效果描述	①有明顯的雲霧，會上下翻騰不溢出，最後會往開口兩邊散去。中間雲霧較少。 ②0~230ml 雲霧翻騰劇烈，消失較慢 ③230~110ml 下沉的速度較快，翻騰和緩，不明顯 ④水蒸氣消散得較快，雲霧慢，都有可見的微小顆粒	①有明顯的雲霧，會上下翻騰不溢出，靠近開口上層的雲霧濃厚。 ②線香燒完冰塊一放下去雲霧的量就非常的多且濃厚 ③線香燃燒時煙也會翻騰，放上冰塊後翻騰更明顯。 ④0~230ml 雲霧翻騰劇烈，消失較快； 230~110 下沉的速度較慢，翻騰和緩，不明顯	①仍有雲霧產生，靠近上方熱水袋的雲霧稀薄。雲霧產生的位置較低，約在 250ml 的位置。 ②雲霧的高度較低，約 16 公分的位置。 熱水，上方雲霧較濃厚翻騰較久，底部量少稀薄，上方的雲霧消散後，下方會往上流動。

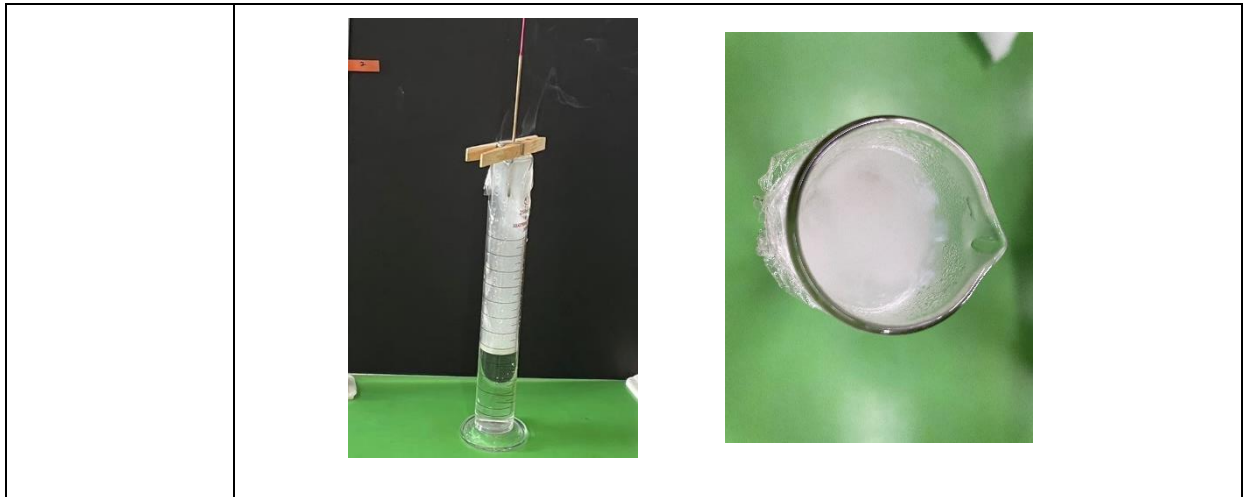


表 3 上方溫度與雲霧生成效果

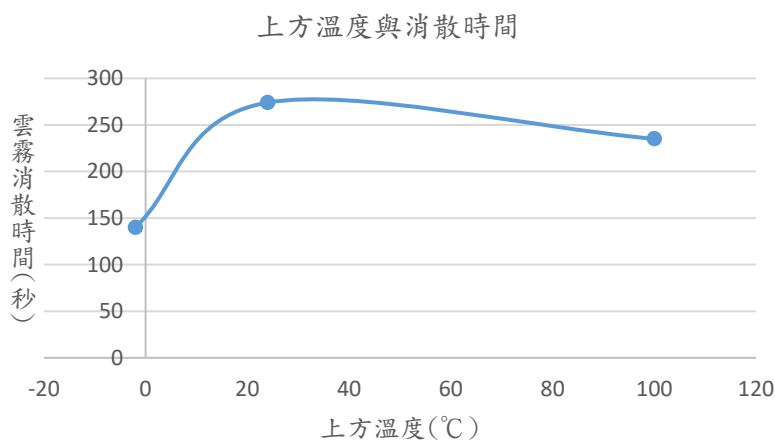


圖 2 上方溫度與雲霧消散時間

不符合假設。雲霧持續的時間常溫>熱水>冰塊。上方冰塊產生雲霧最濃厚

5. 討論：

- (1) 常溫內雲霧消散最快，推測原因是量筒下方溫度高的熱空氣上升，上方溫度較低的冷空氣下降，產生對流，上冰塊下熱水，溫差大對流效果好，雲霧消散的速度最快，且雲霧集中在量筒瓶口處，可以比上常溫水袋、熱水袋更快從瓶口消散到外界。上常溫的對流較弱，雲霧持續較久，雲霧最慢消散。上方冰水袋與熱水袋移走後與量筒上方常溫空氣溫差大，對流效果好。
- (2) 下方熱水的水氣往上後，不論上方是常溫水袋、冰袋、熱水袋，除了產生雲霧外，都會在量筒杯壁上凝結成小水滴，產生雲霧。
上方不同溫度的水袋，以上冰塊產生的雲霧較為濃厚，所以接下來模擬雲霧的實驗，量筒上方仍是放置冰塊，探討其它影響雲霧效果的因素。

【實驗三】上方冰袋放置時間的長短對雲霧形成效果的影響。

1. 假設：上方放置冰袋的時間越久，雲霧的效果越好。

2. 方法：

(1) 改變量筒上方冰袋放置的時間。

(2) 雲霧持續時間：從上覆冰塊雲霧產生後到消散為止。

(3) 其餘步驟同實驗二。

3. 變因：

操縱變因：上方冰袋放的時間(1.5 分、2.5 分、5 分、10 分)

應變變因：模擬雲霧的效果(包含持續時間、高度、濃厚)

不變變因：線香品牌、線香 1 支、燃燒的時間(2.5 分)、線香位置(230ml 處)、量筒開口 1.5cm、上方冰袋溫度、下方熱水溫度 100 度、下方的水量 110ml

4. 結果：

溫度控制	上方溫度 (°C)	0.6			
	下方溫度 (°C)	100.2			
上方冰袋放置時間(分:秒)		1:30	2:30	5:00	10:00
消散時間(分:秒) 平均值		3:39	2:20	1:47	0:53
效果描述		<p>①一開始線香在燒的時候上面只有薄薄的一層，可是下面的地方卻極為濃厚，差別很大，到了放完冰塊後等雲霧散掉後煙都很均勻。</p> <p>濃厚，雲霧會翻騰慢慢往上。雲霧最多最濃厚。</p>	<p>①有明顯的雲霧，會上下翻騰不溢出，最後會往開口兩邊散去。中間雲霧較少。</p> <p>②水蒸氣消散得較快，雲霧慢，都有可見的微小顆粒。</p>	<p>①雲霧從 3 分鐘之後慢慢不見減少，水蒸氣明顯變多，但放 10 分鐘的水蒸氣還明顯變多。</p> <p>②冰塊的溫度會影響實驗結果，所以冰塊可以做 2、3 個分次進行實驗</p>	<p>①放上冰塊後，產生很濃厚的雲霧。</p> <p>②量筒內的雲霧會漸漸減少。雲霧在上方 250ml~180ml 之間雲霧有明顯的變少。</p> <p>③10 分鐘打開保鮮膜，仍有雲霧持續上下翻騰，往量筒開口上方飄散，但較稀薄。</p>

表 4 上方冰袋放置時間與雲霧生成效果

冰袋放置時間與雲霧消散的關係

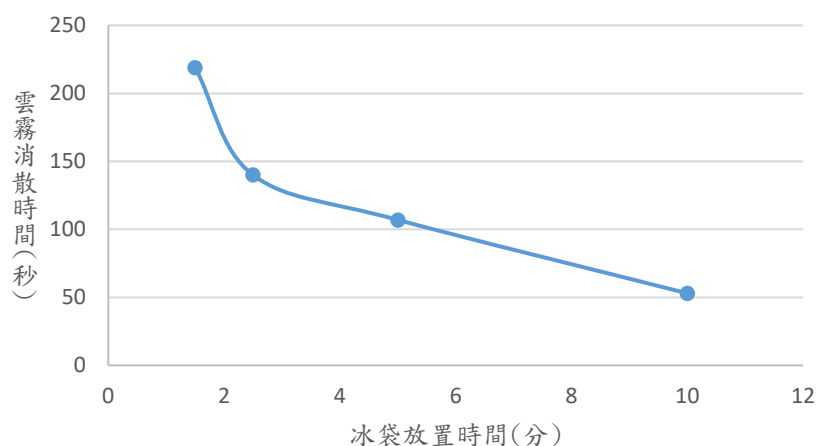


圖 3 冰袋放置時間與雲霧消散時間

不符合假設。冰袋放置的時間越短，雲霧消散的時間要比較久，冰袋放置時間較長，雲霧較快消散，與我們一開始的假設不符。

5. 討論：

冰塊沒有移開前，量筒內濃厚的雲霧就慢慢減少變稀薄了，推測可能是下方熱氣遇冷後在量筒內已形成雲霧但無法散去，凝結成小水滴，附著在冰袋下方。在線香燃燒的過程中就已經有小水滴附著在杯壁上。本來 110ml 的水位，最後也有下降到 109ml。冰袋放越久，在量筒內已經形成的雲霧變成小水滴，消散的速度反而越快。

【實驗四】下方不同水溫對形成雲霧效果的影響

1. 假設：下方溫度越高，雲霧消散的時間越久

2. 方法：

(1) 量筒上方放置冰塊，下方分成冰水、常溫、熱水 100 度、80 度。

(2) 雲霧持續時間：從上覆冰塊雲霧產生後到消散為止。

(3) 其餘步驟同實驗二。

3. 變因控制：

操縱變因：量筒底部不同的水溫溫度

應變變因：雲霧持續的時間(從開始產生到完全消散)

不變變因：

線香品牌、線香 1 支、燃燒的時間(2.5 分)、線香位置(230ml 處)、量筒開口 1.5cm、上方冰袋溫度、下方的水量 110ml

4. 結果：


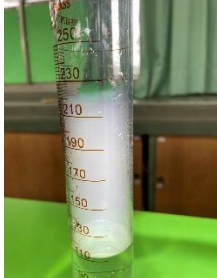

下方水溫(°C)	冰水 (2.1)	常溫 (23.5)	80 (57.7)	100 (76.7)
上方溫度(°C)	-2.45	-0.6	-0.5	-0.5
雲霧消散時間 (分:秒)	10:17	14:20	3:57	2:20
效果描述	雲霧稀薄，雷射光容易穿透，不易翻騰，會在 230ml 的位置停留很久，消散速度慢。水位最後會上升。	與冰水組的效果很像，雲霧稀薄，雷射光容易穿透，不易翻騰，會在 230ml 的位置停留很久，消散速度慢。水位最後會上升。	雲霧濃厚，翻騰劇烈不溢出，持續消散時間也比冰水、常溫水短。	①有明顯的雲霧，會上下翻騰不溢出，靠近開口上層的雲霧濃厚。 ②線香燒完冰塊一放下去雲霧的量就非常的多且濃厚 ③線香燃燒時煙也會翻騰，放上冰塊後翻騰更明顯。
				

表 5 下方不同水溫生成雲霧的效果

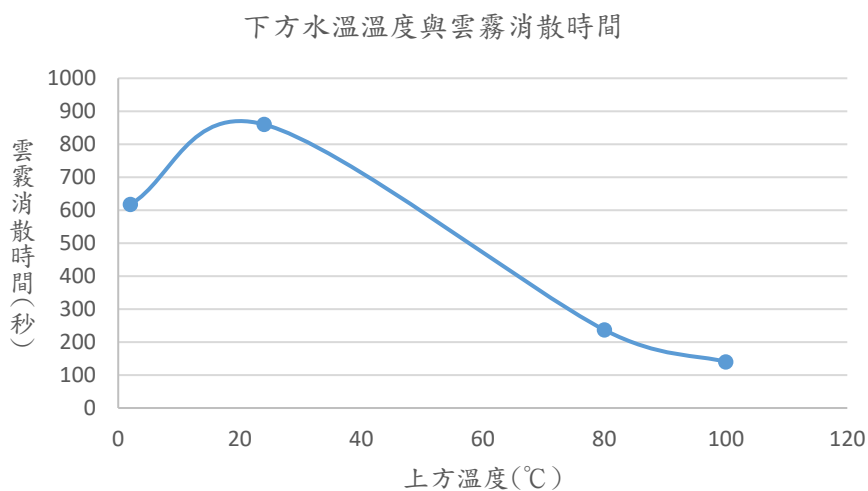


圖 4 下方水溫與雲霧消散的關係

下方水溫溫度低，生成的雲霧稀薄且消散速度緩慢；下方水溫溫度高，模擬出的雲霧消散速度快，但較濃厚。

5. 討論：雲霧消散的快慢與量筒內的對流有關係。下冰水、常溫水在冰塊移開後，上方接觸常溫的空氣，雲霧快速往上消散，在一定高度後(約 230 毫升處)停留很久。

下冰水：上方放置冰塊後，量筒內部開始產生雲霧，移走冰塊後，下冰水的溫度雖會慢慢增加，仍比上方常溫空氣低，所產生的對流開始將內部雲霧排出量筒外，但速度慢。

下常溫：因為上下方都是常溫的溫度，下方常溫水，上方常溫空氣，產生的對流較弱，排出雲霧的速度最慢。

【實驗五】線香燃燒對形成雲霧效果的影響

1. 假設：線香燃燒越多，產生的雲霧會較多，持續的時間也較久

2. 方法：

(1) 改變線香燃燒的數量。

(2) 雲霧持續時間：從上覆冰塊雲霧產生後到消散為止。

(3) 對照組：沒有線香

(4) 其餘步驟同實驗二。

3. 變因控制：

操縱變因：線香燃燒的數量

應變變因：雲霧持續的時間(從開始產生到完全消散)

不變變因：

線香品牌、線香燃燒時間(2.5 分)、線香位置(230ml 處)、量筒開口 1.5cm、上方冰袋溫度、下方水溫、水量 110ml

4. 結果：

上方溫度(°C)		-8.7	0.6	-1.6	-3.3	0.3
下方溫度(°C)		100.3(~62.3)				
線香燃燒數量(支)		0	1	3	4	5
雲霧消散時間	消散時間(分:秒)平均值	0	2:20	3:30	3:47	3:50

效果描述	<p>冰塊拿走後，有水蒸氣從量筒冒出，杯壁上有小水滴，沒有雲霧的產生。</p>	<p>①有明顯的雲霧，會上下翻騰不溢出，最後會往開口兩邊散去。中間雲霧較少。 ②水蒸氣消散得較快，雲霧慢，都有可見的微小顆粒。</p>	<p>①在燃燒線香時，雷射光仍可以穿越。 ②上方開始放置冰塊後，量筒內開始產生雲霧，雲霧上下翻騰雷射光無法穿越濃厚的雲霧。</p>	<p>①雲霧量多、濃厚時，消散的速度較慢 ②雲霧少時，消散速度快 煙霧量多，線香容易熄滅。</p>	<p>雲霧較多消散時間慢 線香，容易熄滅</p>
					

表 6 線香燃燒數量生成雲霧的效果

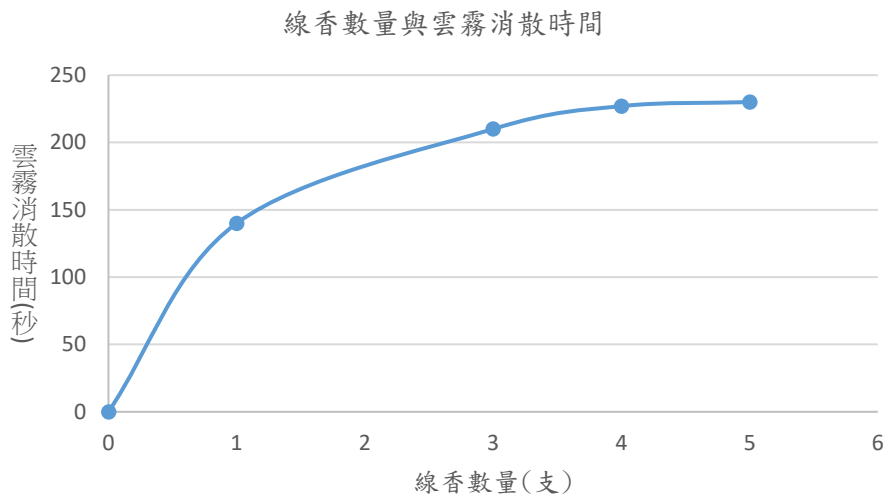


圖 5 線香燃燒數量與雲霧消散時間

線香燃燒的支數得愈多，產生雲霧濃厚，所需消散的時間也會較久。4 支與 5 支線香的雲霧消散時間差異不大。沒有線香的對照組，只有水蒸氣從量筒冒出，沒有產生雲霧。

5. 討論:

沒有線香的燃燒就沒有凝結核，無法產生雲霧。猜測線香燃香煙量的多少，會影響雲霧的效果。雖然線香越多支，雲霧消散較久，但線香在量筒中的氧氣量不夠，容易熄滅。需要取出重複點火燃燒線香。

【實驗六】線香燃燒時間對形成雲霧效果的影響

1. 假設：量筒內的水氣會隨著時間減少，變成小水滴，附著在杯壁上，線香燃燒的時間不能太長，影響產生的雲霧的效果，因此，我們假設線香燃燒時間短，雲量會濃厚，消散時間長。

2. 方法：

(1) 改變線香燃燒的時間。每 30 秒將線香從量筒拿出重新燃燒

(2) 雲霧持續時間：從上覆冰塊雲霧產生後到消散為止。

(3) 對照組：沒有線香

(4) 其餘步驟同實驗二。

3. 變因控制：

操縱變因：線香燃燒的時間

應變變因：雲霧持續的時間(從開始產生到完全消散)

不變變因：

線香品牌、線香 1 支、線香位置(230ml 處)、量筒開口 1.5cm、上方冰袋溫度、下方水溫、水量 110ml

4. 結果：

線香燃燒時間 (分:秒)	0	0:30	1:00	1:30
上方溫度(°C)	0.9	-0.4	-0.2	-0.5
下方溫度(°C)	100.3(~ 66.3)			
消散時間 (分:秒) 平均值	1:25	3:02	3:16	2:15
效果 描述	雲霧非常稀薄、量非常少，稍有翻騰現象，但消散時間迅速。	雲霧濃厚、量多，上方翻騰、下方 110ml~150ml 也有翻騰現象。	雲霧濃厚、量多，上方翻騰、下方 110ml~150ml 也有翻騰現象。	雲霧較稀薄有翻騰現象，下降速度和消散時間比前三次快。

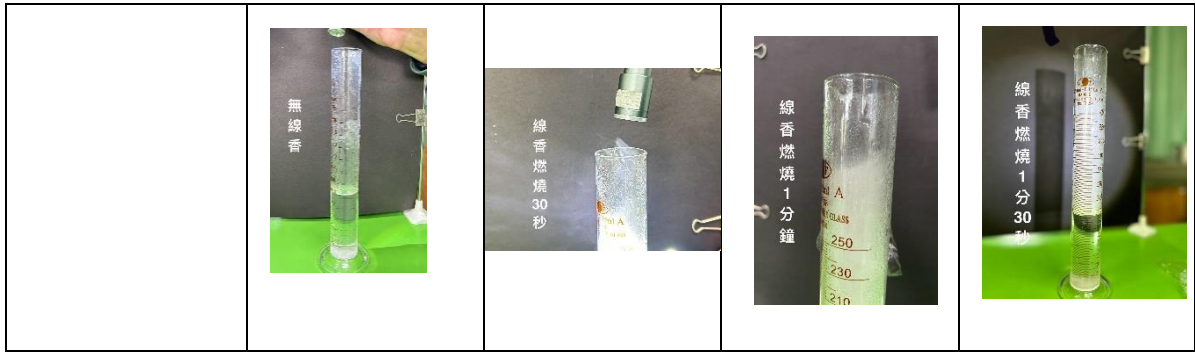


表 7 線香燃燒時間雲霧的生成效果

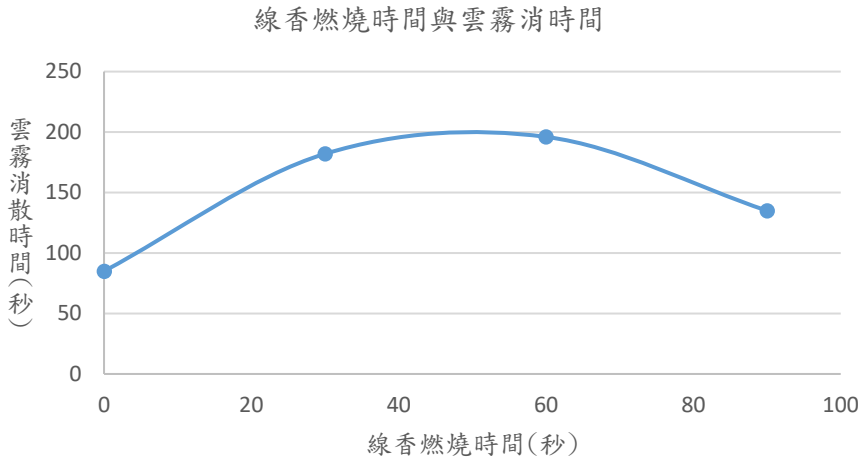


圖 6 線香燃燒時間與雲霧消散時間

線香燃燒 1 分鐘，雲霧消散的時間最長。無線香燃燒只有少量的雲霧和水氣

4. 討論：

無線香燃燒沒有煙粒作為凝結核，所以無法產生明顯的雲霧，線香燃燒 1:00，雲霧消散的時間最久，且可以產生濃厚的雲霧，增加 30 秒不能明顯增加雲霧消散的時間，且也較稀薄，線香燃燒太久可能溢出量筒的煙較多，以致形成的雲霧效果不佳。

綜合上述實驗，模擬雲霧的生成一定要保持在上冷下熱的環境條件下，且要有足夠的凝結核(線香燃燒的煙)才能形成明顯的雲霧。但我們發現雖然在某些條件下可以形成雲霧，但較稀薄且容易快速消散，並沒有出現上下翻騰在量筒的高度停留較久的狀態。出現上下翻騰、停留較久的雲霧，通常是線香燃燒時間短、冰塊放置時間也短的雲霧，因此我們將模擬雲霧的方法改成：在燃燒線香的同時，就將冰塊放置在上方，並用上述實驗的最佳條件實驗雲霧的生成效果，測試是否可能做出在量筒內翻騰不溢出。維持在一定高度數分鐘的雲霧效果。

【實驗七】模擬雲霧生成條件的最佳組合效果

我們縮短線香燃燒時間，為了增加煙粒使用了3支線香，並在燃燒線香的同時，就將冰塊放置在量筒上方，調整下方水溫的溫度，結果如下：

結果：

環境溫度		雲霧消散時間 (分:秒)	其它條件
上方溫度(°C)	下方熱水(°C)		
0.2	75	3:21	線香3支,燃燒時間1:30 冰塊放置時間:3分
0.5	65	5:17	
0.6	56	6:02	

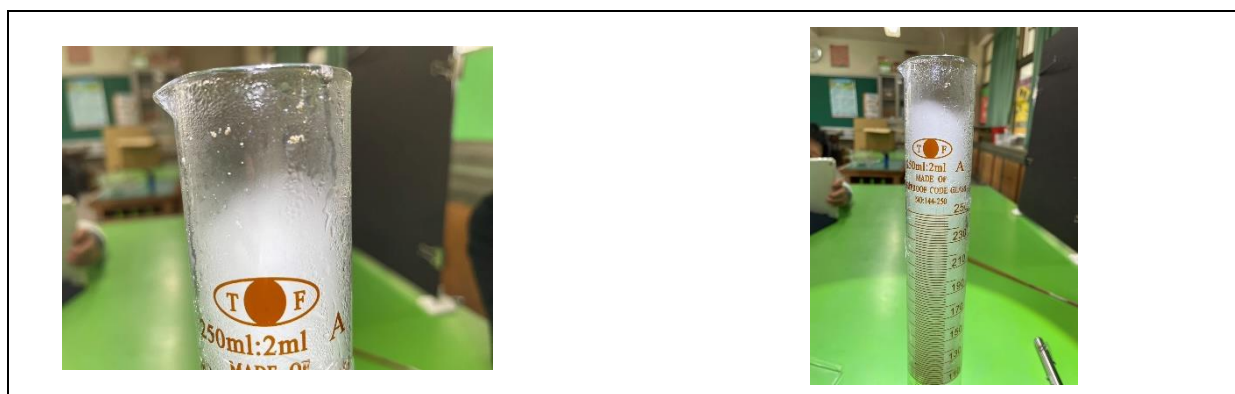


表 8 模擬雲霧最佳生成條件結果

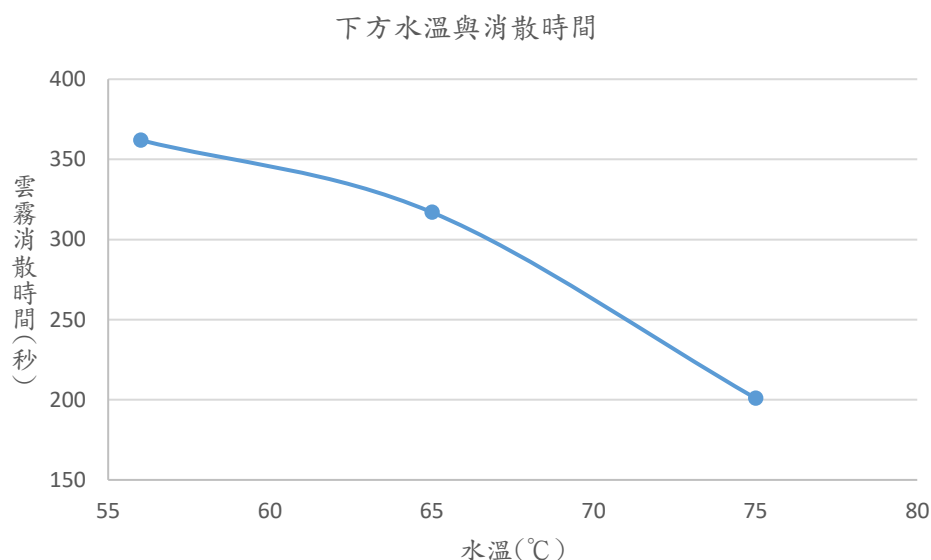


圖 7 不同水溫下雲霧生成的最佳條件

量筒下方熱水的溫度下降，雲霧消散的時間增加，且最久可以常達6分鐘才完全消散，從圖中可以看到模擬出來的雲霧可以停留在量筒一定的高度，緩慢的下降。水溫從高溫下降，上方是常溫的溫度，對流的效果不如一開始高水溫來得強，水溫下降，對流較弱，使得雲霧不會快速地消散，可以在量筒內保留較久的雲霧效果。

肆、研究結論

- 一、本研究模擬雲霧的實驗中，選用高量筒做為觀察雲霧生成時的環境，在搜集線香階段，量筒開口需要有一定的寬度讓線香有時間燃燒而不熄滅，且不能讓煙流失太多，量筒開口 1.5 公分、2.5 公分，都可以讓線香燃燒超過 5 分鐘不熄滅，燃燒的速度比開口全開、完全密閉來得適中。
- 二、上方不同溫度的模擬雲霧效果，因為受到上下溫差對流的影響，以上常溫下常溫的雲霧消散的速度最慢，而上冷下熱的消散的速度最快。
- 三、上方放置冰塊的時間越長，量筒內的水蒸氣凝結的水滴會愈多，反而雲霧消散的速度愈快；放置冰塊的時間不能太久，本研究中上方放置冰塊時間以 1 分 30 秒模擬出的雲霧效果最佳。
- 四、量筒下方的水溫溫度低或接近常溫，造成對量筒內較弱的對流效果，雲霧效果稀薄，且需要長時間(14 分 20 秒)雲霧才會散去。
- 五、線香燃燒的數量多，所產生的雲霧量濃厚，且消散的時間也較久，但線香數量多，也容易熄滅。
- 六、線香燃燒 1 分鐘，雲霧消散的時間最長，燃燒 1 分 30 秒，雲霧消散的速度變快，雲霧效果也較稀薄。
- 七、本研究初步發現要模擬出最佳的雲霧效果，上方放置冰塊與線香燃燒的時間不能太久(約 1 分 30 秒)，在燃燒線香的同時，就要將冰塊放置在上方，且下方的水溫不宜過高，約在 65~55 度的水溫，與上方常溫形成弱的對流，減緩雲霧消散的速度，就可以模擬出上下翻騰不溢出，且消散時間久的雲霧效果。

伍、參考資料及其它

1. 國小自然與生活科技，六上，天氣的變化，民 105 年。康軒文教事業。
2. 普通型高級中學地球科學(全)，民 110 年。龍騰文化。
3. 騰雲駕霧，中華民國第 51 屆中小學科學展覽，地球科學科。
4. 東眼山—天空中的瀑布，中華民國第 60 屆中小學科學展覽，地球科學科。
5. 對流單體，維基百科。<https://zh.wikipedia.org/wiki/對流單體>