

附件五之一

彰化縣113學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選

作品說明書（封面）

作品編號：（由承辦單位編列）

組別：

☒ 國小組	☐ 數學類
☐ 國中組	☒ 自然、科技類
	☐ 人文社會類

作品名稱：「一醋即發：探秘火山爆發的科學」

◎封面切勿出現校名、作者、校長及指導者姓名，違者不予收件。

附件五之二：

彰化縣113學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選

作品說明書（內文）

第一階段 研究訓練階段

一、近二年學校獨立研究課程之規劃

該生每學年由不同教師進行資優巡迴課程，每週安排三節課。

（一）中年級即進行獨立研究課程，透過製作校園模型和學習 AI 機器人創意程式編輯，培養該生尋找問題的能力，了解自己的興趣方向。

目標如下：

1. 具備探索問題的能力，可提出不同構想並嘗試解決問題。
2. 能夠擬定研究計畫和實際執行的能力。
3. 認識各種科技媒體的使用方式取得所需要的研究資料，並可以分辨資料來源的可信度。

（二）五年級課程學習不同的研究方法，讓該生從不同角度觀察日常生活中的問題或事件，並透過科學活動體驗與實踐，處理日常生活問題。

課程目標如下：

1. 能運用圖像思考，推測變理事物的機能和形式之間的因果關係。
2. 能以新觀點看待舊資料或以新資料檢視舊理論，發現新問題。
3. 能使用瀏覽器搜尋研究主題相關資料，並進行資料評估和整理。
4. 能使用搜尋引擎蒐集與問題相關的資訊，培養審慎使用各類資訊的能力，並分辨科學文獻的真實性程度。
5. 能根據研究主題進行有計畫的觀察，列出影響研究結果的因素。
6. 能夠以多元媒材與技法呈現研究資訊或數據。

二、學校如何提供該生獨立研究訓練

(一) 帶學生參加獨立研究優秀作品發表會，藉由實地觀摩之機會，發掘自己感興趣的研究領域。

(二) 協助參加各項校外教學活動，擴充學習及探索的經驗，培養研究技能。

(三) 學校申辦研揚文教基金會科技新樂園活動，透過小小導覽人員的訓練，增進學生解說、溝通及心得發表的能力。

(四) 運用資源協助學生蒐集相關資料，引導學生分析資料。

第二階段 獨立研究階段

一、 研究動機：

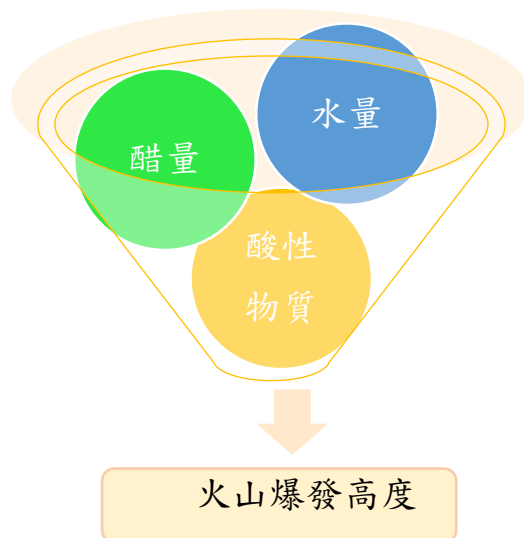
一開始想了很多方向但都無法確認研究主題，直到有一次我在網路上看到別人做的科學影片，內容是關於火山爆發的小實驗，不同的影片中都有使用到小蘇打粉，可是加入的東西不同，有的人加入白醋，有的人使用檸檬酸，而且他們在影片中並沒有明確標示小蘇打粉的用量，只說加入一到二匙，但我也不知道他的湯匙可以裝多少公克數。因為看到幾部影片的材料不同、小蘇打粉的量也不同，最重要的是影片的內容比較簡單，所以我想要增加他的困難度，並且嘗試使用不同量的小蘇打粉和不同的醋，觀察它的噴發高度是否不同。

二、擬定正式計畫、研究問題及工作進度表

（一）提出研究假說：

1. 加入越多水可以讓火山噴發得越高。
2. 加入越多醋可以讓火山噴發得越高。
3. 加入不同的酸性物質會讓噴發的高度不同。

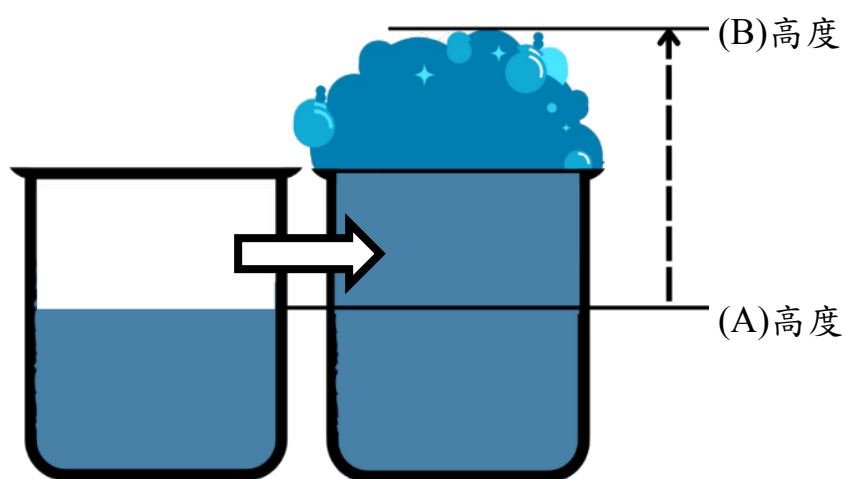
圖 1 研究假說



(二) 研究設計

針對研究假說提出三個研究問題，而且相同條件的測試都會執行三次，再計算上升高度的平均值，四捨五入到小數點第二位，本實驗提到的上升高度是指噴發高度扣除小蘇打水在容器中原本高度之後的差距（公分數），紀錄方式如圖 2。

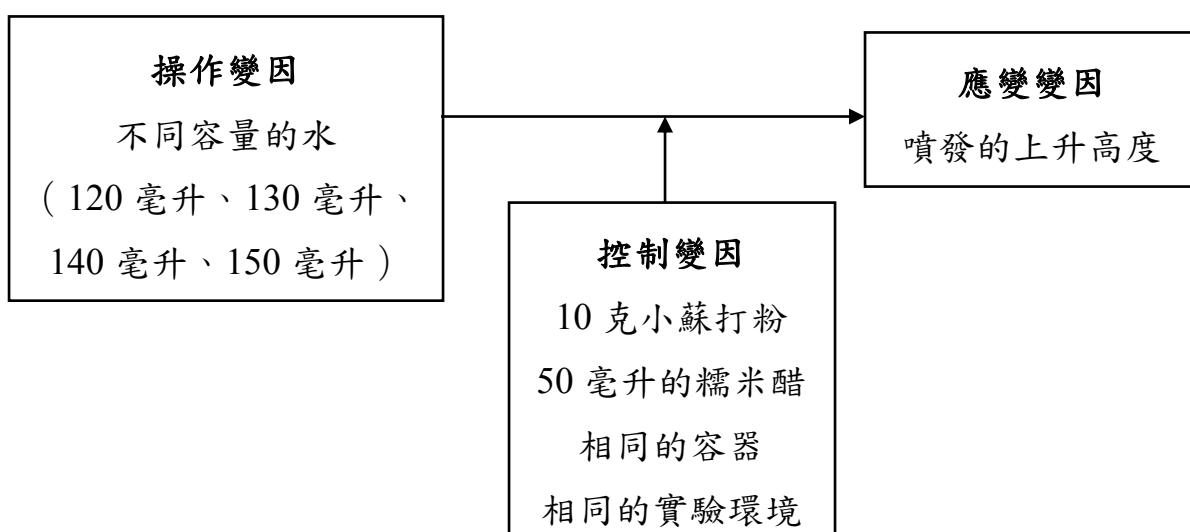
圖 2 上升高度的計算方式：(B)高度扣除原本的(A)高度



1. 研究問題一：不同的水量會影響火山爆發的高度嗎？

實驗操作：準備 120 毫升、130 毫升、140 毫升、150 毫升的水，分別加入 10 克的小蘇打粉，經過攪拌後，滴入藍色顏料，再各自倒入 50 毫升的糯米醋，測量噴發高度後算出上升高度。

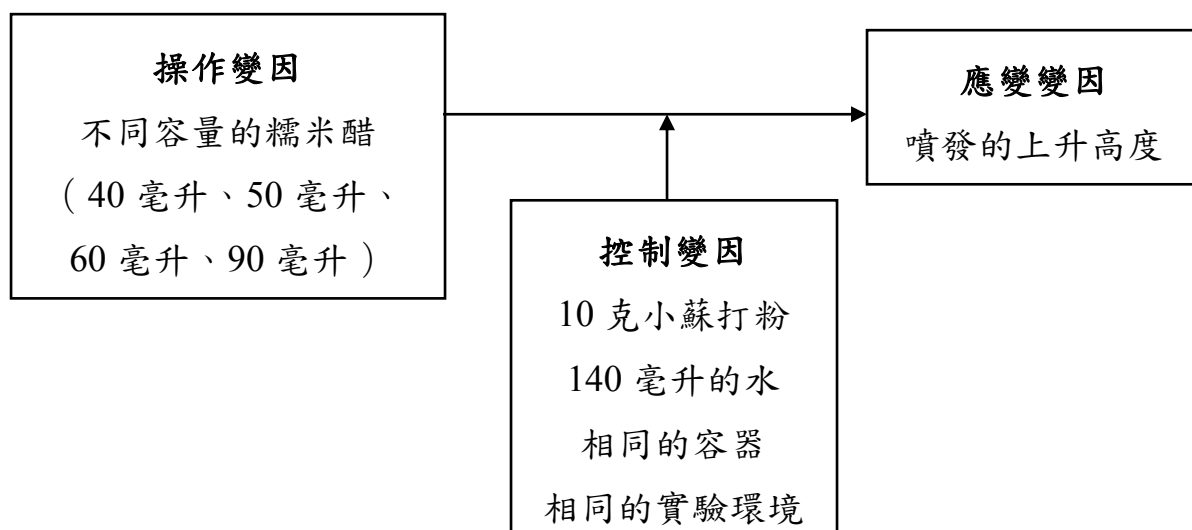
圖 3 研究問題一架構



2. 研究問題二：不同容量的醋會影響火山爆發的高度嗎？

實驗操作：準備 140 毫升的水和 10 克的小蘇打粉充分攪拌後加入藍色顏料，再分別倒入 40 毫升、50 毫升、60 毫升、90 毫升的糯米醋，測量噴發高度後算出上升高度。

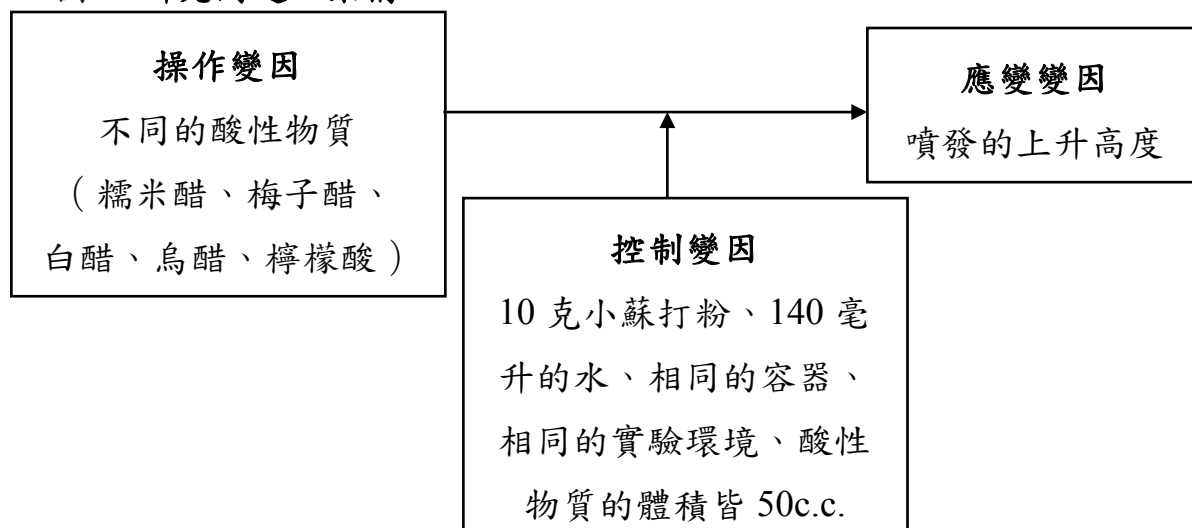
圖 4 研究問題二架構



3. 研究問題三：使用不同的酸性物質會影響火山爆發的高度嗎？

實驗操作：準備 140 毫升的水，加入 10 克的小蘇打粉，經過攪拌後，滴入藍色顏料，再倒入白醋、烏醋、糯米醋、梅子醋以及檸檬酸粉末（因液體和固體的測量單位不同，原先想用電子秤各準備 50 克，但實際盛裝發現 50 克重的檸檬酸粉末太多，決定本研究問題的酸性物質都使用體積單位 50c.c. 的小量杯盛裝），測量噴發高度後算出上升高度。

圖 5 研究問題三架構



(三) 準備材料：看完影片後，我們開始討論實驗時會使用到的材料，輔導主任協助我們到教具室找現有的材料。

表 1 材料列表

火山模型	相同大小寶特瓶、膠帶、廢報紙、錫箔紙、廣告顏料
火山爆發 所需材料	小蘇打粉、不同種類的醋(白醋、烏醋、梅子醋、糯米醋)、檸檬酸、攪拌棒、色素(讓噴發的液體染色在白紙上看公分數)、滴管、托盤、容器(寶特瓶)
記錄用 材料	白紙、長尺、塑膠瓦楞板一片 ※在白紙標記公分刻度，每次實驗都要固定在塑膠瓦楞板上，緊靠著瓶身，讓噴發結果沾到白紙，紀錄時要再用長尺量過，再次確認無誤才寫上
測量工具	有刻度的量杯、電子秤

圖 6 製作火山模型過程



圖 7 製作紀錄材料與確認使用效果



(四) 工作進度表：由於時間緊迫，我們只有三個月時間要完成一項獨立研究，所以要先安排工作流程和進度，並且按照規畫進行。

表 2 預計工作進度表

	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月
討論主題	○				
搜尋相關資料	○	○	○		
準備實驗材料	○				
實際操作並記錄		○	○		
彙整實驗結果			○		
撰寫實驗報告			○	○	
製作研究投影片					○

圖 8 撰寫研究計畫及列出研究問題



三、彙整相關文獻

(一) 本實驗使用的鹼性物質

1. 小蘇打粉，學名是「碳酸氫鈉」，化學式是 NaHCO_3 。它是一種存在於自然界的天然物質，普通情況下為白色粉末，呈弱鹼性，沒有毒性，易溶於水，與水結合後會產生二氧化碳（引自帝一化工，nd）。

2. 本實驗使用的是「室飄香」小蘇打粉，屬食品用洗潔劑，天然礦物質，能自然分解、無毒性、不會汙染環境、不刺激皮膚。
(引自怡慶國際有限公司，2015)。

(二) 本實驗使用的酸性物質：

1. 白醋

- (1) 本實驗使用萬家香珍釀白醋，內容物為水、糯米、食用酒精
(引自萬家香，nd)。
(2) 酸度：4.5%以上。

2. 糯米醋

- (1) 本實驗使用工研糯米酢，內容物為水、糯米、果糖(引自大安工研食品，2024)。
(2) 酸度：4.5%以上。

3. 烏醋

- (1) 本實驗使用工研烏酢，內容物包括水、釀造酢、糖、鹽、洋蔥、濃縮柳橙汁(1.2%)、胡蘿蔔濃縮汁、番茄糊、大茴、小茴、芹菜籽(引自大安工研食品，2024)。
(2) 酸度：1.8%以上。

4. 梅子醋

- (1) 本實驗使用百家珍梅子醋，內容物包括蔗糖、水、醋酸鈣液(釀造醋、碳酸鈣)、釀造醋(水、高粱)、梅子醋(釀造醋、梅子)、食用香料、鹽、焦糖色素(引自百家珍，2018)。
(2) 酸度：1.75%以上。

5. 檸檬酸：

- (1) 本實驗使用真柑淨檸檬酸，化學式為 $C_6H_8O_7$ ，是一種無色的弱有機酸，是柑橘類水果中的天然防腐劑，像是檸檬、萊姆、橘子、柳橙、葡萄柚等等都含有檸檬酸，另外也會當作食品添加劑加入食品內作為酸味來源，像是便當店附贈的乳酸菌飲品(谷凡生活，2022)。
(2) 酸度：15%以上。

(三) 酸鹼中和：也稱為中和反應，是一種化學反應，是指酸和鹼互相交換組分，生成鹽和水的反應，在中和的過程中，酸性物質裡的氫離子和鹼性物質中的氫氧根離子會結合成水（均一教育平台，2022a）。

(四) 小蘇打粉和酸性物質的反應過程（均一教育平台，2022b）：

1. 食用醋的主要成分是醋酸 (CH_3COOH)，與小蘇打粉 (NaHCO_3) 發生酸鹼中和反應的過程，會生成了醋酸鈉 (CH_3COONa) 和水 (H_2O)，同時釋放出二氧化碳 (CO_2) 氣體。
2. 檸檬酸粉和醋酸不一樣，並不含有醋酸的化學結構。它是一種不同的酸，雖然它的酸性與醋酸類似，能夠進行類似的酸鹼反應，但檸檬酸粉包含的是檸檬酸 ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$)，檸檬酸與小蘇打反應會生成檸檬酸鈉 ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$)、二氧化碳 (CO_2) 和水 (H_2O)（均一教育平台，2022c）。
3. 釋放出來的氣體會形成大量的泡沫，並可能導致噴發，所以將兩者混合時會觀察到泡沫和氣體的釋放，常用來模擬火山爆發的科學活動。

圖 9 實驗過程：利用電子秤測量小蘇打粉



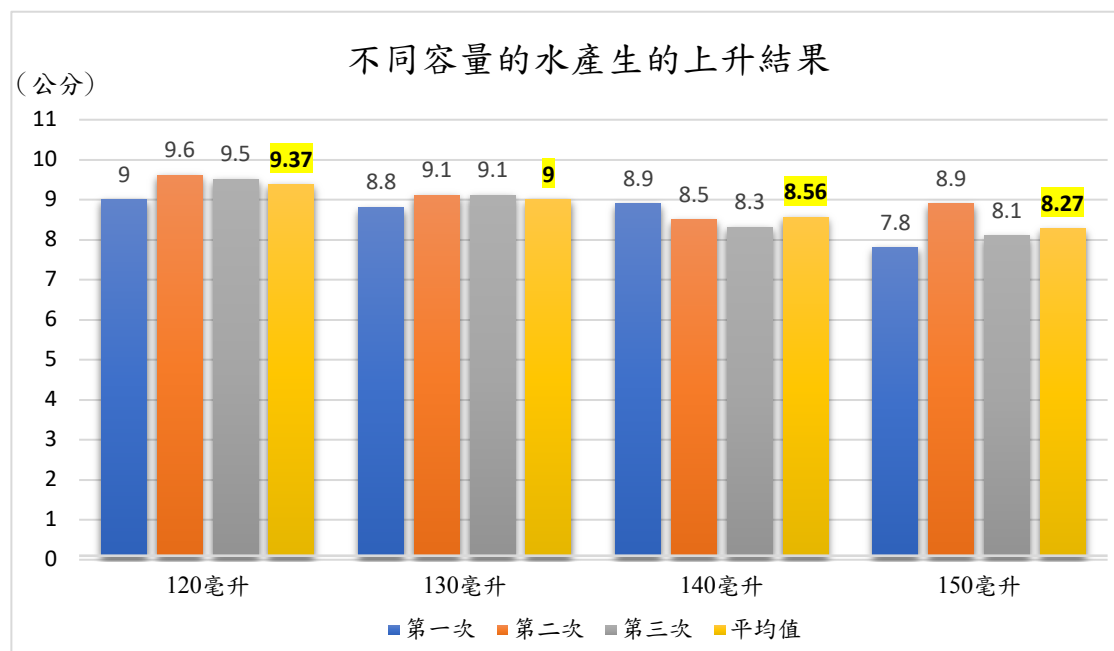
四、研究資料分析

(一) 為了知道水量的多寡會不會影響火山噴發的高度，我們將小蘇打粉固定 10 克，將糯米醋固定 50 毫升，結果發現使用 120 到 150 毫升的水，上升範圍是 7.8 到 9.6 公分，將四種水量都測試三次後計算平均值，它們都是上升 8 公分以上，結果分別是 9.37 公分、9 公分、8.57 公分、8.27 公分，而且從表 3 的紀錄可知，上升的高度依序為 120 毫升、130 毫升、140 毫升、150 毫升，所以可以知道水量會影響火山噴發的高度，而且水加得越少會使上升結果越高。

表 3 研究問題一的實驗：不同容量的水產生的上升結果

水量	第一次	第二次	第三次	平均值 (公分)
120 毫升	9	9.6	9.5	9.37
130 毫升	8.8	9.1	9.1	9
140 毫升	8.9	8.5	8.3	8.57
150 毫升	7.8	8.9	8.1	8.27

圖 10 研究問題一：不同容量的水產生的上升結果

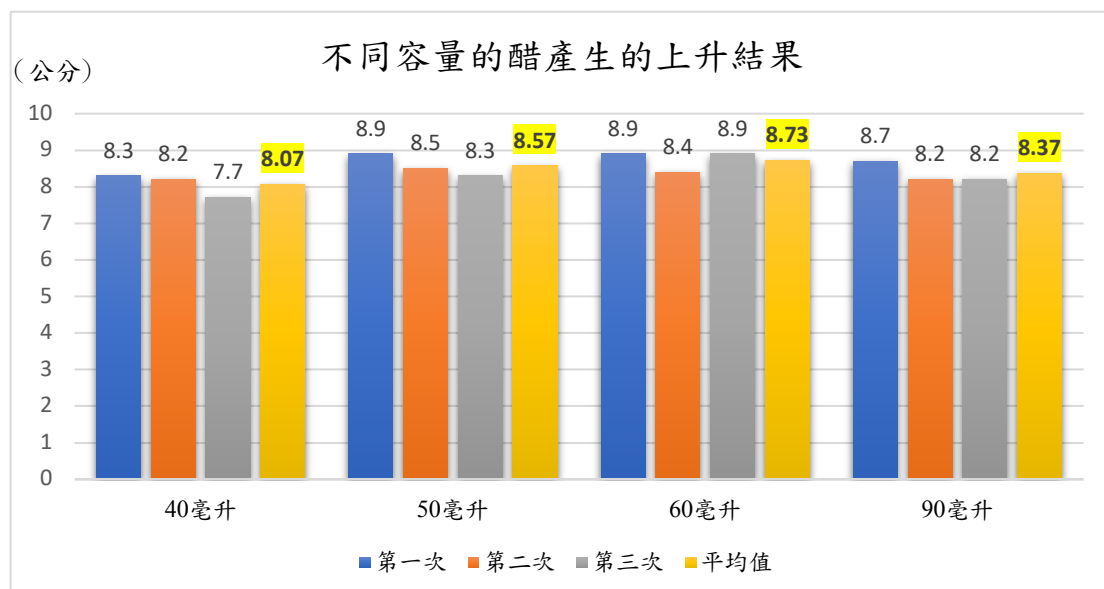


(二) 為了知道醋的多寡會不會影響火山噴發的高度，我們將水量固定 140 毫升，把小蘇打粉固定 10 克，分別倒入 40 毫升、50 毫升、60 毫升、90 毫升糯米醋，結果發現上升範圍是 7.7 到 8.9 公分，將四種醋容量都試驗三次再計算平均值，從表 4 可知它們都上升 8 公分以上，上升範圍是 8.07—8.73 公分。從 40 毫升、50 毫升、60 毫升糯米醋的實驗結果來看，它們上升的平均值分別是 8.07 公分、8.57 公分和 8.73 公分，醋的使用量越多使火山噴發得越高；但我們也發現使用 90 毫升糯米醋的平均值只比 40 毫升醋的平均值高了 0.3 公分，且比 50 毫升和 60 毫升糯米醋的平均值低（每一次的試驗也都低於 50 毫升和 60 毫升的個別試驗），所以我們推論醋的多寡會影響火山噴發高度，但不可一次加入過多的醋（科學遊戲實驗室，nd）。

表 4 研究問題二的實驗：不同容量的醋產生的上升結果

糯米醋	第一次	第二次	第三次	平均值（公分）
40 毫升	8.3	8.2	7.7	8.07
50 毫升	8.9	8.5	8.3	8.57
60 毫升	8.9	8.4	8.9	8.73
90 毫升	8.7	8.2	8.2	8.37

圖 11 研究問題二：不同容量的醋產生的上升結果

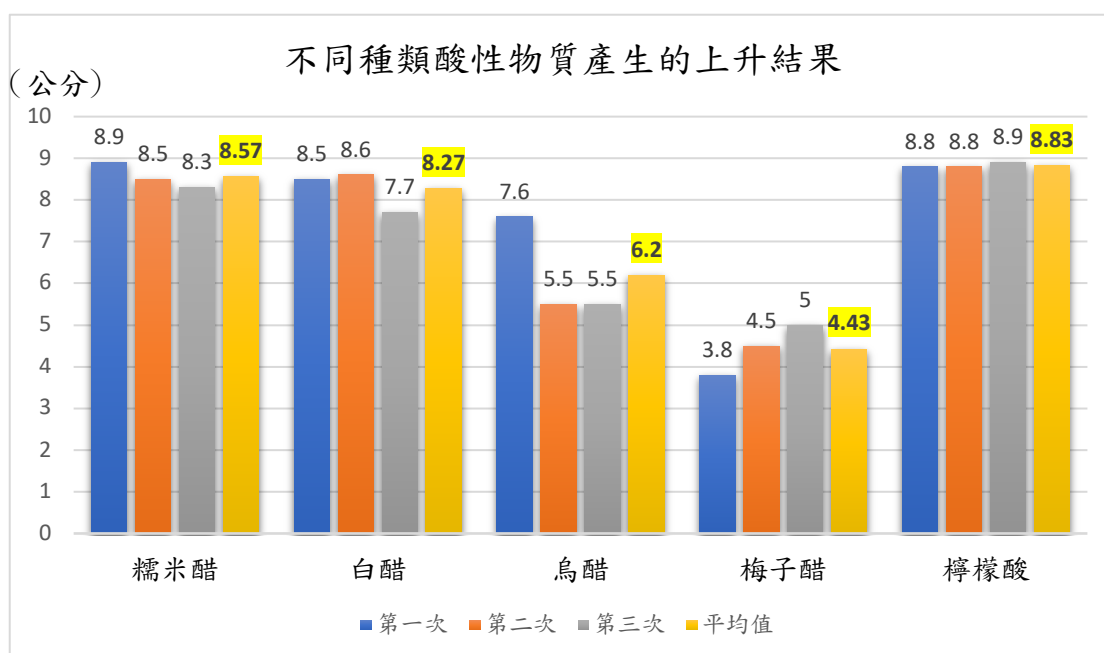


(三) 為了知道不同種類的酸性物質，會不會影響火山噴發的高度，我們將水量固定在 140 毫升，把小蘇打粉固定 10 克，再分別使用體積 50c.c.量杯（口徑 30mm）裝的四種醋以及檸檬酸粉末做實驗。每一種酸性物質的試驗都測量三次再計算平均值，上升結果由高到低為檸檬酸（8.83 公分）、糯米醋（8.57 公分）、白醋（8.27 公分）、烏醋（5.63 公分）、梅子醋（4.43 公分），從表 5 可知使用不同種類的酸性物質，會使噴發高度有差異。

表 5 使用 10 克小蘇打粉，加入不同酸性物質產生的上升結果

種類	第一次	第二次	第三次	平均值（公分）	排序
糯米醋	8.9	8.5	8.3	8.57	2
白醋	8.5	8.6	7.7	8.27	3
烏醋	5.9	5.5	5.5	5.63	4
梅子醋	3.8	4.5	5	4.43	5
檸檬酸	8.8	8.8	8.9	8.83	1

圖 12 研究問題三：不同種類酸性物質產生的上升結果



此外，我們從各項酸性物質的介紹，整理出其酸度和噴發結果的表格（如表 6）。從表 5 計算的結果由高到低排序為檸檬酸、糯米醋、白醋、烏醋、梅子醋，雖然表 6 呈現本實驗使用的工研糯米酢和萬家香珍釀白醋的酸度皆是 4.5%以上，而檸檬酸粉末無法直接測量酸度，但 10%以上的檸檬酸溶液通常被認定為高濃度，以本實驗使用的檸檬酸粉比例進行推算，其酸度會高於糯米醋和白醋，所以從表 6 可知酸性物質的酸度越高，會使噴發的結果越高。

表 6 酸度與噴發結果

酸性物質	酸度	平均值（公分）	排序
工研糯米酢	4.5%以上	8.57	2
萬家香珍釀白醋	4.5%以上	8.27	3
工研烏酢	1.8%以上	5.63	4
百家珍梅子醋	1.75%以上	4.43	5
真柑淨檸檬酸	粉末無法直接測量	8.83	1

因為有兩種酸性物質的產品介紹標示酸度在 4.5%以上，我們想要知道到底誰的酸度比較高，一開始使用藍色石蕊試紙，但接觸到四種醋之後都變成紅色，完全看不出酸鹼值差異，查了資料才知道石蕊試紙只能得知酸鹼性，無法測得精準的 pH 值（臺大化學系教學網，nd），後來想到之前在自然課曾經用過紫色高麗菜汁當作天然指示劑，可以變出很多不同的顏色，透過顏色的變化去對照酸鹼值色卡，但可能是季節原因都買不到紫色高麗菜，最後看了均一平台的教學影片，發現黑豆水和紅鳳菜汁也可以當作天然指示劑使用，最後再準備廣用指示液來驗證，雖然很擔心會不會也都變成紅色，但還是很想試試看。我們用透明方形盒倒 50ml 的黑豆水和紅鳳菜汁各五杯，再分別加入體積單位為 10c.c.的酸性物質，慢慢觀察變化再依照顏色的差異進行排列，結果整理如表 7，我們發現檸檬酸加

到三種指示劑都是顏色變化最大的，而使用紅鳳菜汁檢驗的結果與噴發結果排序完全一致，糯米醋和白醋加入黑豆水後的顏色變化很像，而觀察廣用指示液加入酸性物質後的顏色都慢慢變紅。

表 7 酸鹼指示劑遇到酸性物質的顏色變化排列

顏色變化	黑豆水	紅鳳菜汁	廣用指示液
差異大	檸檬酸	檸檬酸	檸檬酸
↓	白醋	糯米醋	糯米醋
	糯米醋	白醋	白醋
	梅子醋	烏醋	梅子醋
	烏醋	梅子醋	烏醋
差異小			

圖 13 觀察變色狀況並進行排序



(四) 做完三項研究問題的實驗後，我們提出一個疑問，那就是小蘇打粉的量會不會影響噴發結果？所以我們將水量固定在 140 毫升，各使用 10 克、20 克、30 克小蘇打粉製成小蘇打水後，再分別倒入體積單位 50c.c.的四種醋和檸檬酸粉末，再觀察它

們的噴發結果，其中 10 克小蘇打粉的部分直接沿用表 5 資料，20 克和 30 克小蘇打粉的結果則整理成表 8 和表 9。

從表 10 可知越多小蘇打粉會讓烏醋、梅子醋、檸檬酸上升高度越高，所以小蘇打粉的量加入這三種酸性物質會影響火山噴發的高度。

表 8 使用 20 克小蘇打粉，加入不同酸性物質產生的上升結果

種類	第一次	第二次	第三次	平均值 (公分)	排序
糯米醋	7.2	8.7	8.1	8	3
白醋	9	8.5	8.6	8.7	2
烏醋	6.9	6.3	4.7	5.97	4
梅子醋	7.1	4.5	5	5.53	5
檸檬酸	9.3	8.8	10.4	9.5	1

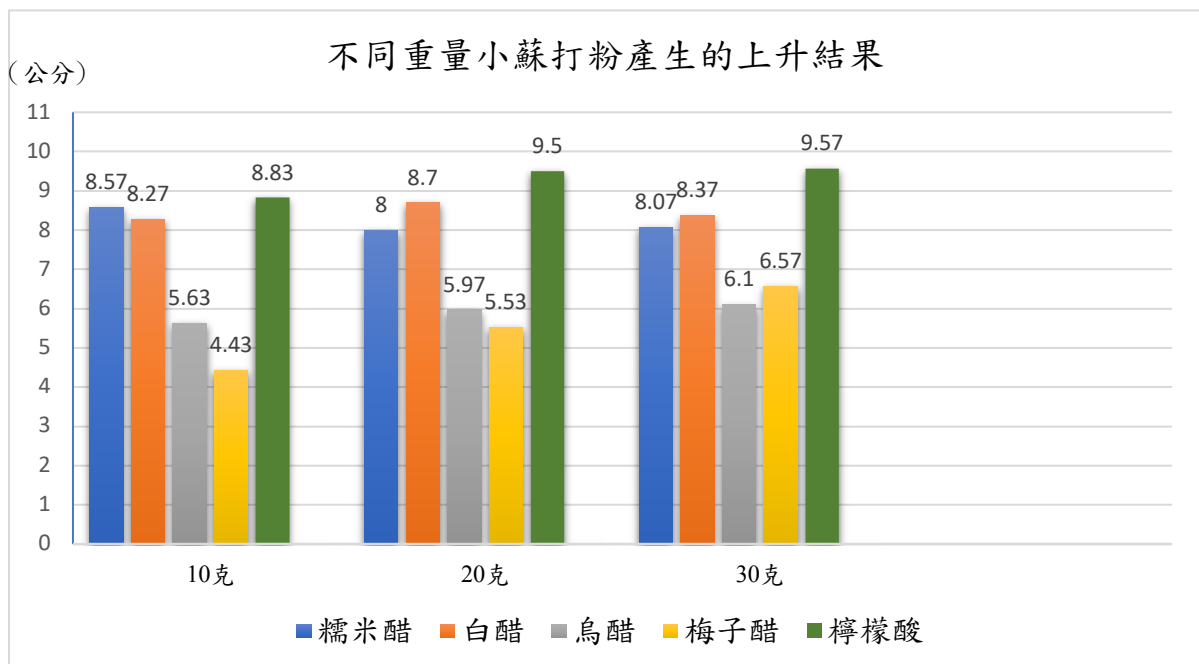
表 9 使用 30 克小蘇打粉，加入不同酸性物質產生的上升結果

種類	第一次	第二次	第三次	平均值 (公分)	排序
糯米醋	7.6	8.1	8.5	8.07	3
白醋	9.2	8.1	7.8	8.37	2
烏醋	6.9	5.3	6.1	6.1	5
梅子醋	7.2	6.1	6.4	6.57	4
檸檬酸	9.4	8.2	11.1	9.57	1

表 10 研究問題四的實驗：使用不同重量小蘇打粉產生的上升結果

小蘇打粉	糯米醋	白醋	烏醋	梅子醋	檸檬酸
10 克 (平均值)	8.57	8.27	5.63	4.43	8.83
20 克 (平均值)	8	8.7	5.97	5.53	9.5
30 克 (平均值)	8.07	8.37	6.1	6.57	9.57

圖 14 不同重量小蘇打粉產生的上升結果



五、研究結果與討論

- (一) 水量會影響火山噴發的高度，而且水加得越多會使上升結果越低，即小蘇打水的濃度越高會噴發得越高。
- (二) 網路影片提到加入越多醋會產生越多氣體，會使火山噴發越高，從我們的實驗中驗證了糯米醋的多寡會影響火山噴發高度，但不可一次使用太多。
- (三) 不同種類的酸性物質會產生不同的上升結果，代表不同酸度會影響火山噴發的高度，酸度越高會噴發得越高。
- (四) 小蘇打粉的量會影響火山噴發的高度，本實驗中有三種酸性物質（烏醋、梅子醋、檸檬酸）倒入較高濃度的小蘇打水後，會讓火山噴發得越高。
- (五) 研究問題二使用糯米醋來驗證網路影片說法，但噴發的結果差距不大，因檸檬酸在其他實驗中表現較好，也許用其他酸性物質來做「不同劑量的相同酸性物質」會較符合研究問題二的理想結果。
- (六) 在研究問題四中，倒入糯米醋和白醋的噴發結果，沒有驗證網路影片說的「小蘇打粉加越多會噴越高」的說法，需要再思

考其他可能的干擾因素，例如：倒醋的速度。

- (七) 這次我們用的步驟是參考豬爸一家(2020)影片(倒入小蘇打粉後先倒水)，也有其他影片是把水先跟檸檬酸混合，再倒入有小蘇打粉末的容器，所以火山爆發的操作步驟也可能是影響結果的原因。

六、評鑑與檢討：針對上述每一階段進行省思與收穫

- (一) 研究動機：因為一開始我們都沒有頭緒，於是就上網去尋找靈感，發現有許多人都在做類似火山爆發的實驗，但都沒有確切的數據，只有標示會使用到的材料，於是我們就決定要嘗試使用不同的水量、酸性物質的量和不同種類的酸性物質，觀察它的噴發出來的高度。

- (二) 擬定計畫、研究問題及工作進度表：

1. 名稱擬定：我們因為想不到實驗的名稱，所以我們就上網搜尋，查了好久一直都沒有主意，直到看到有一個成語，其中有一個字的諧音，和我們做實驗時所用到的材料有關，我們心中才有了想法，所以我們後來就決定要使用這個成語來當作我們的實驗名稱。
2. 研究問題：我覺得做實驗會出現一些意想不到的事情，像是在實驗的研究問題二，我們本來是設定要用 40 毫升、50 毫升、60 毫升和 70 毫升的糯米醋，想利用每 10 毫升的間隔看噴發的程度，結果做了前三種發現都沒有差很多，最後我們就回頭修正研究問題的第四種量，把它增加到 90 毫升，但結果卻沒有太大差別。另外一個心得就是實驗需要隨時檢討並調整，我們一開始看完資料就擬定了三個研究問題，結果當我們做完三個研究問題的實驗後，才想到我們忽略了整個實驗很重要的元素—小蘇打粉，所以又再增加第四個研究問題，而且這個研究問題的實驗是我們花最多時間的，本來在 20 克和 30 克小蘇打粉的實

驗，想要各做一次就好，可是只有一次結果就下定論，又擔心不夠嚴謹，最後決定和 10 克小蘇打粉的紀錄一樣都做三遍再算平均值，也因為這樣影響了後面寫報告的時間，時間變得很不夠用，如果沒有在課堂完成那天的進度，老師就會叫我們回家繼續完成。

3. 擬定計畫和工作進度表：我們決定 9 月討論主題、搜尋相關資料、準備材料；10 月搜尋相關資料、實際操作並記錄；11 月搜尋相關資料、實際操作並記錄、彙整實驗結果、撰寫實驗報告；12 月撰寫實驗報告；1 月製作研究投影片。雖然實驗過程中有幾次結果不盡理想，跟我們在網路上看到的不太一樣，但是還是要確實地紀錄上去，最後順利完成資料的整理。

（三）彙整相關文獻：

我覺得在查詢文獻，是最辛苦的時候，有一次要查詢醋的成分時，因為瓶子上的成分標示已模糊不清，所以我們便想上網查詢我們所使用的梅子醋的成分，但查了好久，都沒有看到這種品牌的梅子醋介紹，後來我們靈機一動，直接到該品牌的購物網站搜尋，終於如願以償的查到我們需要的資料。

在查詢文獻的過程中，常常會摸不著頭緒，例如我們想要查詢酸性物質讓小蘇打水噴發的原因，但是搜尋結果大多是分享家庭清潔妙招的內容，要在茫茫大海中找到我們需要的資料，簡直就像大海撈針，讓我感到十分困難，最後透過老師的提醒和成員的互相協助，我們還是同心協力找到需要的資料，真是太開心！

- ### （四）資料分析：
- 這在每一次的實驗中，倒入醋或是檸檬酸，等它噴出來時，總是很期待它的顏色，後來又測試酸度是否影響噴發的高度，很可惜買不到紫色高麗菜，只好用其他代替。

圖 15 噴發的顏色不同



而將實驗結果登記到筆記的時候發現，梅子醋跟烏醋的噴發結果都很低，就覺得很奇怪，明明它們都是醋，嚐起來也是酸酸的，卻沒有預期的噴發結果，這兩種醋在實驗的過程中也都上升得很緩慢，沒有像檸檬酸會亂噴，最後把資料都輸入到表格後，才知道是因為這兩種醋的酸度比其他的醋低很多，這也讓我們知道有時候在做資料分析時，搭配表格或是圖表可以幫助我們判斷實驗結果，也讓我想到我們的紀錄只有「上升高度」，之後也準備計時器，觀察每種酸性物質倒入後，從上升到噴發結束需要多久時間。

(五) 研究結果與討論：這次實驗測量了許多種酸性物質倒入混合小蘇打粉的水之後的噴發高度，我發現有一些醋噴發出來的高度並不是很高，所以我們就想知道使用到的醋的酸鹼性，因為之前有聽說梅子是鹼性食物，心想會不會是因為梅子醋屬於鹼性，才會讓噴發結果不好，結果發現梅子醋也是酸性物質。老師說就算網路影片有提供相關資訊，但是我們也需要驗證資訊的正確度，實驗結果發現，原來醋的酸度也會影響火山噴發的高度，酸度越高的竟然可以噴得更高，實在是太奇妙了！

七、參考資料

2022 地科營 (2022)。[臺師大地球科學系]火山爆發實驗。

https://www.youtube.com/watch?v=QR6_42y0Qm4&ab_channel=2022%E5%9C%B0%E7%A7%91%E7%87%9F

大安工研食品 (2024)。工研烏酢。

<https://www.kongyen.com.tw/product/2110/>

大安工研食品 (2024)。工研糯米酢。

<https://www.kongyen.com.tw/product/1400/>

百家珍 (2018)。梅子醋。 <https://www.pccv.com.tw/products/plum-vinegar>

均一教育平台 (2022a)。【觀念】酸與鹼的性質。

<https://reurl.cc/74kE15>

均一教育平台 (2022b)。【觀念】酸鹼中和。 <https://reurl.cc/G5Aa3G>

均一教育平台 (2022c)。【觀念】酸鹼反應實驗。

<https://reurl.cc/G5Aa3x>

谷凡生活 (2022)。檸檬酸的 4 種功效+8 大用途+4 大禁忌，檸檬酸用途百科看完就懂！ <https://www.goofinds.tw/blog/citric-acid-use>

怡慶國際有限公司 (2015)。室翻香小蘇打粉。

<https://www.iching.com.tw/ecommerce/%E5%B0%8F%E8%98%87%E6%89%93%E7%B2%89-200g.html>

帝一化工 (nd)。居家清潔-小蘇打。

<https://shop.dechemical.com.tw/post/33>

國立台中教育大學 NTCU 科學教育與應用學系-科學遊戲實驗室 (nd)。醋與小蘇打。

<https://scigame.ntcu.edu.tw/chemistry/chemistry-003.html>

萬家香 (nd)。珍釀白醋。

https://www.wanjashan.com.tw/product_detail.php?P_ID=20150609030

臺大化學系教學網 (nd)。石蕊試紙。

<https://teaching.ch.ntu.edu.tw/gclab/wp-content/uploads/tech-%E7%9F%B3%E8%95%8A%E8%A9%A6%E7%B4%99.pdf>

臺北市士林親子館 (2022)。咻～啪啦啪啦！火山爆發啦。

<https://reurl.cc/eGDprQ>

豬爸一家 (2020)。火山爆發 | 彩色火山要噴發啦～好玩的科學小實驗。 <https://reurl.cc/xp7WRV>