

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

第二名

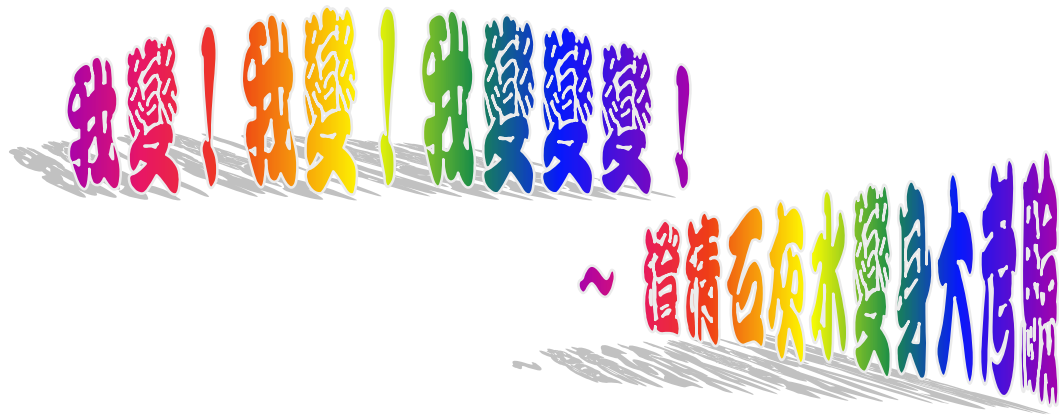
081530

我變!我變!我變變變! ~澄清石灰水變身大考驗

學校名稱：彰化縣埤頭鄉合興國民小學

作者： 小五 蔡期銜 小五 鄭珮驊 小五 詹惠媛 小五 李沐瑾 小五 彭敏芝 小五 蘇芸蓁	指導老師： 鄭惠雯
---	--------------

關 鍵 詞：二氧化碳、澄清石灰水



摘要

在五上自然課「氧與二氧化碳」這個單元，課本教我們利用澄清石灰水來檢驗二氧化碳，如果澄清石灰水變白色混濁即表示該氣體為二氧化碳。此外，老師還告訴我們：『如果繼續通入二氧化碳，則溶液會再變澄清』，我們上課時卻沒有人成功將混濁的石灰水再吹澄清。

在研究過程中，我們先解決石灰水配製緩慢的問題，利用棉花過濾，快速取得澄清石灰水。然後利用二氧化碳鋼瓶提供穩定的二氧化碳來源，測量石灰水的濃度、體積、二氧化碳氣泡大小以及流速等因素影響，經過不斷的研究努力，終於解開影響石灰水變混濁的因素以及上課時無法將已混濁的石灰水再吹成澄清的真正原因了。

壹、研究動機

在五下自然課「氧與二氧化碳」這個單元，課本教我們**利用澄清石灰水來檢驗二氧化碳**，如果**澄清石灰水變白色混濁即表示該氣體為二氧化碳**。此外，老師還告訴我們：『如果**繼續通入二氧化碳，則溶液會再變澄清**』。如此神奇的實驗，我們上課時卻沒有人成功驗證過，因此，私底下我們請老師指導，透過研究，找尋其中的秘密。

貳、相關學習經驗的整合與資料的研讀

由於我們對「澄清石灰水」的配製以及「二氧化碳檢驗」的原理不太了解，因此蒐集與閱讀了以下的資料及重點：

一、石灰

石灰的化學名稱是氧化鈣（ CaO ，俗名生石灰），生石灰加水，則呈鹼性的氫氧化鈣溶液，當氫氧化鈣和二氧化碳反應時，會產生白色的碳酸鈣（白色沉澱，使溶液混濁）。所以澄清石灰水的配置方法是取少許的生石灰放入水中攪拌，靜置一段時間後，取上層澄清溶液，由於石灰水會和空氣中的二氧化碳反應，所以會在水面上形成白色薄膜（即碳酸鈣），因此配置好的澄清石灰水，**可以利用濾紙及漏斗，將石灰水過濾**到寶特瓶中，用蓋子蓋好，貼上標籤，以供教學活動中使用。生石灰可以在一般建材行購得，如果學校有用白粉劃線，畫線的白粉即為生石灰。（摘自：自然與生活科技 5 下教學指引 翰林出版）

二、澄清石灰水的配製

（一）靜置法

1. 取一藥匙的氧化鈣，加入約 200cc 水，攪拌、靜置隔夜（約經6小時即可），將上層澄清液慢慢傾倒到另一容器，然後將容器口封好即可。

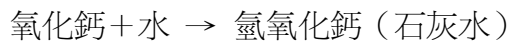
（二）過濾法

1. 取一藥匙的氧化鈣，加入約 200cc 水，並攪拌幾下使溶液成渾濁狀即可。
2. 將濾紙對折再對折成圓漏斗狀，放入漏斗，用水將濾紙沾濕，確保濾紙與漏斗壁是緊貼的。

3. 將裝有濾紙的漏斗放在錐型瓶（或窄口容器，如寶特瓶）上，將步驟 1 的溶液倒入過濾，完成後然後將容器口封好（儘量避免和空氣中的二氧化碳接觸）。（擷取：南一書局網站）

三、二氧化碳的檢驗

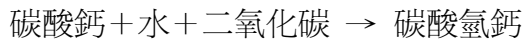
氧化鈣（CaO）加水形成氫氧化鈣水溶液，俗稱石灰水。



將二氧化碳通入澄清的石灰水中，生成『白色』的『碳酸鈣』沉澱，使石灰水呈白色混濁。



加入過多的二氧化碳則會生成碳酸氫鈣溶液，再度使水溶液澄清。



叁、研究目的

- 一、找出最適合用來上課說明石灰水檢驗二氧化碳的配方。
- 二、探討影響石灰水檢驗二氧化碳效率的因素。

肆、研究設備與器材

濾紙	棉花
量筒	試管
燒杯	注射針
漏斗	薊頭漏斗
錐形瓶	注射針筒
瓶塞	RO逆滲透水
氧化鈣 CaO	軟塑膠管
塑膠杯（含蓋）	二氧化碳（鋼瓶裝）



伍、研究過程與討論

研究一：配製澄清石灰水，二氧化碳檢驗全程初體驗

實驗一：利用過濾法配至澄清石灰水

1. 以 2 公升的塑膠杯裝八分滿的 RO 逆滲透水，加入一藥匙的氧化鈣，攪拌均勻。
2. 將濾紙對折再對折成圓漏斗狀，放入漏斗，用水將濾紙沾濕，確保濾紙與漏斗壁是緊貼的。
3. 將裝有濾紙的漏斗放在錐型瓶上，將步驟 1 的溶液倒入過濾，完成後以有蓋的容器裝好、保存。

實驗結果：

1. 學校的水部份是地下水，部份是自來水，在配製澄清石灰水時，我們發現，溶劑（水）是一個重要的因素，使用地下水及自來水時，溶液中有類似棉花狀的漂浮物，整的溶液好像發霉了，換成RO逆滲透水後，這種現象即不再出現了，所以爾後的藥品配製，我們不再使用地下水或自來水了，一律改為『RO逆滲透水』。
2. 利用裝有濾紙的漏斗過濾溶液，其速度極慢，因為過濾只是為了將不溶的氧化鈣過濾出來，因此我們改利用薊頭漏斗裝棉花過濾配置好的水溶液，發現其過濾後的濾液一樣澄清，且有效率多了，改善老師以前上課配置澄清石灰水時的效率問題。



溶液好像發霉了



少量石灰水過濾



改良前以濾紙過濾，速度極慢，花時間，且常需換濾紙。



改良後以棉花取代濾紙，薊頭漏斗取代一般漏斗，加速過濾的速度。

實驗二：上課內容大考驗

1. 分別取 4、8、12、16、20 毫升的澄清石灰水，分別加水至 20 毫升。
2. 進行吹氣大賽，並紀錄顏色變化的時間。



澄清石灰水吹氣比賽

實驗結果：

表一：石灰水濃度對混濁與再澄清時間影響

項目 \ 材料比例	1/5	2/5	3/5	4/5	1
澄清石灰水	4	8	12	16	20
水	16	12	8	4	0
混濁快慢	最慢，幾乎不混濁	第四	第三	第二	最快
再度澄清	些微混濁後立刻澄清	第二	第三	第四	有一些澄清，但仍有漂浮物

實驗討論：

新配製的澄清石灰水果然不同凡響，大家努力的吹氣，半個多鐘頭，我們就得到以下幾個結論：

1. 每個同學都很認真吹氣，但不同人吹氣畢竟是不同，有的人從頭到尾徐徐的吹，好像若無其事；有的人呢，一開始死命的吹，但終究是體力有限，最後卻有氣無力的。
2. 不同濃度的澄清石灰水對二氧化碳的反應不同，濃度越濃的溶液越容易混濁，相對的也越難澄清。還有在表示澄清與混濁上很難說清楚，講明白，在跟老師討論後，我們以右列色卡邊界線條被溶液遮住與否為界定：初次看不見時為混濁，再度看見為再澄清。

5%灰度值

10%灰度值

(此色卡為 Epson 雷射印表機印出 5% 灰度值與 10% 灰度值)

研究二：科學方法進行反應實驗

實驗三：利用水族館中可買到的「二氧化碳瓶」當做二氧化碳氣體的來源

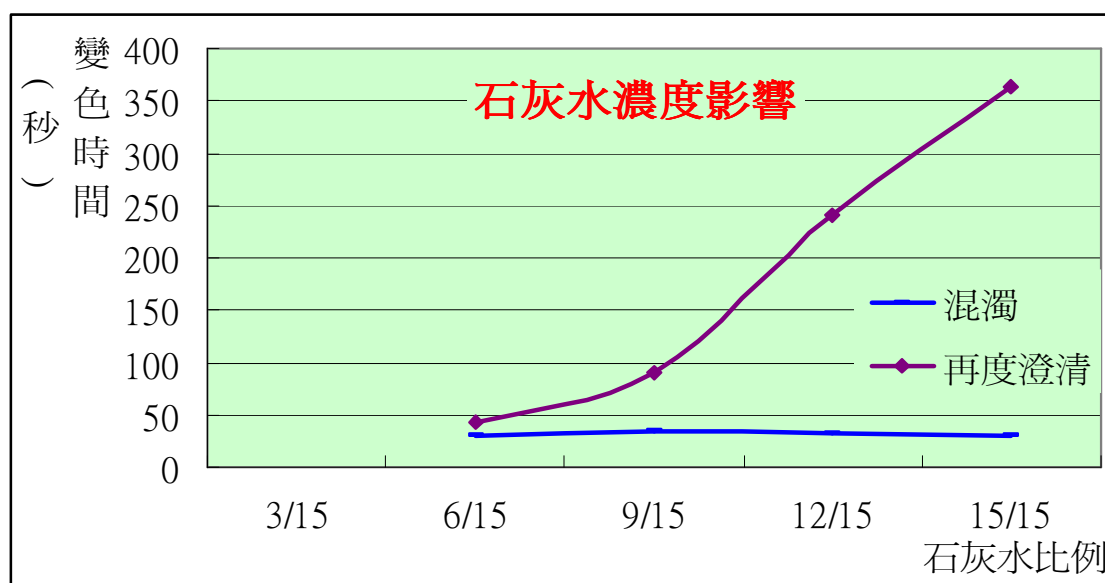
1. 分別取3、6、9、12、15毫升的澄清石灰水加水至15毫升。
2. 二氧化碳以固定流速，通入澄清石灰水中，觀察其變化情形。

實驗結果：

1. 二氧化碳氣體流速：216個氣泡／每分鐘。

表二：石灰水濃度對混濁與再澄清時間影響

	石灰水 (m L)	水 (m L)	第一次		第二次		第三次		平均	
			混濁 (秒)	再度 澄清 (秒)	混濁 (秒)	再度 澄清 (秒)	混濁 (秒)	再度 澄清 (秒)	混濁 (秒)	再度 澄清 (秒)
1	3	12	—	—	—	—	—	—	—	—
2	6	9	28	42	25	41	37	45	30	43
3	9	6	32	87	35	83	36	100	34	90
4	12	3	33	240	32	244	34	238	33	241
5	15	0	29	368	30	364	32	360	30	364



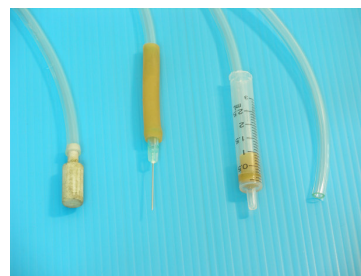
圖一：石灰水濃度對混濁與再澄清時間影響

實驗討論：

1. 我們根據石灰水稀釋比例與變所需時間關係圖發現：澄清石灰水混濁所需時間並不受石灰水稀釋比例影響，但當他稀釋比例太多時，不易觀察混濁的現象；混濁後的石灰水繼續通入二氧化碳時，會再度澄清，所需的時間受石灰水稀釋比例影響，石灰水所佔比例越高，時間越長。
2. 澄清石灰水在稀釋成5倍時，無法觀察其變化，我們懷疑是因為濃度太淡，打入二氧化碳的氣泡太大，反應太慢，以至於尚未觀察到混濁的現象，溶液已經開始變澄清了，因此，我們接著探討通入二氧化碳氣泡的大小。

實驗四：出氣孔大小對澄清石灰水變化的影響

1. 取稀釋比例不同的澄清石灰水置於試管中。
2. 分別以大塑膠管、注射針筒、注射針、養魚用曝氣石改變通氣孔大小，進行二氧化碳打氣。
3. 觀察澄清石灰水變化所需的時間。

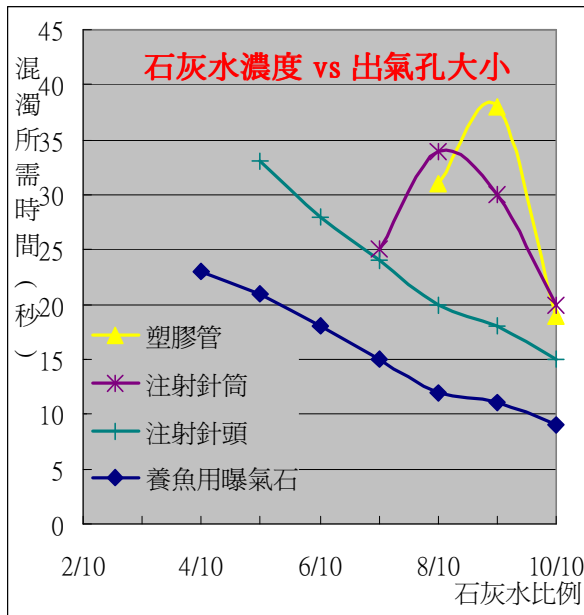


改變出氣孔大小，由左至右依序為養魚用曝氣石、注射針、注射針筒、大塑膠管

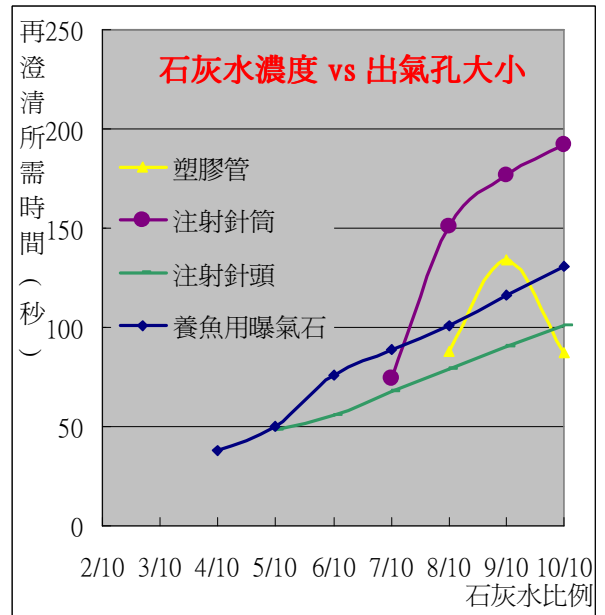
實驗結果：

表三：氣泡大小&石灰水濃度對混濁與再澄清時間影響

	石灰水 (m L)	水 (m L)	大 (塑膠管)		中 (注射針筒)		小 (注射針頭)		細微 (養魚用曝氣石)	
			混濁 (秒)	再度 澄清 (秒)	混濁 (秒)	再度 澄清 (秒)	混濁 (秒)	再度 澄清 (秒)	混濁 (秒)	再度 澄清 (秒)
1	3	7	—	—	—	—	—	—	—	—
2	4	6	—	—	—	—	—	—	23	38
3	5	5	—	—	—	—	33	48	21	50
4	6	4	—	—	—	—	28	56	18	76
5	7	3	—	—	25	74	24	68	15	89
6	8	2	31	88	34	151	20	79	12	101
7	9	1	38	134	30	177	18	90	11	116
8	10	0	19	87	20	192	15	101	9	131



圖二：石灰水濃度對混濁時間關係



圖三：石灰水濃度對再澄清時間關係

實驗討論：

1. 我們發現二氧化碳出氣孔對整個實驗有一定的影響，當出氣孔太大時，石灰水變混濁的時間似乎不受濃度影響，但使用小的出氣孔時，明顯看出，出氣孔大小會影響石灰水變混濁與再澄清的反應時間。
2. 出氣孔越小，則反映的時間越短。
3. 此實驗明確看出：石灰水變混濁會因濃度變大而短時間，而濃度變大也同時造成石灰水再澄清的時間加長。
4. 養魚用曝氣石其孔洞極小，產生的氣泡會影響觀察，價格也較貴，故一般實驗時使用注射針頭較為方便與便宜。

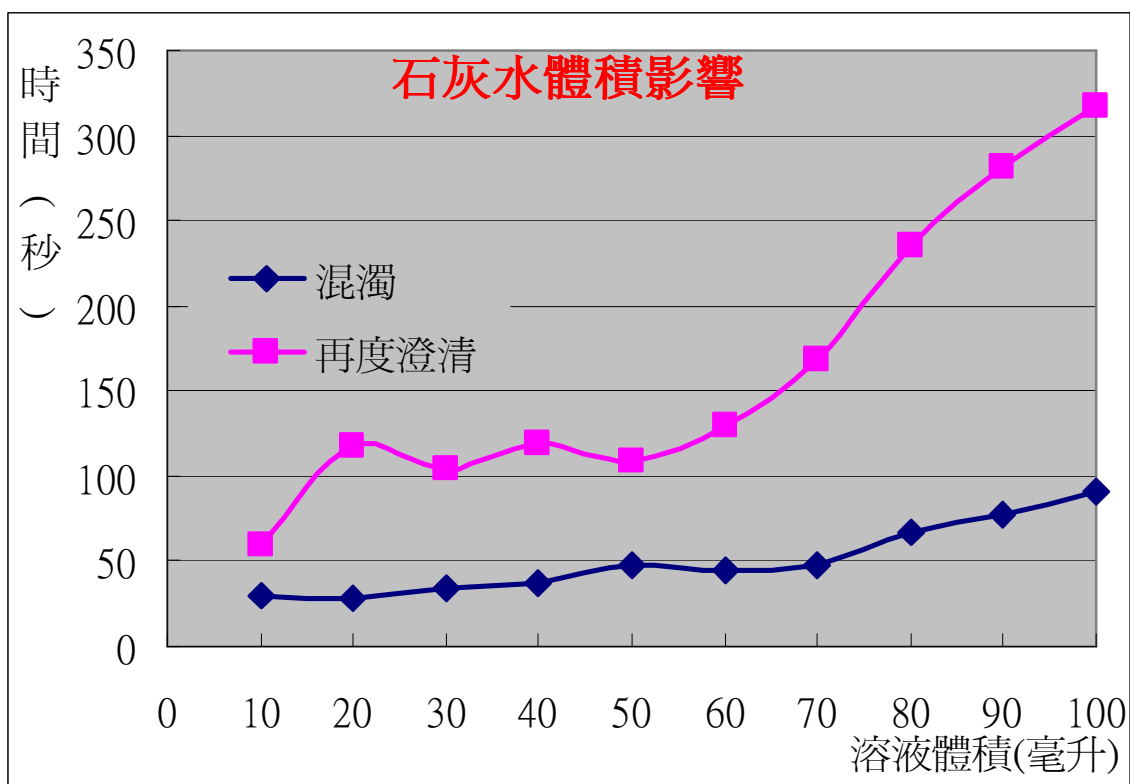
實驗五：石灰水體積對反應的影響

1. 石灰水與水以1：1的比例混合，分別取10、20、30、40、50、60、70、80、90、100毫升進行吹氣實驗。

實驗結果：

表四：石灰水體積對混濁與再澄清時間影響

	總體積 (m L)	第一次		第二次		第三次		平均	
		混濁 (秒)	再度 澄清 (秒)	混濁 (秒)	再度 澄清 (秒)	混濁 (秒)	再度 澄清 (秒)	混濁 (秒)	再度 澄清 (秒)
1	10	27	58	30	60	33	62	30	60
2	20	28	125	31	120	25	110	28	118
3	30	34	102	36	110	32	102	34	105
4	40	37	117	35	120	40	120	37	119
5	50	48	109	50	112	46	105	48	109
6	60	44	125	46	128	46	135	45	129
7	70	49	165	50	170	46	170	48	168
8	80	65	236	66	230	70	241	67	236
9	90	79	277	77	288	76	279	77	281
10	100	90	317	95	320	88	315	91	317



圖四：石灰水體積的影響

實驗討論：

1. 石灰水變混濁所需的時間受體積影響較小，而再度澄清所需的時間則受體積影響較鉅。
2. 實驗發現石灰水體積越大，所需時間越久。由此可知，上自然課時無法將澄清石灰水由混濁再吹澄清，最主要的因素是由於老師給的澄清石灰水體積實在太多了。

實驗六：二氧化碳流速的影響

上課時，同學再進行吹氣比賽時，每個人吹氣的速度均不同，因此我們利用二氧化碳流速的不同，比較吹氣的速度對石灰水變化的影響。

1. 利用右圖裝置測量每分鐘二氧化碳產生的氣泡數並紀錄。
2. 取10毫升1:1比例混合的石灰水於試管中，以不同的二氧化碳流速進行對石灰水變化影響實驗。

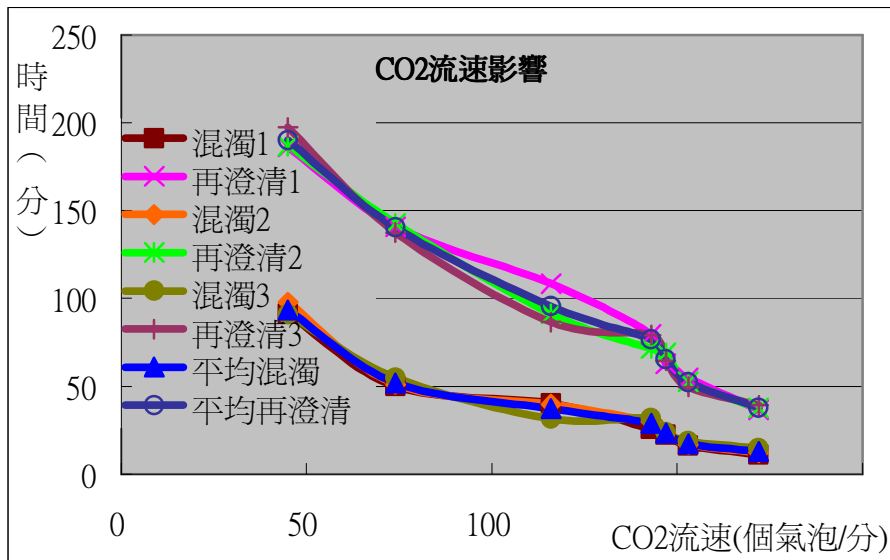


二氧化碳流速測量裝置

實驗結果：

表五：CO₂ 流速對石灰水混濁與再澄清時間的影響

CO ₂ 流速 (個/分)	第 1 次實驗		第 2 次實驗		第 3 次實驗		平均	
	混濁 (秒)	再度澄清 (秒)	混濁 (秒)	再度澄清 (秒)	混濁 (秒)	再度澄清 (秒)	混濁 (秒)	再度澄清 (秒)
45	91.27	186.22	97.82	186.85	90.73	197.33	93.27	190.13
74	50.00	140.78	51.10	142.63	54.80	137.33	51.97	140.25
116	40.23	128.39	39.72	91.15	31.47	86.64	37.14	102.06
143	25.50	79.36	29.66	71.37	31.91	79.11	29.02	76.61
147	22.45	62.71	23.64	68.92	23.73	64.42	23.27	65.35
153	16.06	54.75	16.75	52.54	18.65	49.61	17.15	52.30
172	11.09	36.68	12.16	37.49	14.79	39.17	12.68	37.78



圖五：二氧化碳流速對石灰水變化的影響

實驗討論：

1. 從實驗結果我們發現：二氧化碳的流速明顯影響石灰水變混濁所需的時間，二氧化碳流速越快，石灰水變混濁所需的時間越短；相同的現象，對於石灰水再澄清的實驗，二氧化碳的流速有一樣的效果。
2. 比較二氧化碳的流速對石灰水混濁與再澄清實驗發現，二氧化碳的流速對石灰水混濁的影響較大，尤其是流速超過143個氣泡/分，效果加倍。
3. 流速 × 時間 = 流量，根據此實驗，我們發現（流速 × 時間）並非為一固定數字，也就是二氧化碳的使用量並不固定，流速越快，使用量越少，此現象令我們百思不解，經過與老師們討論分析加上多次的重複實驗，我們發現，流速太快時，因為過多的氣泡易造成石灰水混濁與否認定上的誤差，使得使用量上似乎變少了，不過我們仍可肯定的是二氧化碳的流速明顯影響石灰水變混濁以及再澄清所需的時間。

陸、結論

- 一、石灰水容易與空氣中的二氧化碳反應，宜在使用前才配製，且配製後利用棉花過濾即可，既省時且配製後溶液也不因配製時間過久而起變化，且實驗較明顯而易於觀察。
- 二、澄清石灰水變混濁較易觀察，而再澄清則不易界定完全澄清，上課時可觀察混濁程度的變化，進行研究則必須先界定，才能清楚表明。
- 三、澄清石灰水遇到二氧化碳變混濁受到石灰水的濃度及體積影響，也受到二氧化碳氣泡大小及流速影響。當二氧化碳氣泡較大時，石灰水變混濁受到石灰水的濃度及體積影響較小；反觀二氧化碳氣泡較小時，石灰水變混濁受到石灰水的濃度及體積影響則較大，我們認為二氧化碳上升的過程，小氣泡有較佳的接觸石灰水機會，故反應較為迅速，變化明顯。
- 四、二氧化碳流速的實驗發現：石灰水變混濁以及再澄清所需的時間表面上受二氧化碳流速影響，而甄爭的原因其實是二氧化碳的量。因為流速越快，在相同的時間內，二氧化碳的量越多，參與石灰水反映的量越多，時間自然就縮短了。
- 五、澄清石灰水混濁後再澄清，經過以上的研究發現：石灰水變混濁要再變回澄清，必需將所有的石灰水完全混濁後才能開始逐漸變澄清，所以，上課時若想要石灰水快速混濁又快速變澄清，最佳的方式可先依一般配製石灰水方式配製後過濾，再稀釋成兩倍體積，利用一端封住再以針刺小洞的吸管吹氣，當然嘍，先跑個步再來吹氣會更好。

柒：參考資料

1. 南一書局網站 http://www.nani.com.tw/big5/content/2004-10/02/content_31160.htm
2. 國小自然科學習單，http://content.edu.tw/primary/nature/ks_gc/study/htm/b07ans.htm
3. 陳偉民、林金昇、江彥雄，3D理化遊戲場，第二版，台北市，天下遠見出版股份有限公司，第64-66頁，第75-82頁。
4. 翰林出版，自然與生活科技 5 下教學指引，第10-25頁。
5. 翰林出版，自然與生活科技 5 下教學指引，第37-38頁。

捌、心得與感想

歷經快半年的團隊研究，現在我們對二氧化碳的檢驗，總算有了一些心得。

回想研究之初，原本以為這是一個很簡單的任務，只不過是吹吹氣而已，沒想到常常是一個小實驗，就得花上整個下午才能完成，研究過程中，更因為澄清與否爭的面紅耳赤，可見科學家們在實驗中許許多多的定義是多麼重要。

在這次的研究中，我們一次次地遇到困難，也一次次地突破和創新，過程雖然很辛苦，卻也得到莫大的喜悅和成就感，更讓我們深刻體會到「有志者事竟成」這句話的道理。

評 語

081530 我變！我變！我變變變！~澄清石灰水變身

大考驗

對教學有改進作用，實驗內容知識有一定的理解，表達能力清楚。