

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 化學科

080211

二氧化碳難溶於水嗎？

學校名稱：臺南市南區志開國民小學

作者： 小六 洪佳瑜	指導老師： 洪文正 曾佳銘
---------------	---------------------

關鍵詞：二氧化碳、排水集氣裝置

摘 要

本研究是去年科展評審教授提出「二氧化碳難溶於水嗎？」引發動機而進行研究。第二十五屆全國科展雖有類似研究作品，但我不太瞭解裡面實驗過程，於是設計一組排水集氣裝置當檢測工具，並利用純度較高二氧化碳實驗，因實驗器材較細緻，研究結果應較為客觀。

過程先觀察蒸餾水通入二氧化碳前後 pH 值變化，發現二氧化碳在水中只是一部分溶解，並非立刻完全溶解。再利用檢測工具探討二氧化碳在不同條件溶液的溶解量，發現溫度高低、鹽水濃度、不同 pH 值酸鹼溶液等對二氧化碳溶解量有影響。

最後探討試管頂端殘留氣體，推論二氧化碳鋼瓶裡除二氧化碳外，似乎夾雜少量其他氣體。使用 60 天收集試管頂端殘留氣體，經檢測發現是氮氣的可能性比較大。

壹、研究動機

去年科學展覽，我和學長研究「澄清石灰水通入二氧化碳的變化情形」，在縣市比賽得到很好的成績。只是比賽過程中，評審教授提到「二氧化碳難溶於水嗎？」這個問題時，我們竟愣著不知如何回答。

比賽過後，我跟老師討論這個問題，老師建議我可以深入探究，只是在實驗過程中，我發現曾有學長學姊以研究過類似問題，但老師勉勵我改進實驗的器材及方法，應該可以使研究結果更為精確。經過幾個月的努力，最後終於有了一些成果的呈現。

貳、研究問題

- 一、蒸餾水通入二氧化碳前後的 pH 值有什麼變化？
- 二、用哪一種方法收集本研究的二氧化碳較為合適？
- 三、如何改進本研究使用排水集氣法收集二氧化碳的實驗裝置？
- 四、二氧化碳在不同條件溶液中的溶解有什麼差異？
- 五、殘留在試管頂端的氣體可能是哪一種氣體？

參、研究器材

試管架、試管、鑷子、廣用試紙、二氧化碳鋼瓶、錐形瓶、橡皮塞、漏斗、打火機、線香、廣口瓶、玻璃片、澄清石灰水、錶、水槽、天平、黏土、圓木棍、投影片、雙面膠、膠帶、美工刀、剪刀、尺、電線、橡皮筋、手套、自來水、地下水、礦泉水、蒸餾水、RO 水、燒杯、量筒、磅秤、糖、鹽、攪拌機、恆溫箱、溫度計、檸檬酸、草酸、生石灰、氫氧化鈉

肆、研究過程及結果

【問題一】蒸餾水通入二氧化碳前後的 pH 值有什麼變化？

一、比較蒸餾水通入不同量二氧化碳前後 pH 值的變化情形。

過程：(一) 試管倒入約 7 分滿蒸餾水。

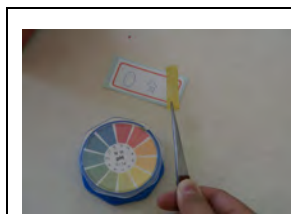
(二) 用廣用試紙測量蒸餾水 pH 值。

(三) 將二氧化碳持續通入蒸餾水中。

(四) 分別在 2、4、6、8、10 分鐘測量水的 pH 值。



倒入 7 分滿蒸餾水



測量蒸餾水 pH 值









水中通入二氧化碳



測量通氣後水 pH 值



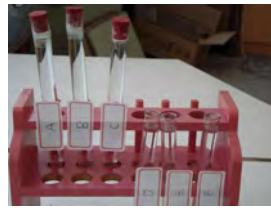

結果：

通入二氧化碳時間	0分	2分	4分	6分	8分	10分
pH 值						
	7	6	6	5.5	6	6



- 討論：(一) 固定二氧化碳出氣量，時間愈短，蒸餾水通入二氧化碳的量愈少；時間愈長，通入二氧化碳的量愈多。
- (二) 原先中性的蒸餾水通入二氧化碳後，呈現弱酸性。
- (三) 持續將二氧化碳通入蒸餾水中，水質一直呈現弱酸性，而且 pH 值的差異並不大，可能有部分的二氧化碳經由水跑到空氣中。
- (四) 若改進實驗方法，延長通入二氧化碳的時間，應該能夠驗證「二氧化碳難溶於水嗎？」

二、改進實驗方法再度觀察比較二氧化碳通入蒸餾水前後 pH 值的變化情形。







- 過程：(一) 在錐形瓶內倒入 300 cc 蒸餾水，並測其 pH 值。
- (二) 將二氧化碳通入蒸餾水，持續 30 分鐘後，測其 pH 值。
- (三) 通入二氧化碳的水分別倒入 6 支試管。
- (四) A、B、C 試管用瓶塞塞住；D、E、F 試管不用瓶塞。
- (五) 靜置三天後，測量各試管內水的 pH 值。

	→		→		→	
二氧化碳持續 30 分鐘通入蒸餾水中		通入二氧化碳的水分別倒入 6 支試管		A、B、C 用瓶塞 D、E、F 不用瓶塞		三天後打開瓶塞

結果：(一)

	通氣前	通氣 30 分鐘
pH 值		
	7	5.5

(二) 靜置三天後：

	加瓶塞			不加瓶塞		
	A	B	C	D	E	F
pH 值						
	6	6.5	6	6.5	6.5	6

討論：(一) 二氧化碳持續通入蒸餾水 30 分鐘後，水的 pH 值由 7 降為 5.5，應該有部份二氧化碳溶解在水中。

(二) 試管裝入通氣後的水，橡皮塞並不容易塞緊，我用膠帶幫忙黏緊；三天後，試管上的瓶塞似乎都被推動了。

(三) 取出試管瓶塞，好像有股力量往外推，可能是部份二氧化碳急著跑出來。

(四) 靜置三天，無論塞住瓶塞與否，水的 pH 值都略微上升，而且差異不大，這應該是有部份的二氧化碳會和水反應，其餘的則經由水跑到空氣中。

(五) 經由實驗，我認為「二氧化碳略溶於水」的定義似乎比較適當。

【問題二】用哪一種方法收集本研究的二氧化碳較為合適？

三、探討如何收集本研究的二氧化碳。




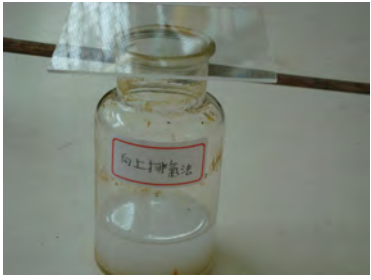

過程：(一) 根據網路資料，我們得知實驗室收集氣體的方法有「排水集氣法」、「向上排氣法」和「向下排氣法」三種。

(二) 分別使用上述三種方法收集二氧化碳。

(三) 收集的二氧化碳分別使用線香及澄清石灰水來檢驗。

				
排水集氣法	向上排氣法	向下排氣法	線香檢驗收集的二氧化碳	澄清石灰水檢驗收集的二氧化碳

結果：

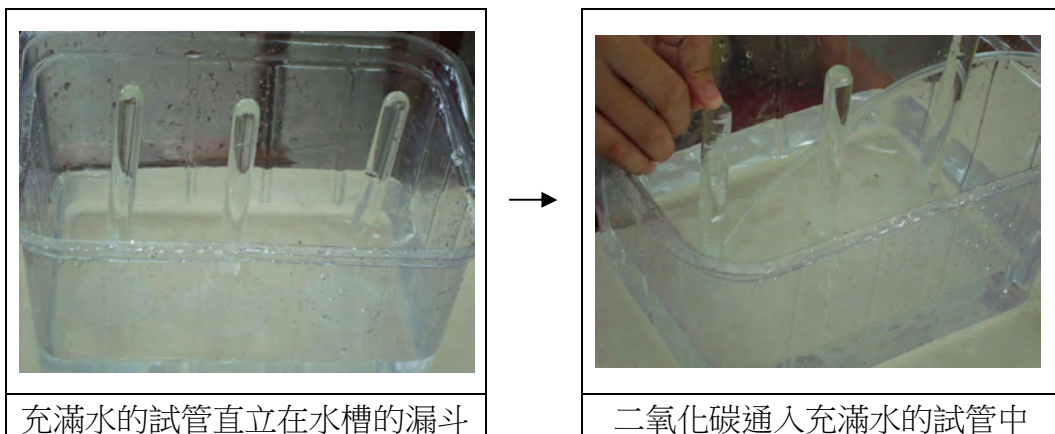
	排水集氣法	向上排氣法	向下排氣法
線香			
	熄滅	熄滅	不熄滅
澄清石灰水			
	白色混濁	白色混濁	白色混濁

- 討論：(一) 本實驗先進行排氣集氣法，因為二氧化碳氣體在水裡看得見，所以先量好氣體充滿整個廣口瓶的時間後，再分別進行其他二種集氣方法。
- (二) 向下排氣法收集的二氧化碳無法使線香熄滅，澄清石灰水的白色混濁程度也較不明顯。
- (三) 向下排氣法收集二氧化碳的量似乎不足，而量不足原因可能是二氧化碳比空氣重，從下方的瓶口跑出去，只留下一部分在瓶子裡。
- (四) 向上排氣法也能順利收集二氧化碳，只是二氧化碳屬於無色，無法正確得知瓶中的氣體量，因此我決定採用排水集氣法收集二氧化碳進行實驗。






四、探討本研究使用排氣集氣法收集二氧化碳的實驗裝置。

過程：(一) 水槽裡倒入約 2500 cc 的水。

- (二) 使充滿水的試管直立在水槽的漏斗上。
- (三) 把不等量的二氧化碳通入充滿水的試管中。
- (四) 分別在不同時間觀察各試管內二氧化碳的變化情形。



結果：

	剛充氣	1 時後	3 時後	5 時後	24 時後
試管水量 變化情形					

討論：(一) 隨著時間增加，試管內的水量逐漸上升，可見二氧化碳慢慢溶解在水中。

(二) 24 時後，試管內幾乎都是水，只有頂端還留有一小節氣體。

(三) 本實驗裝置待改進的缺點：

1. 試管底部是圓弧形，增加測量上的困難度
2. 試管沒有刻度，難以確定二氧化碳的溶解量及水位高低。
3. 試管沒有適當固定，容易歪一邊。
4. 漏斗太長，要使裝滿水的試管直立，水槽必須裝很多水。
5. 實驗前，若未將塑膠管內的空氣徹底排出，會影響實驗的準確性。
6. 二氧化碳在試管裡的量不一樣多，會影響實驗的準確性。

【問題三】如何改進本研究使用排水集氣法收集二氧化碳的實驗裝置？

五、探討改進使用排水集氣法收集二氧化碳的實驗裝置。

過程：(一) 用天平量取每一份 3g 的黏土。

(二) 將黏土放入試管，使用圓木棍壓緊，把試管底部的圓弧處整平。

(三) 把尺的刻度影印在投影片上，切割好的投影片用雙面膠帶黏貼在試管上，外層再黏貼透明膠帶當固定保護層。

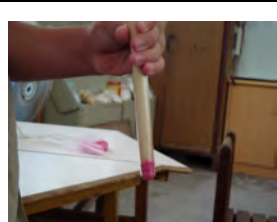
(四) 將漏斗鋸短為 2 cm，並用砂紙磨平。

(五) 取出電線裡的金屬線，在試管投影片 10 cm 處網緊。

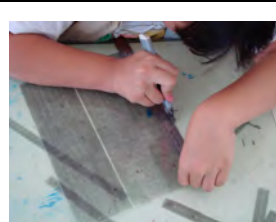
(六) 利用尺及橡皮擦製成試管固定器。



量取一份 3g 黏土



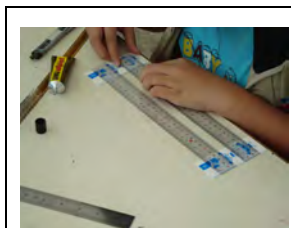
把試管底部整平



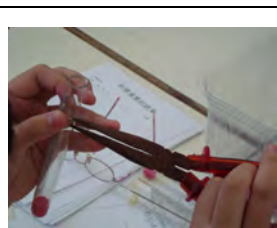
切割投影片尺刻度



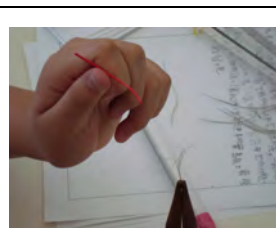
尺刻度黏貼試管上



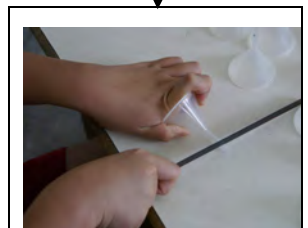
自製的試管固定器



在試管投影片 10
cm 處網緊

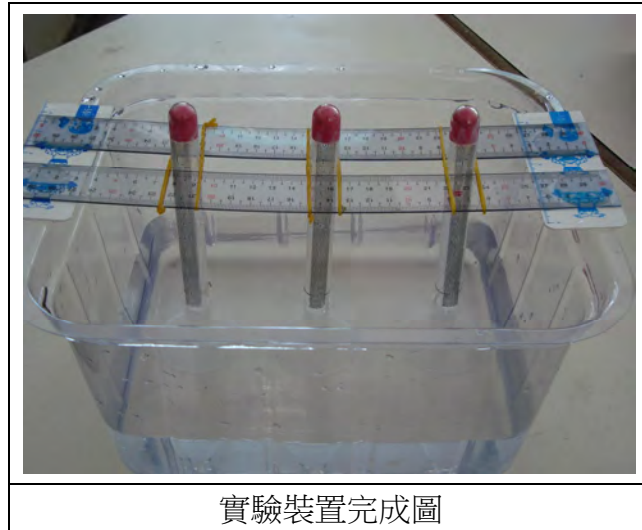


取出電線裡金屬線



將漏斗鋸短為 2 cm

結果：

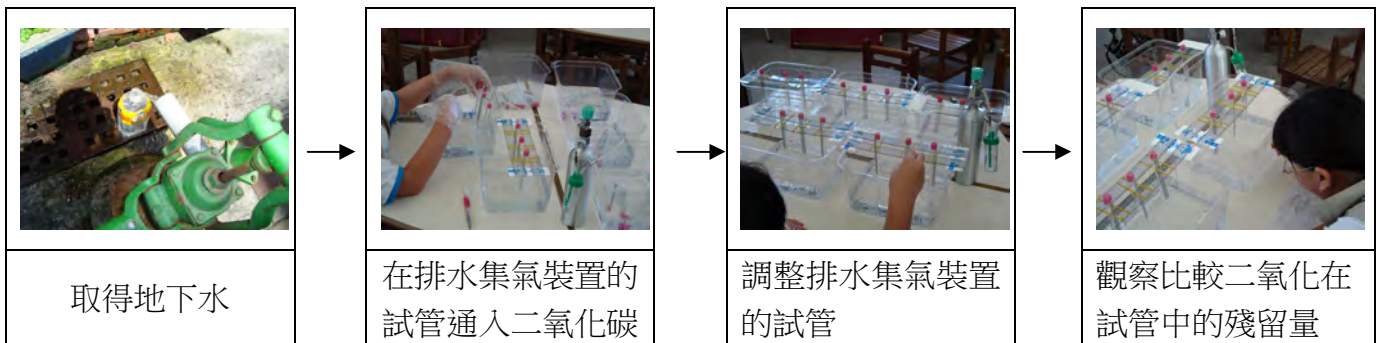


- 討論：(一) 原本我想使用有刻度小量筒取代試管，但它倒放後，頭重腳輕容易倒下。
(二) 改良後的試管符合本實驗需求，經由換算得知試管刻度 1 cm 高的水，體積為 1.3 cc。
(三) 在試管刻度 10 cm 的地方綁上金屬線，是為了方便實驗觀察。
(四) 修短後的漏斗，要使裝滿水的試管倒立就容易多了，也不會超過試管上刻度 10 cm 的地方。
(五) 實驗前，先讓出氣口在水中冒泡泡 5 分鐘，將塑膠管內的空氣徹底排出，以確保實驗的正確性。
(六) 試管固定器的製作，可以使實驗的試管組固定直立，不至於歪斜一邊而影響實驗。
(七) 不斷練習在充滿水的試管中充氣，以提高實驗的成功率。

【問題四】比較二氧化碳在不同條件溶液中的溶解有什麼差異？

六、探討二氧化碳在不同水質中的溶解情形。

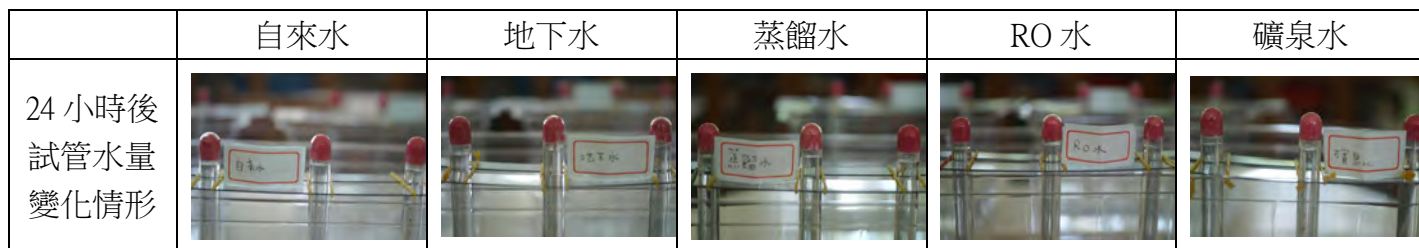
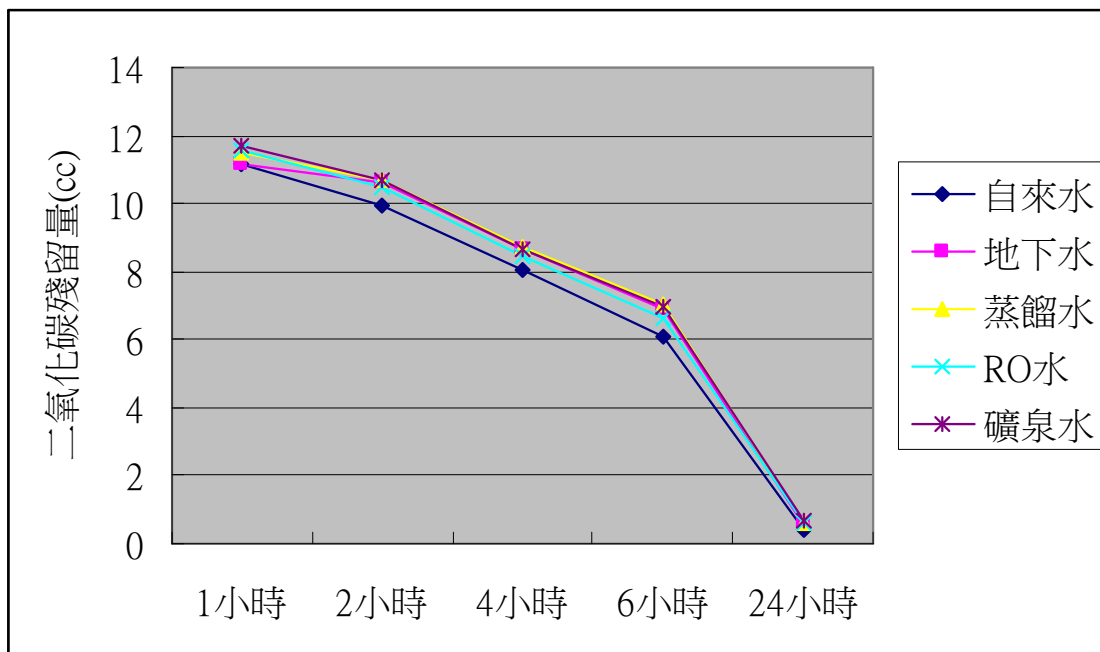
- 過程：(一) 在水槽內分別倒入 2000 cc 的自來水、地下水、蒸餾水、RO 水、礦泉水。
(二) 每個水槽放入一組排水集氣裝置。
(三) 每支試管通入 10 cm (13 cc) 的二氧化碳。
(四) 分別在 1、2、4、6、24 小時後，觀察比較二氧化碳在試管中的殘留量。
(五) 說明書僅列出實驗平均值，詳細實驗記錄請參閱科學展覽實驗記錄單。



結果：

(單位cc)

	自來水	地下水	蒸餾水	RO 水	礦泉水
	平均	平均	平均	平均	平均
1 小時	11.14	11.16	11.48	11.57	11.70
2 小時	9.92	10.62	10.68	10.49	10.66
4 小時	8.06	8.67	8.71	8.45	8.67
6 小時	6.11	6.89	7.02	6.61	6.98
24 小時	0.39	0.56	0.61	0.61	0.69



討論：(一) 隨著時間增加，試管內的二氧化碳殘留量愈來愈少，水位愈來愈高。

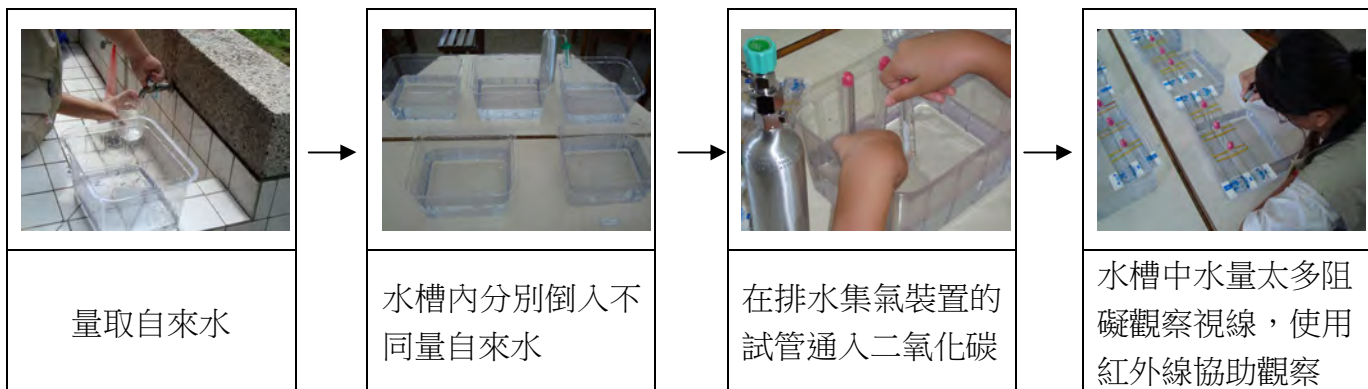
(二) 24 小時後，試管頂端都殘留一小段的氣體。

(三) 試管中的二氧化碳會慢慢溶解在水中，只是不同水質對二氧化碳的溶解似乎沒有太大的影響。

七、探討二氧化碳在不同水量自來水中溶解的情形。

過程：(一) 在水槽內各倒入 2000 cc、2500 cc、3000 cc、3500 cc、4000 cc 自來水。

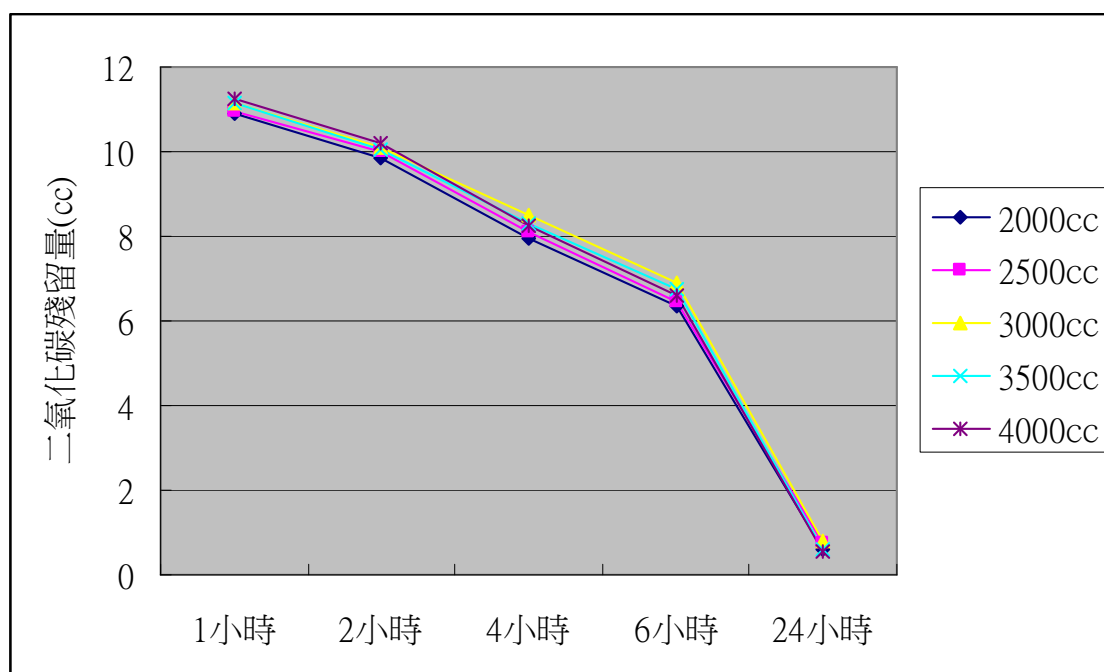
(二) 其餘過程同研究六過程 (二)、(三)、(四)、(五)。



結果：

(單位cc)

	2000 cc	2500 cc	3000 cc	3500 cc	4000 cc
	平均	平均	平均	平均	平均
1 小時	10.88	10.96	11.14	11.14	11.27
2 小時	9.84	10.01	10.10	10.05	10.18
4 小時	7.93	8.10	8.49	8.32	8.23
6 小時	6.33	6.46	6.89	6.76	6.59
24 小時	0.61	0.74	0.78	0.61	0.56



	2000 cc	2500 cc	3000 cc	3500 cc	4000 cc
24 小時後 試管水量 變化情形					

討論：(一) 本實驗使用的水槽至少要倒入 2000 cc 的水才能使排水集氣裝置的試管裝滿水。

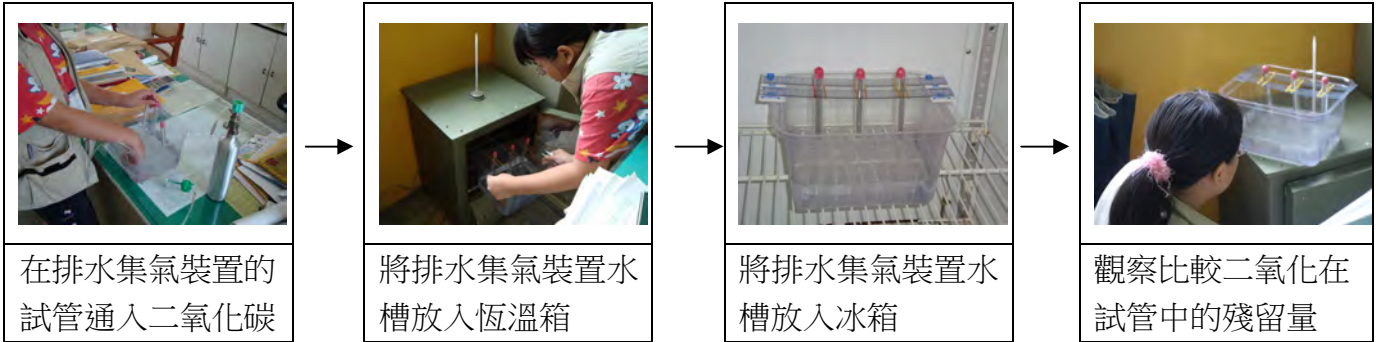
- (二) 水槽中的水量愈少愈容易觀察到二氧化碳在試管中的殘留量。
- (三) 水槽中的水量太多會阻礙觀察視線，因此使用紅外線協助觀察。
- (四) 水槽水量超過 2000 cc 以上，對二氧化碳的溶解似乎沒有太大的影響。

八、探討二氧化碳在不同溫度自來水中的溶解情形。

過程：(一) 在水槽內分別倒入 2000 cc 的自來水。

(二) 將三個水槽分別放在常溫 (26°C)、恆溫箱 (48°C~52°C)、冰箱 (4°C~8°C) 的環境中。

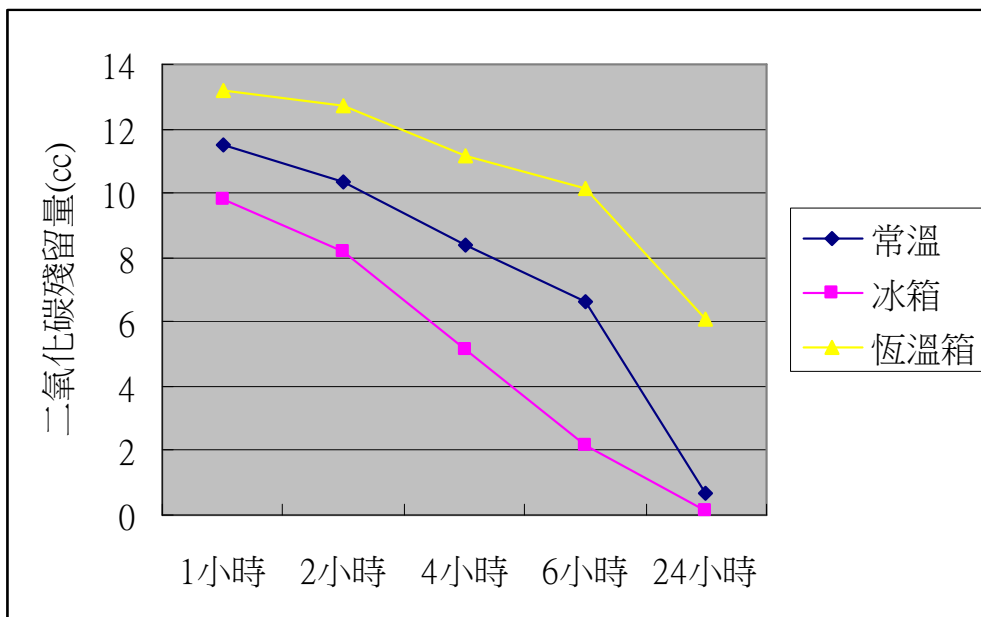
(三) 其餘過程同研究六過程 (二)、(三)、(四)、(五)。


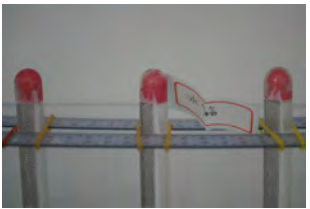
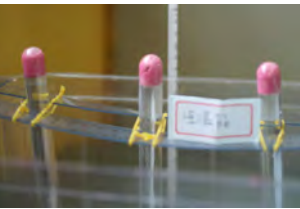


結果：

(單位cc)

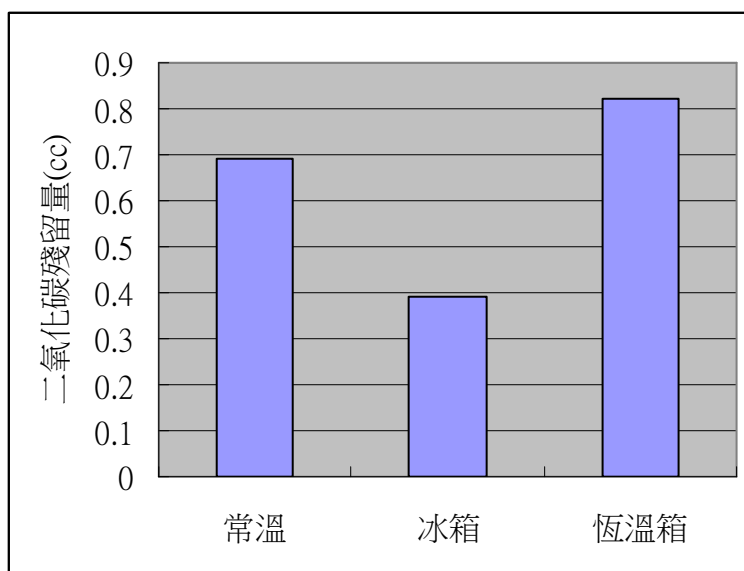
	常溫	冰箱	恆溫箱
	平均	平均	平均
1 小時	11.48	9.84	13.22
2 小時	10.35	8.17	12.70
4 小時	8.41	5.11	11.14
6 小時	6.63	2.17	10.14
24 小時	0.69	0.13	6.07



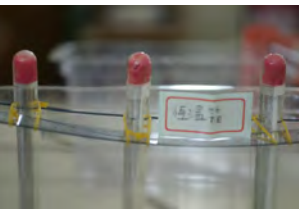


	常溫	冰箱	恆溫箱
24 小時後 試管水量 變化情形			

在常溫下繼續放置二小時後，二氧化碳在試管中的殘留量。（單位cc）

	常溫	冰箱	恆溫箱
平均	平均	平均	平均
	0.69	0.39	0.82



	常溫	冰箱	恆溫箱
回復常溫 試管水量 變化情形			

討論：(一) 溫度愈低，二氧化碳愈容易溶解在水中；溫度愈高，愈難溶解在水中。

(二) 置於低溫的排水集氣裝置回復常溫後，試管內的水位降低了；置於高溫回復常溫的試管水位則升高。

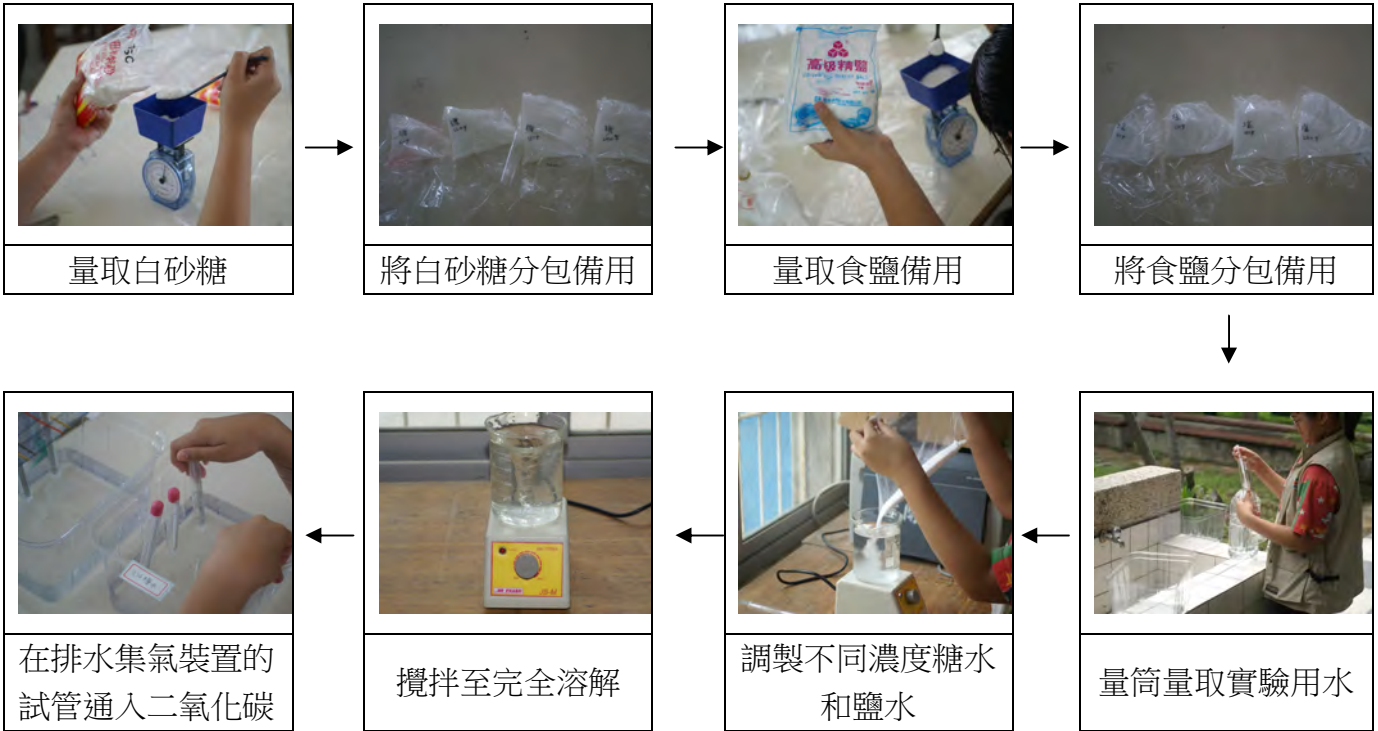
(三) 回復常溫的水位會改變，應該與熱漲冷縮現象有關係，這種情形又以氣體最為明顯。

九、探討二氧化碳在中性溶液中的溶解情形。

過程：(一) 分別調製 3%、6%、9%、12% 的糖水和鹽水。

(二) 在另一個水槽到入 2000 cc 自來水當對照組。

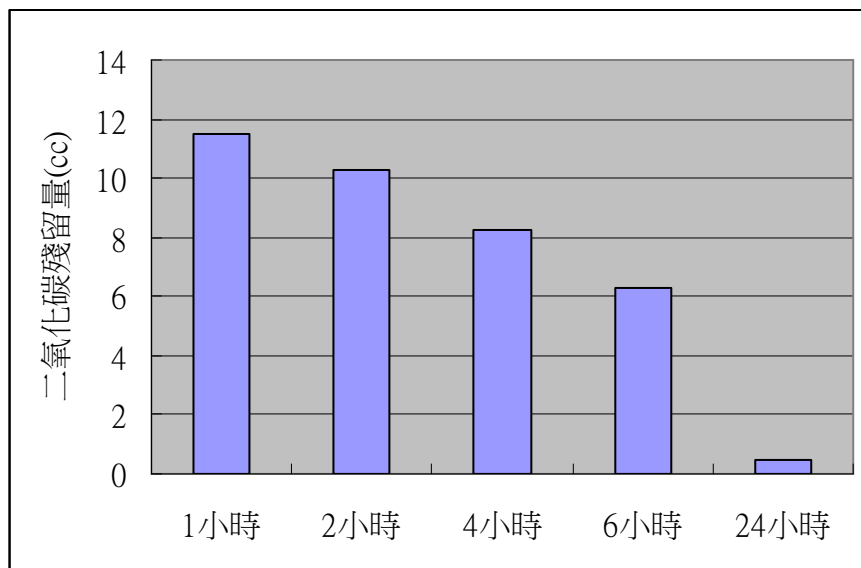
(三) 其餘過程同研究六過程 (二)、(三)、(四)、(五)。




結果：(一) 自來水：

(單位cc)

	自來水			
	一	二	三	平均
1 小時	11.44	11.57	11.4	11.48
2 小時	10.27	10.27	10.27	10.27
4 小時	8.19	8.19	8.23	8.23
6 小時	6.24	5.98	6.63	6.28
24 小時	0.52	0.39	0.52	0.48

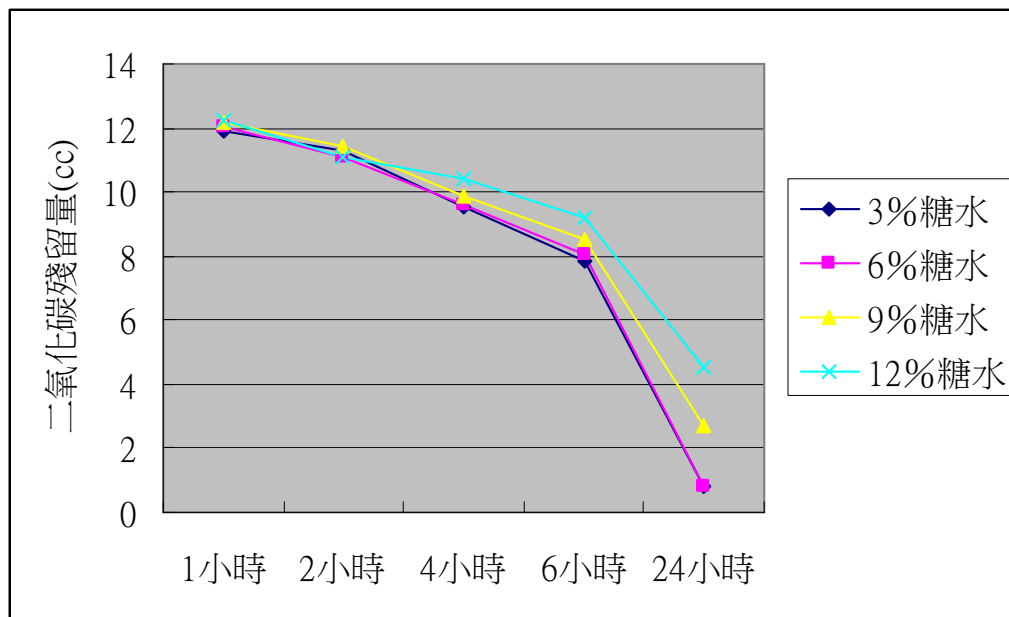


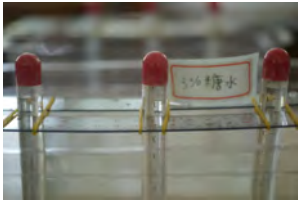

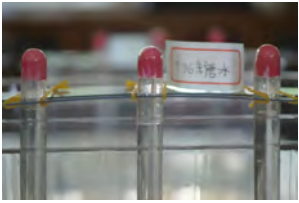
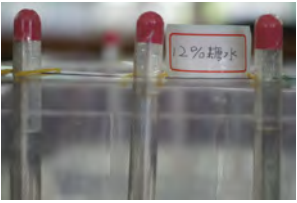
	自來水
24 小時後試管 水量變化情形	

(二) 糖水：

(單位cc)

	3%糖水	6%糖水	9%糖水	12%糖水
	平均	平均	平均	平均
1 小時	11.87	12.05	12.18	12.26
2 小時	11.27	11.06	11.40	11.07
4 小時	9.53	9.62	9.88	10.44
6 小時	7.84	8.02	8.54	9.19
24 小時	0.82	0.78	2.71	4.55

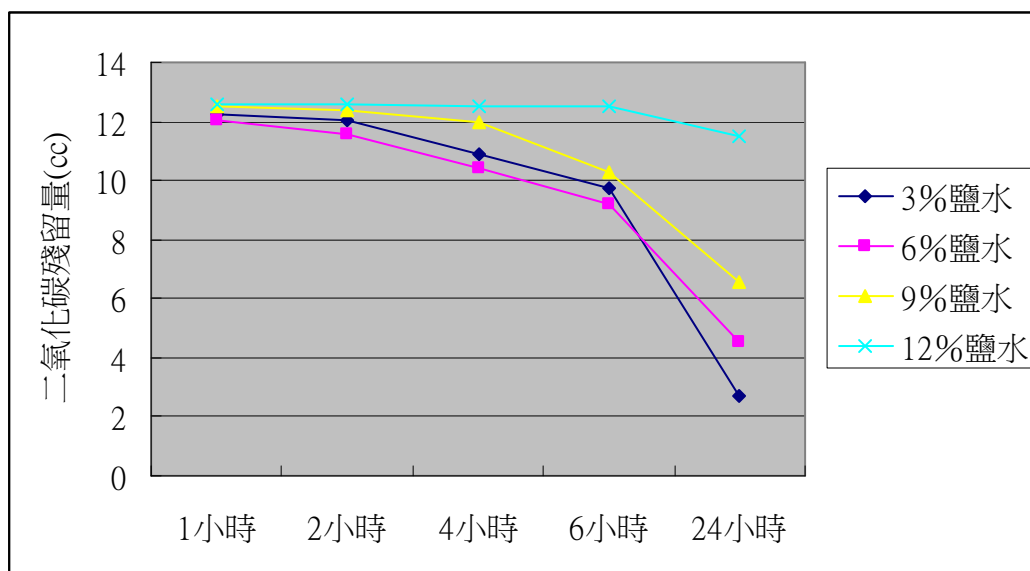


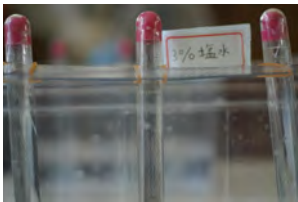
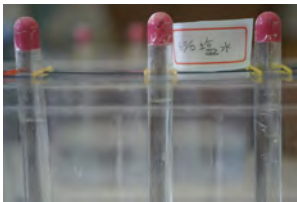

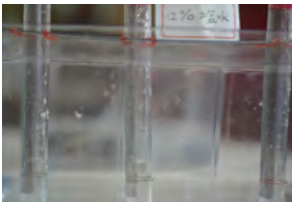
	3%糖水	6%糖水	9%糖水	12%糖水
24 小時後 試管水量 變化情形				

(三) 鹽水：

(單位cc)

	3%鹽水	6%鹽水	9%鹽水	12%鹽水
	平均	平均	平均	平均
1 小時	12.22	12.04	12.48	12.57
2 小時	12.05	11.57	12.35	12.57
4 小時	10.92	10.44	12.00	12.48
6 小時	9.75	9.23	10.27	12.48
24 小時	2.73	4.55	6.54	11.53



	3%鹽水	6%鹽水	9%鹽水	12%鹽水
24 小時後 試管水量 變化情形				

討論：(一) 自來水試管中的氣體殘留量都比糖水與鹽水少。

(二) 糖水與鹽水的濃度愈高，試管中的氣體殘留量愈多；濃度愈低，水試管中的氣體殘留量愈少，這種情形在鹽水尤其明顯。

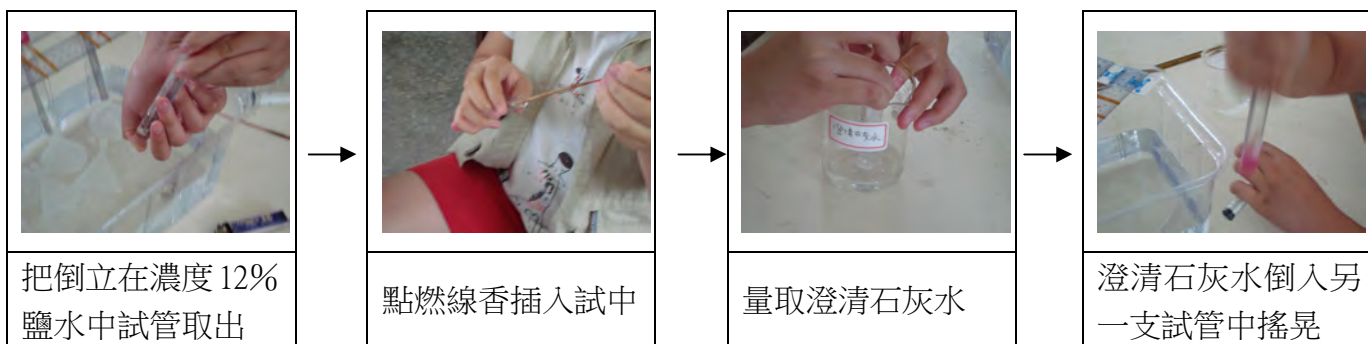
(三) 只是鹽水試管中的殘留氣體量仍是二氧化碳嗎？值得深入探討。

十、探討鹽水試管中的殘留氣體是二氧化碳嗎？

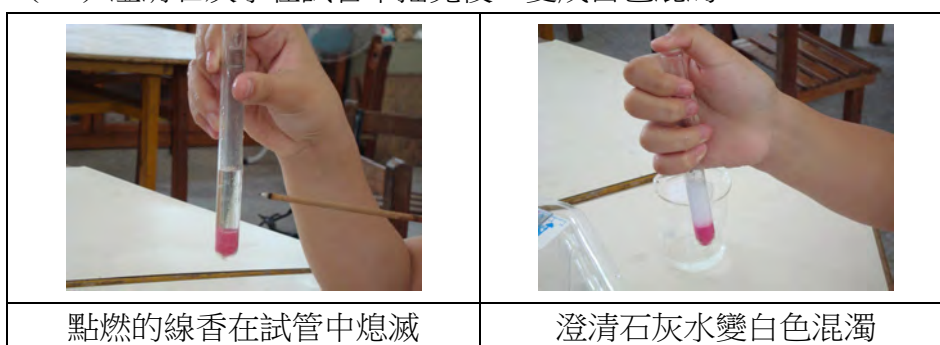
過程：(一) 小心把倒立在濃度 12%鹽水中的試管取出，避免殘留氣體與空氣接觸。

(二) 將點燃的線香迅速插入試管中。

(三) 把調製好的澄清石灰水倒入另一支試管中搖晃。



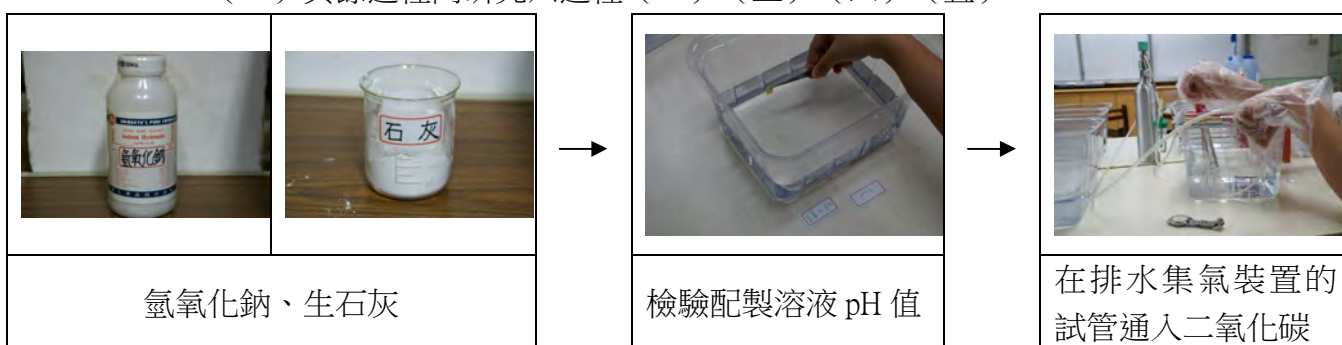
結果：(一) 點燃的線香在試管中熄滅了。
 (二) 澄清石灰水在試管中搖晃後，變成白色混濁。



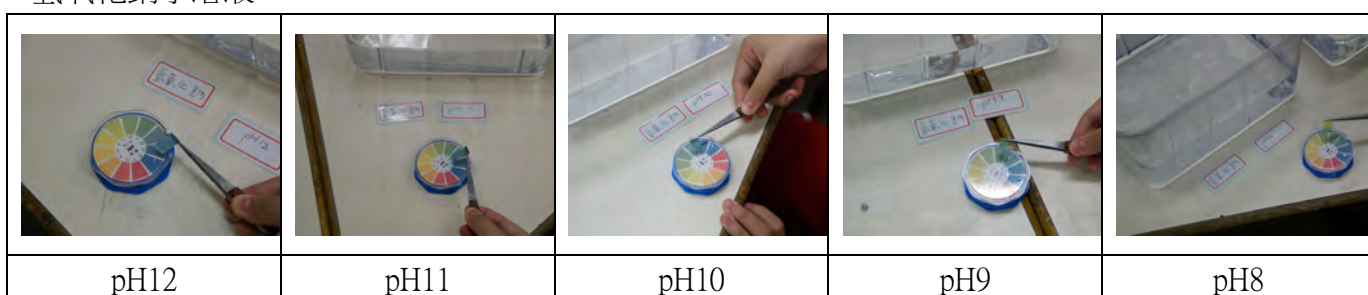
討論：(一) 鹽水試管中的殘留氣體應該是二氧化碳。
 (二) 在相同時間，二氧化碳在濃度愈高的鹽水中，溶解量愈少。
 (三) 若擔心二氧化碳會溶解在水中，用濃度高鹽水來保存，效果似乎還不錯。

十一、探討二氧化碳在鹼性溶液中的溶解情形。

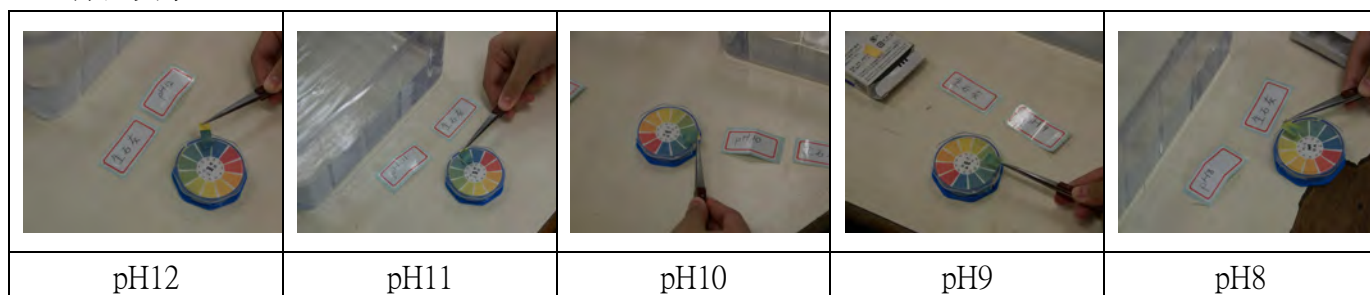
過程：(一) 請老師幫忙配製 pH12、11、10、9、8 氫氧化鈉及澄清石灰水各 2000 cc。
 (二) 其餘過程同研究六過程 (二)、(三)、(四)、(五)。



氫氧化鈉水溶液：



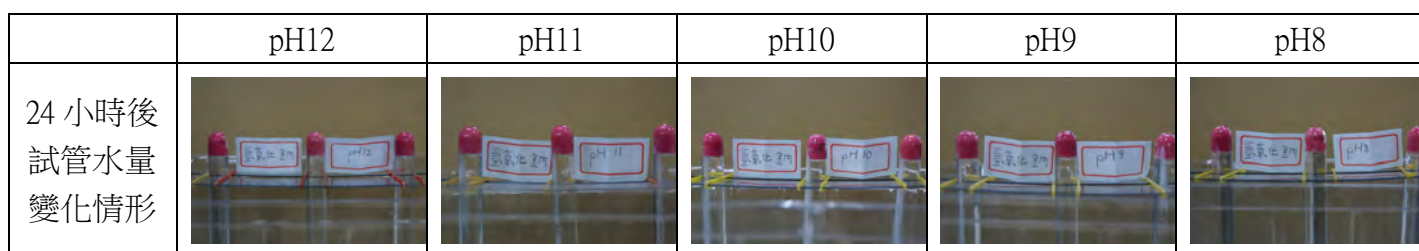
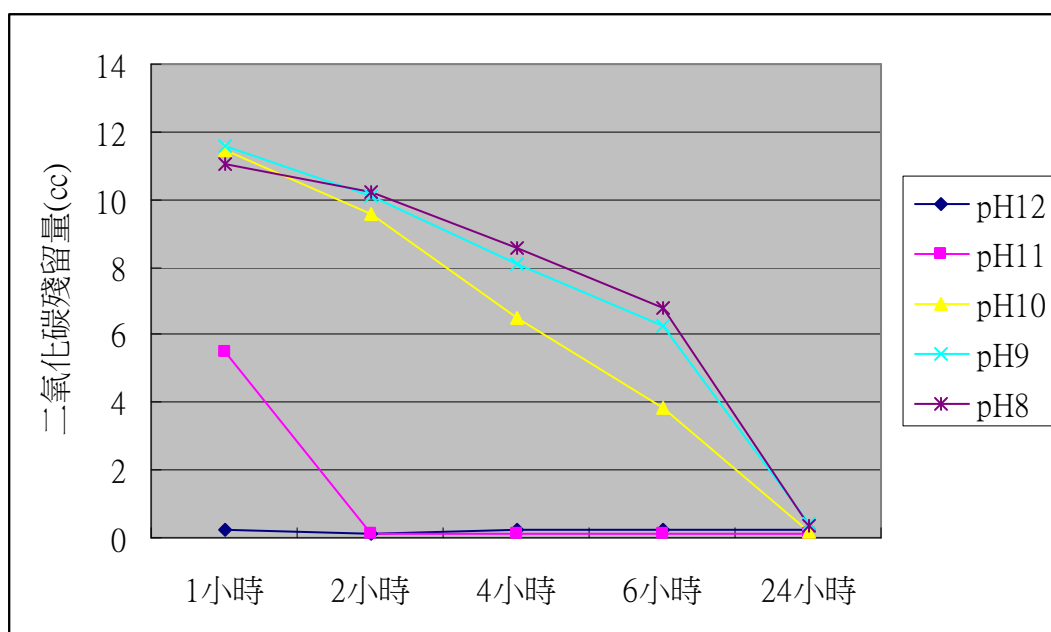
澄清石灰水：



結果：(一) 氫氧化鈉水溶液

(單位cc)

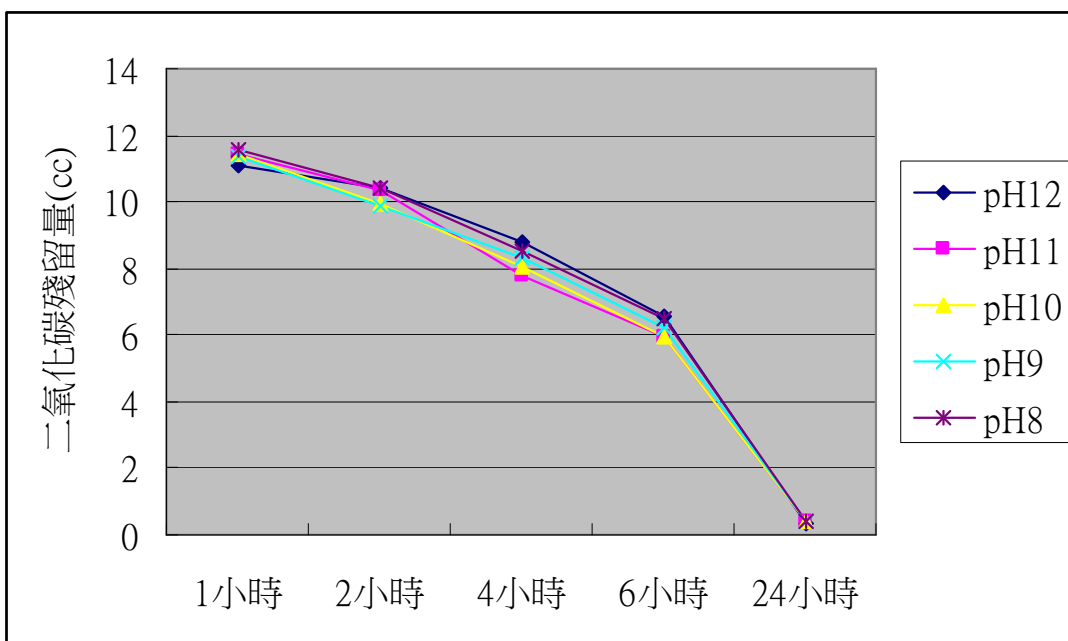
	pH12	pH11	pH10	pH9	pH8
	平均	平均	平均	平均	平均
1 小時	0.26	5.50	11.48	11.57	11.05
2 小時	0.13	0.13	9.58	10.13	10.19
4 小時	0.26	0.13	6.50	8.10	8.54
6 小時	0.26	0.13	3.86	6.24	6.8
24 小時	0.26	0.13	0.17	0.39	0.35



(二) 澄清石灰水溶液

(單位cc)

	pH12	pH11	pH10	pH9	pH8
	平均	平均	平均	平均	平均
1 小時	11.06	11.44	11.40	11.35	11.57
2 小時	10.44	10.36	9.92	9.88	10.40
4 小時	8.80	7.80	8.02	8.32	8.54
6 小時	6.59	5.94	5.98	6.24	6.50
24 小時	0.35	0.39	0.39	0.39	0.39






	pH12	pH11	pH10	pH9	pH8
24 小時後 試管水量 變化情形					

- 討論：(一) 為避免液體碰觸皮膚及影響水質，進行酸鹼性溶液實驗時，要戴上手套。
- (二) 皮膚不小心見到酸鹼溶液，要立刻用清水沖洗。
- (三) 鹼性愈強的氫氧化鈉水溶液，試管中的二氧化碳溶解得愈快。
- (四) 在 pH12 氫氧化鈉水溶液的試管通入二氧化碳，氣泡由下往上升，可以明顯看見氣泡迅速由大變小，充氣時間似乎特別長；充氣大約 20 分鐘後，試管頂端只殘留少量氣體。
- (五) 在澄清石灰水溶液試管通入二氧化碳時，水槽的水溶液變成白色混濁，這種情況在 pH12 的澄清石灰水尤其明顯。
- (六) 在溶解試管中的二氧化碳方面，氫氧化鈉水溶液似乎要比澄清石灰水來得活躍一些。

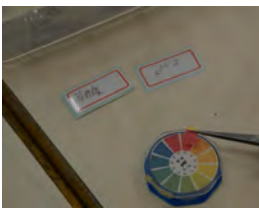



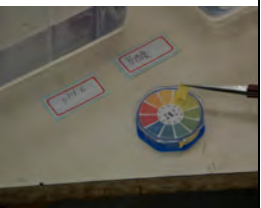
十二、探討二氧化碳在酸性溶液中的溶解情形。

過程：(一) 請老師幫忙配製 pH2、3、4、5、6 草酸及檸檬酸水溶液各 2000 cc。




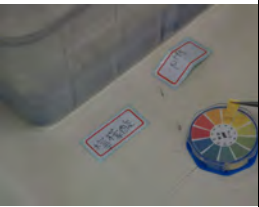
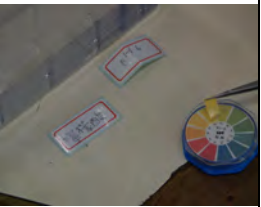
(二) 其餘過程同研究六過程 (二)、(三)、(四)、(五)。

		
草酸、檸檬酸	戴手套避免液體碰觸皮膚及影響水質	在排水集氣裝置的試管通入二氧化碳

草酸水溶液：

				
pH2	pH3	pH4	pH5	pH6

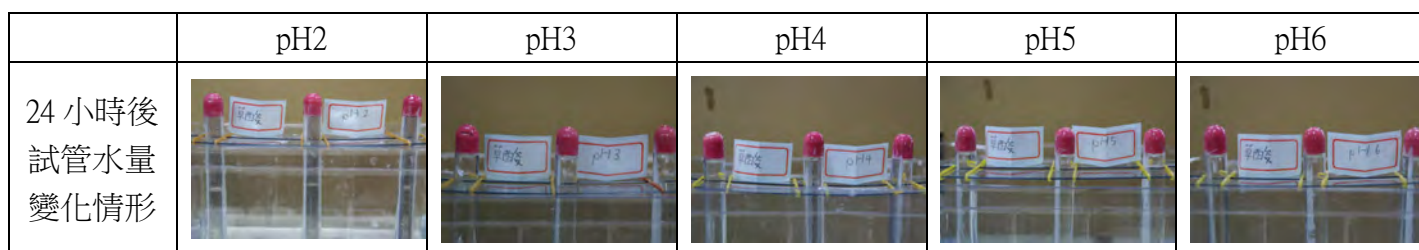
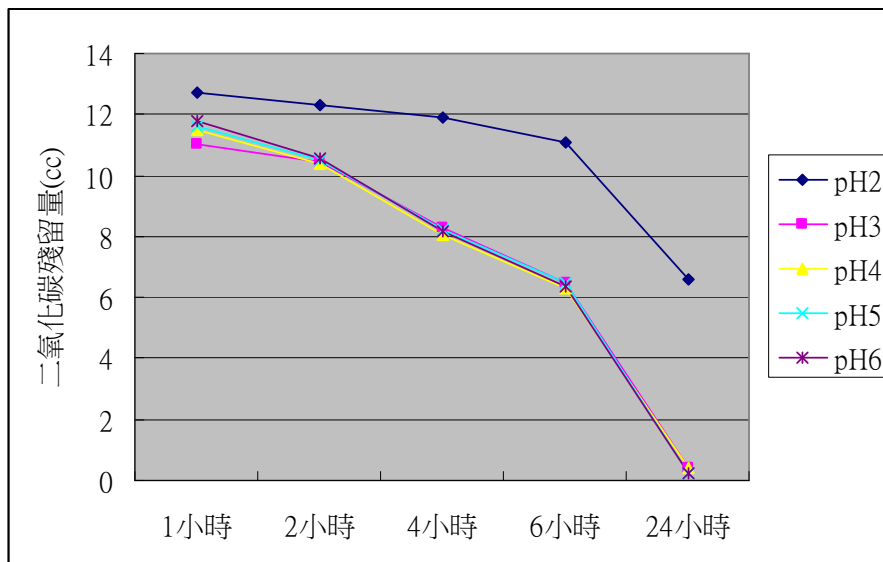
檸檬酸水溶液：

				
pH2	pH3	pH4	pH5	pH6

結果：(一) 草酸水溶液

(單位cc)

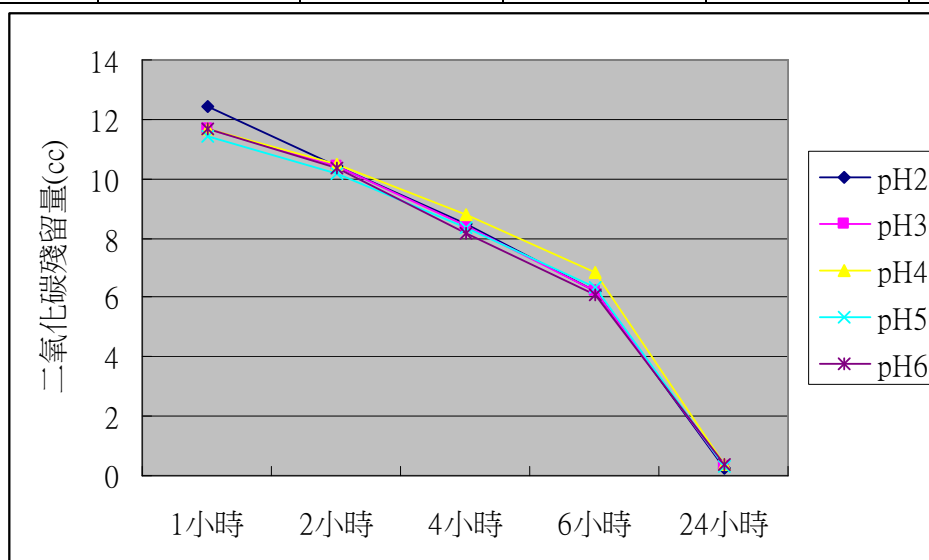
	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6
	平均	平均	平均	平均	平均
1 小時	12.69	11.04	11.48	11.61	11.77
2 小時	12.31	10.44	10.36	10.49	10.53
4 小時	11.92	8.28	8.06	8.23	8.15
6 小時	11.09	6.48	6.28	6.50	6.37
24 小時	6.58	0.39	0.39	0.22	0.26

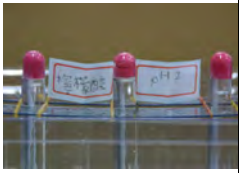

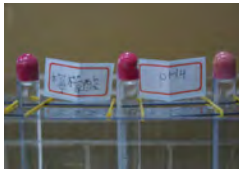
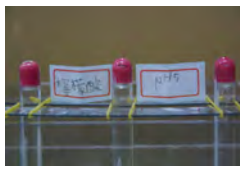
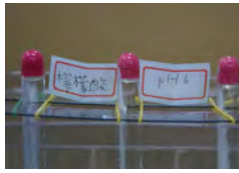


(二) 檸檬酸水溶液

(單位cc)

	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6
	平均	平均	平均	平均	平均
1 小時	12.44	11.70	11.66	11.40	11.66
2 小時	10.40	10.44	10.49	10.18	10.36
4 小時	8.45	8.41	8.80	8.36	8.19
6 小時	6.24	6.24	6.85	6.37	6.07
24 小時	0.26	0.30	0.39	0.30	0.39



	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6
24 小時後 試管水量 變化情形					

討論：(一) 在酸性愈強的溶液，試管中的二氧化碳溶解的愈慢。

(二) 在溶解試管中的二氧化碳方面，相同 pH 值的草酸水溶液似乎要比檸檬酸水溶液來得慢一些。

【問題五】殘留在試管頂端的氣體可能是哪一種氣體？

十三、探討殘留試管頂端的氣體。

過程：(一) 在四個水槽各放入一組排水集氣裝置。

(二) 每天固定時間在試管通入二氧化碳。

(三) 試管頂端殘留氣體加上每次通入二氧化碳的量，固定在試管 10 cm (13 cc) 的地方。

(四) 利用點燃的線香及澄清石灰水來檢驗。

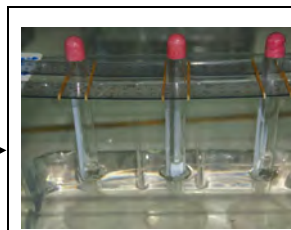
(五) 上網搜尋空氣中常見氣體的相關資料來判斷這可能是哪一種氣體。



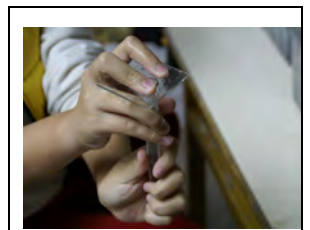
置於地下室的四組
排水集氣裝置



一星期固定在水槽
加入 300 cc 自來水



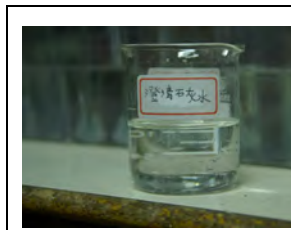
60 天收集到的殘留
氣體



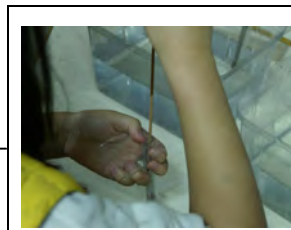
取出收集到的殘留
氣體



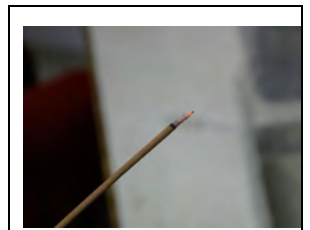
澄清石灰水倒入另
一支試管中搖晃



備用的澄清石灰水



點燃線香檢驗殘留
氣體



備用的點燃線香

- 結果：(一) 試管中的殘留氣體插入點燃線香，線香立即熄滅。
 (二) 澄清石灰水倒入殘留氣體的試管中，顏色不變。
 (三) 上網搜尋獲得空氣中常見氣體的特性：

	氧氣	二氧化碳	氫氣	氮氣
線香	產生火焰	熄滅	產生藍色火焰 火焰快速上升	熄滅
澄清石灰水	不變	白色混濁	不變	不變

	
點燃線香在殘留氣體試管中熄滅	澄清石灰水在殘留氣體試管中無變化

- 討論：(一) 本實驗收集到的殘留氣體，前後共花了 60 天的時間，為避免實驗失敗，實驗前要不斷練習，以免前功盡棄。
 (二) 收集氣體時間長，水槽內的水會蒸發，一星期固定在每個水槽各加入 300 cc 自來水。
 (三) 點燃的線香在試管中熄滅，試管中的殘留氣應該不是氧氣、氫氣。
 (四) 澄清石灰水在試管中無變化，試管中的殘留氣應該不是二氧化碳。
 (五) 經由收集資料了解氮氣特性後，我認為試管中的殘留氣體是氮氣的可能性比較大。

伍、結論

- 一、「二氧化碳略溶於水」的定義似乎比較適當。
- 二、蒸餾水原本是中性，將二氧化碳通入蒸餾水中，水質呈弱酸性。
- 三、持續將二氧化碳通入蒸餾水中，水的 pH 值差異並不是很大，這應該是有部份二氧化碳會和水反應，其餘的則經由水跑到空氣中。
- 四、使用排水集氣法來收集本研究的二氧化碳，此種方法能控制無色二氧化碳的氣體量。
- 五、經過設計改良的排水集氣法實驗裝置符合本實驗需求，經由換算也能清楚得知二氧化碳的溶解量。
- 六、排水集氣裝置試管內的水量會隨著時間增加而逐漸上升，這表示二氧化碳會慢慢溶解在水中，只是頂端總會殘留一小節氣體。
- 七、溫度愈低，二氧化碳愈容易溶解在水中；溫度愈高，愈難溶解在水中。
- 八、糖水與鹽水濃度愈高，二氧化碳溶解得愈慢，這種情形在鹽水尤其明顯。
- 九、鹼性愈強的氫氧化鈉水溶液，二氧化碳溶解得愈快；酸性愈強的草酸水溶液，溶解得

愈慢。

- 十、試管頂端會出現殘留氣體，應該是鋼瓶裡除了二氧化碳外，還夾雜少量的其他氣體，而此種氣體又以氮氣的可能性比較大，但因實驗器材及學識不足，希望以後有機會能夠繼續研究證明。

陸、參考資料

- 一、中華民國第二十五屆中小學科學展覽作品『五年級自然科學「兩種氣體」中有關二氧化碳的探討』 屏東縣橋德國小楊晨洸等四人 國立臺灣科學教育館
- 二、國民小學自然與生活科技教學指引第六冊「水溶液的性質」P.112~P.156 南一書局
- 三、國民小學自然與生活科技教學指引第七冊「氧氣和二氧化碳」P.118~P.176 南一書局
- 四、國民小學自然與生活科技教學指引第八冊「熱和我們的生活」P.132~P.183 南一書局
- 五、國民中學自然與生活科技課本第三冊「認識物質的世界」P.50~P.59 南一書局
- 六、<http://zh.wikipedia.org/zh-hk/%E7%A9%BA%E6%B0%94> (空氣)
- 七、<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%BA%8C%E6%B0%A7%E5%8C%96%E7%A2%B3> (二氧化碳)
- 八、<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B0%A7> (氧)
- 九、<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B0%AE> (氮)
- 十、<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B0%A2> (氫)
- 十一、<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1007020104953> (如何檢驗氧氣.氮氣.氫氣及二氧化碳等氣體)

【評語】 080211

1. 能設計簡單測量 CO_2 溶液水之儀器，有創意。
2. 對“略”與“難”溶與水的定義，應用數據未解釋。
3. 在實驗九，才懷疑殘留的氣體是 CO_2 ，應對前面實驗殘留氣體做相同的懷疑與驗證。