

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 化學科

080205

你丟我撿，物盡其用

學校名稱：國立高雄師範大學附屬高級中學(附設國小)

作者： 小五 詹庭綸	指導老師： 詹耀宗 吳淑芬
---------------	---------------------

關鍵詞：碳酸鈣、二氧化碳、海產殼

你丟我撿，物盡其用

摘要

本研究是以海產殼為主角，得到以下結果：

- 1、 蛤蠣、海瓜子、風螺、蠔及九孔的殼碳酸鹽含量高，蝦子殼沒有。
- 2、 以海瓜子殼和鹽酸反應，用不同液體做排水集氣法收集二氧化碳，體積以：汽水>酒精>水>油。
- 3、 以排水集氣收集二氧化碳，產量分別是：海瓜子>蛤蠣>蠔>風螺 >九孔>螃蟹>蝦子。
- 4、 鹽酸溫度越高、濃度越大，貝殼顆粒越小，反應速率越快。
- 5、 自製簡易裝置測量，發現氣體的溶解度隨著溫度的上升而下降。
- 6、 海產殼顆粒越小，對銅離子的吸附能力越好。以殼種分：海瓜子=風螺 >蠔 >九孔 >蛤蠣。
- 7、 海產殼顆粒越小，吸附乙酸乙酯的能力越強。以殼種分吸附能力為：海瓜子>風螺>蠔 >九孔>蛤蠣。
- 8、 以殼粉製作成粉筆。

壹、研究動機

我很愛吃海產，每次吃完海產的時後，對不能吃的外殼我都很好奇，不知到它們除了丟到垃圾筒以外還能怎樣？我也對不同種類海產殼的成分很好奇？

在小四加入本校的獨立研究班後，也學習了許多物理及化學的概念。關於物質的組成成分及原子組成物質的觀念覺得很好玩，對上述海產殼的疑惑有了更大的興趣。問過老師貝殼的主成分是什麼呢？老師說它是混合物主要含量最多的成分是碳酸鹽類。在六年級的自然課實驗中，我們會用貝殼和鹽酸反應來製造二氧化碳。

我繼續追問：「老師，請問我們平常所吃的一些海產類，例如：蛤蠣、海瓜子等等，它的外殼成分一樣嗎？這些要丟掉的外殼或殘渣能夠再進行廢物利用嗎？」老師說：「既然你有這麼多的問題，為什麼不將獨立研究班學習的科學探究精神加以實踐，你可以對這些問題加以探討。」想想老師說的確沒錯，平日自然科學的學習中不就是要我們發掘問題、進行實驗及解決問題嗎？因此，我就進行了這個實驗研究。

貳、研究目的

針對這些海產的殼的好奇及疑問，我們想透過這次的實驗探討達到以下的目的：

- 一、了解各類常見的海產外殼的碳酸鹽含量情形，我利用海產殼中的碳酸鹽與稀鹽酸的反應產生二氧化碳的量來了解外殼的碳酸鹽含量。其次，在不同溶劑下收集二氧化碳來瞭解二氧化碳在不同溶劑中的溶解情形。
- 二、利用海產殼與鹽酸進行反應，探討影響反應速率的因素。
- 三、設計簡易實驗裝置來測量氣體溶解度與溫度的關係。
- 四、利用海產殼類的孔隙進行有色銅離子及有氣味的乙酸乙酯的吸附能力探討。
- 五、將收集到的海產殼製造出可以使用的粉筆。

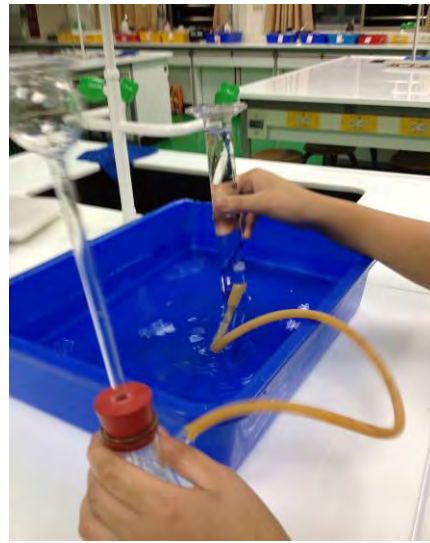
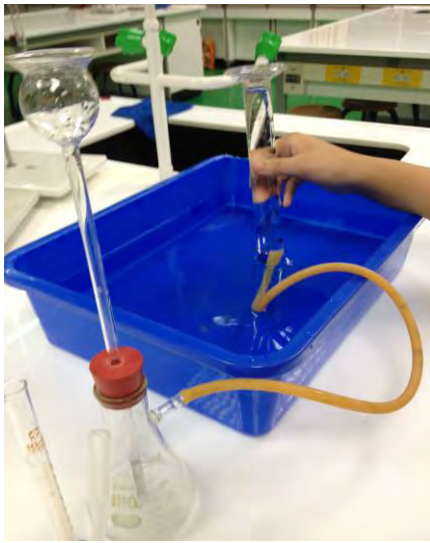
參、研究過程與結果

實驗一：利用「海產殼」與稀鹽酸的反應來探討其碳酸鹽的含量，並比較排開不同溶液收集二氧化碳的情形。

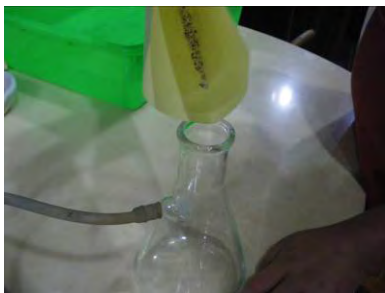
- 一、實驗器材：水槽，滴定管、量筒、錐形瓶、燒杯、軟木塞、薊頭漏斗，滴管、研砵及杵、橡皮管、電子天平。

二、 實驗藥品：碳酸鈣、海產外殼（包含蛤蠣、海瓜子、蠔、風螺、石蟹、蝦子等）、鹽酸 1M、乙醇（95%）、沙拉油及汽水。

三、 實驗裝置：如下列的照片所示：



海產外殼與稀鹽酸反應排水集氣裝置



海產外殼與稀鹽酸反應排水集氣操作



各類海產外殼（蟹、九孔、蛤蠣、海瓜子及風螺）

四、控制變因：稀鹽酸 1M、30ml；殼重：0.2g；殼的顆粒大小（0.295-0.208 mm 細粒粉狀）
排水集氣法水溫 26°C；水槽內水量為 1.8 升。

五、實驗步驟：

- 1.將收集好的殼洗淨並晾乾並放置一段時間進行研磨篩選取粉狀顆粒。
- 2.量取 0.2g 的殼粉放入錐形瓶中，添加 5ml 的水，將薊頭漏斗放入錐形瓶中，長管底部要插於液面下。
- 3.將橡皮管置於裝滿水的量筒中，取足夠量的鹽酸 1M、30 毫升，將鹽酸置於滴定管中均勻地（速度控制）由薊頭漏斗上方，慢慢加進錐形瓶中，持續搖動錐形瓶 5 分鐘，直至沒有氣泡產生為止。
- 4.利用排水集氣法收集二氧化碳，量取量筒中收集到的二氧化碳體積，記錄於下表一。
- 5.重複步驟 1~4，進行同種殼三次實驗，以求二氧化碳產量平均值記錄於下表一。
- 6.重複步驟 1~3，將 4 中的排水法改用不同的溶劑（酒精、沙拉油及汽水）取代排水的收集氣體法進行實驗，並求二氧化碳產量平均值如下表二及三。

六、實驗結果：

表一：碳酸鈣及海產殼與鹽酸反應排水集氣法收集二氧化碳產量（ml）

殼的種類	碳酸鈣	蛤蠣	海瓜子	風螺	九孔	蠔	石蟹	蝦子
第一次	46.8	37.1	38.4	34.7	33.3	37.2	24.3	0
第二次	47.2	37.2	38.4	34.5	33.5	37.5	23.7	0
第三次	47.1	37.3	38.6	34.3	32.7	36.8	24.0	0
平均值	47.0	37.2	38.5	34.5	33.0	37.0	24.0	0

表二：碳酸鈣及海產殼與鹽酸反應排酒精集氣法收集二氧化碳產量（ml）

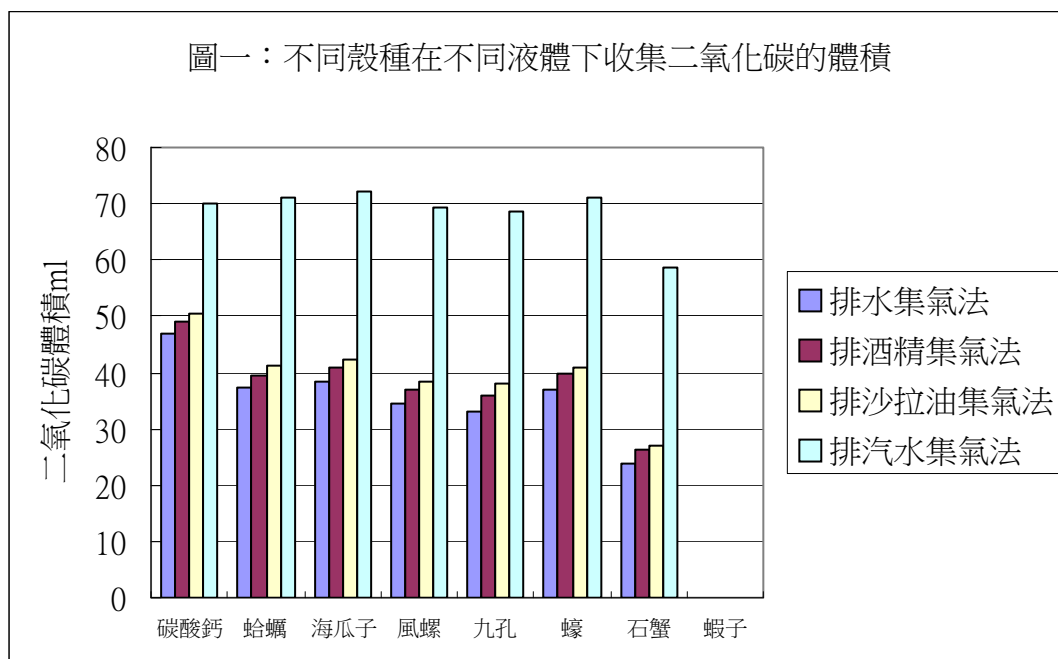
殼的種類	碳酸鈣	蛤蠣	海瓜子	風螺	九孔	蠔	石蟹	蝦子
第一次	49.4	39.2	40.9	37.2	35.8	39.7	26.4	0
第二次	49.0	39.4	41.3	37.1	36.0	40.0	26.1	0
第三次	49.3	39.3	40.7	36.8	36.2	39.5	26.1	0
平均值	49.2	39.3	41.0	37.0	36.0	39.7	26.2	0

表三：海產外殼與稀鹽酸之反應利用排沙拉油集氣法所得二氧化碳產量 (ml)

殼的種類	碳酸鈣	蛤蠣	海瓜子	風螺	九孔	蠔	石蟹	蝦子
第一次	50.3	41.0	42.2	38.2	37.7	40.6	27.1	0
第二次	50.6	41.5	42.4	38.5	38.0	41.4	27.0	0
第三次	50.9	41.4	42.0	38.1	38.3	41.0	27.3	0
平均值	50.6	41.3	42.2	38.3	38.0	41.0	27.2	0

表四：海產外殼與稀鹽酸反應利用排汽水集氣法所得二氧化碳產量 (ml)

殼的種類	碳酸鈣	蛤蠣	海瓜子	風螺	九孔	蠔	石蟹	蝦子
第一次	70.3	71.4	72.5	69.1	68.7	71.3	58.6	0
第二次	70.0	71.0	72.2	69.3	68.9	71.0	58.7	0
第三次	70.0	71.2	72.2	69.2	68.8	70.7	58.8	0
平均值	70.1	71.2	72.3	69.2	68.8	71.0	58.7	0



七、實驗討論

1. 為了能讓足量的稀鹽酸與海產殼類充分反應，我先以純的碳酸鈣 0.2 g，跟足量鹽酸反應，發現雖然純碳酸鈣與不同殼與鹽酸反應後產生的二氧化碳產量不同，但是反應時蛤蠣、海瓜子、風螺、九孔及蠔又沒有什麼殘渣剩下，所以我推論上述海產殼所含的碳酸

鹽含量應該很高。其中石蟹的二氧化碳氣體產量比較低，而石蟹殼的碳酸鹽含量比較少。蝦殼幾乎沒什麼氣體產生，我想蝦殼應該不含碳酸鹽類。

2. 從這個實驗中利用排水集氣的原理，我也發現反應所產生的二氧化碳對各種溶劑的溶解度也有不同。例如我用海瓜子來說明，比較它在不同溶劑中的二氧化碳收集到的產量，分別是 汽水 > 油 > 酒精 > 水。
3. 我很好奇在汽水中收集二氧化碳為何會比較多？後來我就找了一些資料，瞭解汽水中原來就溶解了一些二氧化碳，所以反應產生的二氧化碳就不會再溶入汽水中所以測量到的二氧化碳產量就比較多。這一個結果也引起我想對汽水中的二氧化碳進行探討（實驗三：設計簡易的裝置測量二氧化碳在不同溫度水中之溶解度）。
4. 從表一～四的綜合分析可以看出各類的海產殼中，二氧化碳的產量大小是 海瓜子 > 蛤蠣 > 蠔 > 風螺 > 九孔 > 石蟹 > 蝦子。
5. 從第 4 點研究得到海瓜子所產生的二氧化碳產量較多，本來是想用海瓜子殼來繼續進行實驗二，但是因為市場上較容易買到的是蛤蠣，而且蛤蠣比較便宜，所以我就用蛤蠣來做『反應速率影響因素』的研究。
6. 實驗中我發現蛤蠣、海瓜子、風螺、蠔及九孔的殼粉，在反應時幾乎沒有剩下什麼殘渣，所以應該是碳酸鹽含量很高，但是為什麼產生的二氧化碳量會比純的相同質量的碳酸鈣少呢？我重複了好幾次實驗都是這樣，所以就跟老師討論了一下。推測可能是因為這些海產殼碳酸鹽不僅僅是碳酸鈣而已，可能也含有其他不是碳酸鈣的鹽類不會產生二氧化碳。

實驗二：以蛤蠣的殼進行反應速率影響因素探討。

- 一、 實驗器材：同實驗一、溫度計及冰箱。
- 二、 實驗藥品：碳酸鈣、蛤蠣殼、鹽酸（0.5M、1M、2M、3M、4M）、沙拉油。
- 三、 裝置如實驗一。

實驗二之一：溫度對反應速率的影響

- 四、 控制變因：鹽酸 1 M 30 ml；殼重：蛤蠣殼 0.25g；顆粒大小（0.295-0.208 mm 細粒粉狀）；排油集氣法，溫度為 27°C。油槽油量為 1.8 升

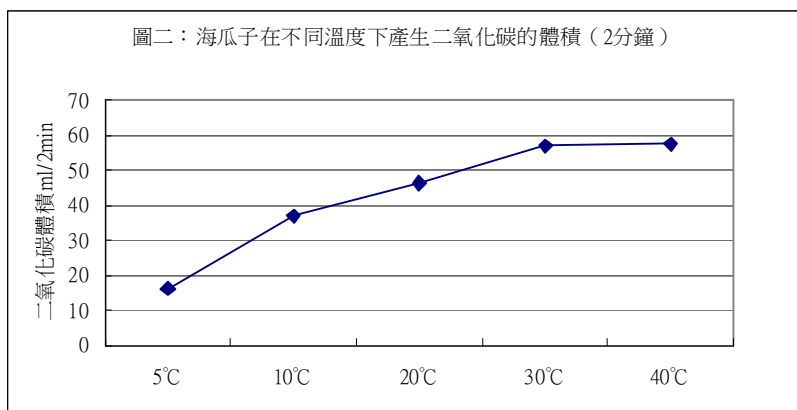
五、 實驗步驟：

- (1) 量取 0.25 g 的蛤蠣粉。
- (2) 取足量的鹽酸固定濃度 1M, 30 毫升。
- (3) 利用排油集氣法收集二氧化碳氣體，並量取 2 分鐘內所產生的二氧化碳產量。
- (4) 利用不同溫度 (5、10、20、30、40°C) 的稀鹽酸與室溫下的蛤蠣殼進行反應速率的探討。
- (5) 重複步驟 (1) — (4)，進行同種殼三次以求二氧化碳產量平均值。

六、 實驗結果：

表五：鹽酸的溫度對單位時間內產生的二氧化碳產量之關係表 (ml)

溫度	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C
第一次	16.3	37.5	46.2	57.2	58.0
第二次	16.0	37.5	46.5	57.0	57.5
第三次	16.2	36.0	46.2	56.8	57.0
平均值	16.2	37.0	46.3	57.0	57.5



七、 實驗討論：

1. 鹽酸是氯化氫氣體的水溶液，加熱到太高溫度時 (60 至 70 度) 會容易分解出有毒的氣體，改變反應物的溫度時，我都是從低溫 5°C 開始做實驗，最高溫度只做到 40°C。我利用冰箱把鹽酸降到 5°C，再開始慢慢升溫進行各項實驗。
2. 從實驗數據可以看出溫度越高，一定時間內所產生的二氧化碳量也較大，所以溫度愈高反應速率也愈快。
3. 我發現在 30°C 與 40°C 時的產量幾乎相同，我想是不是反應物已經用完了？為了證明我的想法，2 分鐘後我持續觀察氣體產生的情形，發現在 30°C 和 40°C 下，確實在 2 分鐘以後氣體的產量幾乎不再增加。

實驗二之二：稀酸濃度對反應速率的影響

四、控制變因：反應溫度 27°C；蛤蠣殼重：0.25g；殼為 (0.295-0.208 mm 細粒粉狀)；排油集氣法，油溫 27°C。

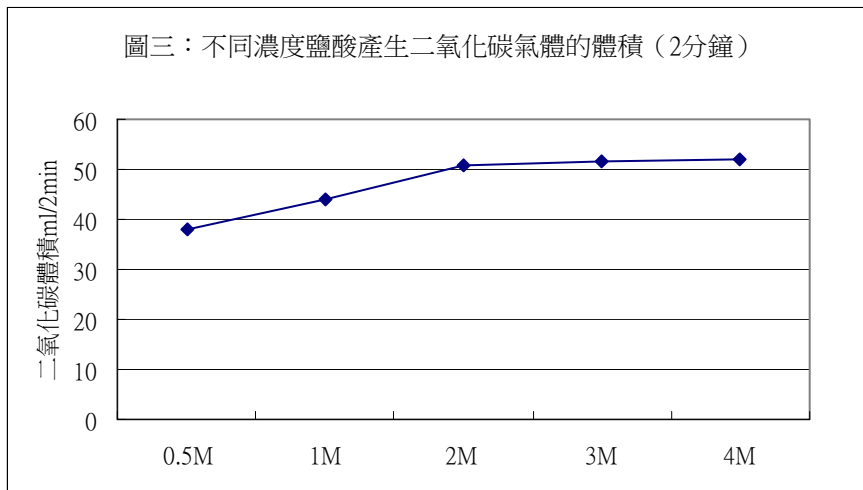
五、實驗步驟：

- (1) 量取 0.25g 的蛤蠣殼
- (2) 利用排油集氣法收集二氧化碳氣體，並量取 2 分內所產生的二氧化碳。
- (3) 利用不同濃度的稀鹽酸 30ml 與室溫下的蛤蠣殼進行反應速率的研究。
- (4) 重複步驟 (1) — (3)，同種殼進行三次實驗，求取二氧化碳產量平均值。

八、實驗結果：

表六：不同濃度的鹽酸單位時間內產生的二氧化碳的體積 (ml)

鹽酸濃度	0.5M	1M	2M	3M	4M
第一次	38.2	44.0	50.9	51.5	52.7
第二次	37.4	44.5	50.8	51.7	52.5
第三次	38.5	43.5	50.8	51.4	52.9
平均值	38.0	44.0	50.8	51.5	52.7



七、實驗討論

1. 實驗發現，鹽酸濃度越高產生的二氧化碳越多，表示濃度越高反應速率越快。
2. 當鹽酸是 2M、3M、4M 時，二氧化碳的產量幾乎相同，我想也可能是反應物反應完了。所以我在 2 分鐘後也持續觀察氣體產生情形，發現，在 2 分鐘後氣體的產量幾乎不再增加。

實驗二之三：顆粒大小對反應速率的影響

四、控制變因：稀鹽酸 1M；反應溫度 27°C；蛤蠣殼重：0.25g；排油集氣法溫度為 27°C

五、實驗步驟：

- (1) 量取 0.25g 的蛤蠣殼。
- (2) 利用研鉢及杵來研磨蛤蠣殼，用不同大小網眼篩出三種顆粒大小不同的殼粉。
- (3) 排油集氣法收集產生的二氧化碳氣體，並量取 2 分內所產生的二氧化碳產量。
- (4) 重複步驟 1—4，進行同種殼粉三次，求得二氧化碳產量平均值。



用研鉢及杵來研磨蛤蠣殼



4.699mm 的篩子



1.168mm 的篩子

六、實驗結果

表七：不同顆粒大小的殼單位時間內的二氧化碳產量 (ml)

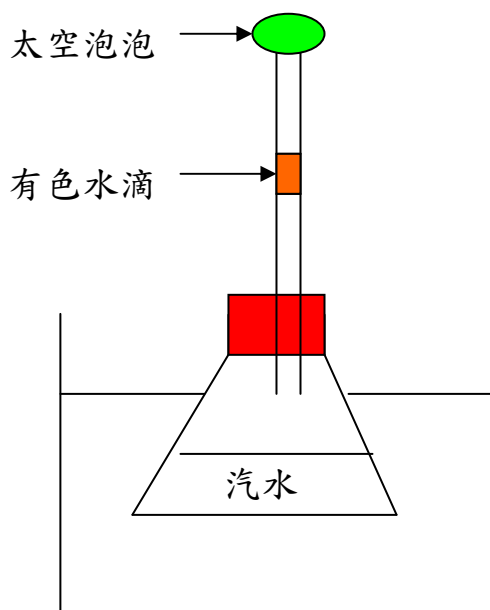
顆粒大小	大 ($r > 4.699\text{mm}$)	中 ($4.699\text{mm} > r > 1.168\text{mm}$)	小 ($r < 1.168\text{mm}$)
第一次	12.2	39.4	55.2
第二次	12.0	39.6	55.8
第三次	11.8	39.5	55.0
平均值	12.0	39.5	55.3

七、實驗討論

- (1) 實驗結果發現蛤蠣殼的顆粒越大，反應速率越慢。顆粒越小，反應速率越快。因為顆粒越小接觸的面積越大，使鹽酸和蛤蠣殼的顆粒的反應變得越快。
- (2) 從實驗結果來看，假設反應速率與總表面積成正比，我從實驗數據中推論出反應的大：中：小的殼粉總表面積比為 12.0：39.5：55.3 約等於 3：10：14。

實驗三：設計簡易的裝置測量二氧化碳在不同溫度水中之溶解度

- 一、 實驗器材：和實驗一同，恆溫槽、溫度計、冰箱、錐形瓶（125ml）搭配附有細玻璃管的軟木塞及燒杯（1000ml）。
- 二、 實驗藥品：汽水、太空泡泡。
- 三、 實驗裝置：



註：一開始我在玻璃管的上方套一個小氣球，想要用氣球的膨脹情形來觀察氣體逸出情形，結果實驗失敗。因為要把氣球吹大需要比較大的氣壓，這樣的氣體逸出量無法把氣球吹大。而且也很難記錄跑出來的空氣量。後來，我想到用裝置圖五的方式來進行實驗，可以清楚的看到氣體逸出的現象，而且可以記錄其數量關係。

圖四：測量二氧化碳在不同溫度水中之溶解度的簡易裝置



汽水中二氧化碳吹起氣泡



汽水中二氧化碳在不同溫度水中推高水柱

四、實驗步驟：

- (1) 將汽水打開放置於 5°C 冰箱中一天。
- (2) 將 5°C 的汽水裝於 125ml 的小型錐形瓶中共五瓶，分別是甲、乙、丙、丁及戊。
- (3) 取合適錐形瓶口的橡皮塞中央挖孔並置入適當的中空細玻璃管，調整橡皮塞使汽水約在細玻璃管上方約 1cm 處，再滴入有色顏料水滴一滴，以油性筆在最高處做一記號。並於細玻璃管口均勻塗上孩童玩具之太空氣泡塗料約 2g。
- (4) 取 1000ml 大燒杯共五個，內裝 2/3 滿的等量 700 克的不同溫度的水，分別是 30、40、50、60 及 70°C。
- (5) 將步驟 (3) 中的甲、乙、丙、丁及戊瓶分別置於 30、40、50、60、70 溫度的燒杯中，每隔一分鐘測量一次有色水柱的高度，並以油性筆做記號。
- (6) 觀察細玻璃管口上太空氣泡塗料有何變化？（氣泡有無吹起？氣泡的大小等現象），並做好定性的紀錄。
- (7) 以直尺測量甲、乙、丙、丁及戊瓶，每一分鐘的有色水柱上升的高度，並記錄。
- (8) 並以純水進行如同 (1) ~ (8) 的空白實驗以排除水的熱脹冷縮對體積的影響。

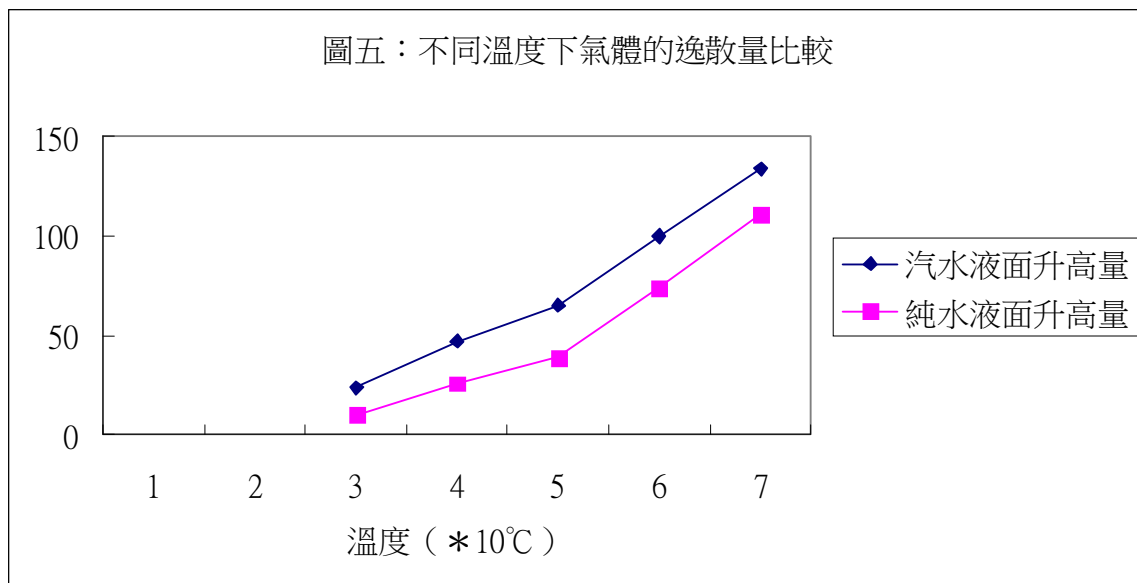
五、實驗結果：

表八：5°C 的汽水在不同溫度的水中推高有色水柱的高度（mm）

水的溫度	30°C			40°C			50°C			60°C			70°C		
測量時間 (min)	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
第一次	13	8	3	25	15	7	37	18	11	55	28	17	71	39	25
第二次	12	8	3	25	15	7	36	18	10	56	27	18	70	40	23
第三次	13	7	3	25	14	7	37	18	10	54	26	19	71	38	24
平均值	13	8	3	25	15	7	37	18	10	55	27	18	71	39	24
最後高度	24			47			65			100			134		

表九：5°C 的純水在不同溫度的水中推高有色水柱的高度（mm）

水的溫度	30°C			40°C			50°C			60°C			70°C		
測量時間 (min)	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
第一次	5	3	2	15	7	4	22	11	6	39	22	14	68	29	18
第二次	6	3	2	15	7	4	21	10	6	38	21	13	64	27	15
第三次	5	3	2	16	8	5	23	12	6	37	22	14	66	28	17
平均值	5	3	2	15	7	4	22	11	6	38	22	14	66	28	17
最後高度	10			26			39			74			111		



六、實驗討論

- (1) 從表八及表九及圖五的比較可以看出，純水也會因為溫度上升產生氣體膨脹的情形。但是汽水的氣體體積增加量還是比汽水的大，推論汽水及純水之間的差異應該是汽水中的二氧化碳因溫度上升而溶解度下降跑出來的結果。可以由實驗的結果看到氣體的溶解度隨著溫度的上升而降低所以跑出來了。
- (2) 無論是汽水或純水在相同溫度下第一分鐘內的有色水柱爬升最快，其次是第二分鐘，而最慢則是第三分鐘。我推測這可能和溫度的變化量有關。因為一開始汽水與純水都只有5度，與大燒杯中的熱水溫度相差最大。溫度改變量大氣體的膨脹量就大，等到錐形瓶中的液體溫度和外面大燒杯中的水溫漸漸接近時，溫度變化量小氣體的膨脹量就小。
- (3) 配合錐形瓶上方細玻璃管口上太空氣泡塗料所吹起的氣泡大小，能夠明顯地看出溫度越高，太空氣泡吹的越大。
- (4) 曾經看過姊姊國二上學期理化第二章（溶解度的單元）提到大多數的固體隨溫度增加而溶解度增加。不過，**氣體的溶解度**則是隨著溫度的上升而減少。利用小時候常玩的太空氣泡，可以幫助我觀察氣體膨脹的情形。

實驗四：不同種類殼粉吸附能力之探討

一、 實驗器材：錐形瓶（125ml）、未穿孔軟木塞、滴定管、濾紙、漏斗、試管、透明 U 形管、棉花。

二、 實驗藥品：蛤蠣、海瓜子、蚵、石蟹、九孔、蝦、鹽酸。

實驗四之一：不同殼種對銅離子吸附能力之探討

實驗四之一（A）：不同顆粒大小的銅離子吸附能力測定

（1）滴定管填塞法



滴定管填塞裝置



我在進行比色法實驗

四、實驗步驟：

- （1）取蛤蠣殼 15 克的三種不同顆粒大小（分別是 $r > 4.699\text{mm}$ 、 $4.699\text{mm} > r > 1.168\text{mm}$ 及 $r < 1.168\text{mm}$ ）的殼分別填塞入同規格的不同滴定管中，進行碎殼粉的填塞如照片七所示。
- （2）從（1）中三隻滴定管上方加入等量 10 ml 且等濃度（顏料 3g:1000ml）的藍色水溶液進行脫色實驗，歷時時間 20 分鐘後，再由滴定管的出水管口進行放水，控制溶液的流速 2ml / 分鐘，利用肉眼觀察實驗前後溶液色澤的透光度，進行觀察及記錄，瞭解不同顆粒大小的殼之脫色情形。

五、實驗結果：

以蛤蠣殼中等顆粒 ($4.699\text{mm} > r > 1.168\text{mm}$) 及小顆粒 ($r < 1.168\text{mm}$) 過濾後的有色溶液以肉眼可以看出顏色有明顯的差異，但是最大顆粒所過濾後的顏色雖然也有變淡，但與中等顆粒的過濾情形難以用肉眼分辨。

六、實驗討論：

- (1) 一開始為了要選擇用什麼容器來填充殼粉進行有色溶液的過濾很傷腦筋，我先用吸管及滴定管來試試看，發現吸管沒有辦法控制有色水溶液的流速。因此，最後選用可以控制流速的滴定管來進行，透明的玻璃壁容易觀察溶液的流動情形。
- (2) 以蛤蠣殼中等顆粒 ($4.699\text{mm} > r > 1.168\text{mm}$) 及小顆粒 ($r < 1.168\text{mm}$) 過濾後的有色溶液以肉眼可以看出顏色有明顯的差異，但是最大顆粒過濾後的顏色雖然也有變淡，但是與中等顆粒的過濾情形難用肉眼分辨出高下。因此，如何能夠用定量方式的測量看出脫色情形的細微改變？
- (3) 滴定管中所填塞的殼粉 15g 需要長時間收集、清潔及研磨殼粉。且有色溶液從上方倒入時，僅靠液體流動的力量似乎還無法將殼粉的吸附力完全展現出來。
- (4) 為了克服上述的困難，我與老師討論後，選了硫酸銅來進行吸附實驗，因為硫酸銅的藍色很明顯、易觀察，而且銅離子是重金屬離子，如果能夠藉廢棄殼粉脫去，對於環境的保護更有貢獻。
- (5) 接著我利用老師所教導的『比色法』的觀念 $C_1 \times h_1 = C_2 \times h_2$ ，先配好 1M 濃度的硫酸銅水溶液備用，用來比較用殼粉吸附而褪色後的溶液之濃度，為了用肉眼可以較為精準的測出濃度，正式測量前的練習是一定要的。我也先配了 0.5M 及 2M 的硫酸銅來進行正式實驗前練習比色的方法。
- (6) 老師教導我用比色法的原理是利用溶質莫耳數等於莫耳濃度 (C) \times 體積 V (升) 的觀念應用當試管內的溶液其溶質莫耳數相等時，它的溶質分子遮光能力就相同，此時用肉眼看起來有色溶液的顏色一樣深。
- (7) 為了克服殼粉耗用過多及想使殼粉充分吸附作用。我用了錐形瓶搖盪法來克服問題。

(2) 錐形瓶搖盪法



錐形瓶搖盪法



不同濃度硫酸銅溶液



比色法所用燈箱

四、實驗步驟：

(1) 取四個 125ml 的錐形瓶分裝 2g 四種不同顆粒大小的殼粉。

註：四種不同顆粒大小是以網目區分為 16-20、20-28、28-48 及 48-65;分別代表的顆粒半徑 r 為 1.168-0.833mm ; 0.833-0.589mm;0.589-0.295mm 及 0.295-0.208 mm 等四種顆粒大小。

(2) 再加入 1M 的硫酸銅水溶液各 20 ml，搖盪 2 分鐘並靜置 24 小時以上，讓殼粉充分進行吸附。

(3) 以濾紙過濾溶液，再將濾液以『比色法』檢驗其實驗前後溶液的濃度，測出銅離子濃度來瞭解不同顆粒大小殼的吸附情形。

五、實驗結果：

利用取經過殼粉脫色後代測濃度 X_M 的溶液固定 5cm 高度,然後將已知濃度硫酸銅溶液 1M 調到與其顏色相同為止，測量其高度 h_1 。由 $C_1 \times h_1 = C_2 \times h_2$ 的運算， $C_1 \times 5 = 1 \times 3.8$, 求出 $C_1 = 0.76M$

表十之一：蛤蠣不同顆粒大小的硫酸銅吸附後比色高度 (cm)

顆粒大小	1.168-0.833mm	0.833-0.589mm	0.589-0.295mm	0.295- 0.208 mm
第一次	3.80	3.20	2.45	0.40
第二次	3.85	3.25	2.40	0.40
第三次	4.00	3.20	2.40	0.40
平均值	3.85	3.20	2.40	0.40

表十之二：蛤蠣不同顆粒大小的硫酸銅吸附後濃度 (M)

顆粒大小	1.168-0.833mm	0.833-0.589mm	0.589-0.295mm	0.295- 0.208 mm
第一次	0.76	0.64	0.49	0.08
第二次	0.77	0.65	0.48	0.08
第三次	0.78	0.64	0.48	0.08
平均值	0.77	0.64	0.48	0.08

表十一之一：海瓜子不同顆粒大小的硫酸銅吸附後比色高度 (cm)

顆粒大小	1.168-0.833mm	0.833-0.589mm	0.589-0.295mm	0.295- 0.208 mm
第一次	3.90	3.30	2.05	0.00
第二次	3.90	3.35	2.00	0.00
第三次	3.95	3.25	2.15	0.00
平均值	3.92	3.30	2.10	0.00

表十一之二：海瓜子不同顆粒大小的硫酸銅吸附後濃度 (M)

顆粒大小	1.168-0.833mm	0.833-0.589mm	0.589-0.295mm	0.295- 0.208 mm
第一次	0.78	0.66	0.41	0.00
第二次	0.78	0.67	0.40	0.00
第三次	0.79	0.65	0.43	0.00
平均值	0.78	0.66	0.42	0.00

實驗四之一 (B)：不同殼種的吸附能力測定

四、實驗步驟：

- (1) 固定顆粒大小 (0.295- 0.208 mm) 的殼粉 2g 進行溶液脫色檢測。
- (2) 放入等量 (20ml) 1M 硫酸銅水溶液以錐形瓶搖盪法進行脫色實驗，24 小時後再以濾紙過濾收集濾液，並利用比色法檢測溶液的銅離子濃度，紀錄實驗結果。

五、實驗結果：

表十二之一：不同海產殼種的硫酸銅吸附後比色高度 (cm)

殼種	蛤蠣	海瓜子	蠔	風螺	九孔
第一次	0.45	0.00	0.20	0.00	0.30
第二次	0.45	0.00	0.20	0.00	0.30
第三次	0.45	0.00	0.20	0.00	0.30
平均值	0.45	0.00	0.20	0.00	0.30

表十二之二：不同海產殼種的硫酸銅吸附後濃度 (M)

殼種	蛤蠣	海瓜子	蠔	風螺	九孔
第一次	0.09	0.00	0.04	0.000	0.06
第二次	0.09	0.00	0.04	0.000	0.06
第三次	0.09	0.00	0.04	0.000	0.06
平均值	0.09	0.00	0.04	0.000	0.06

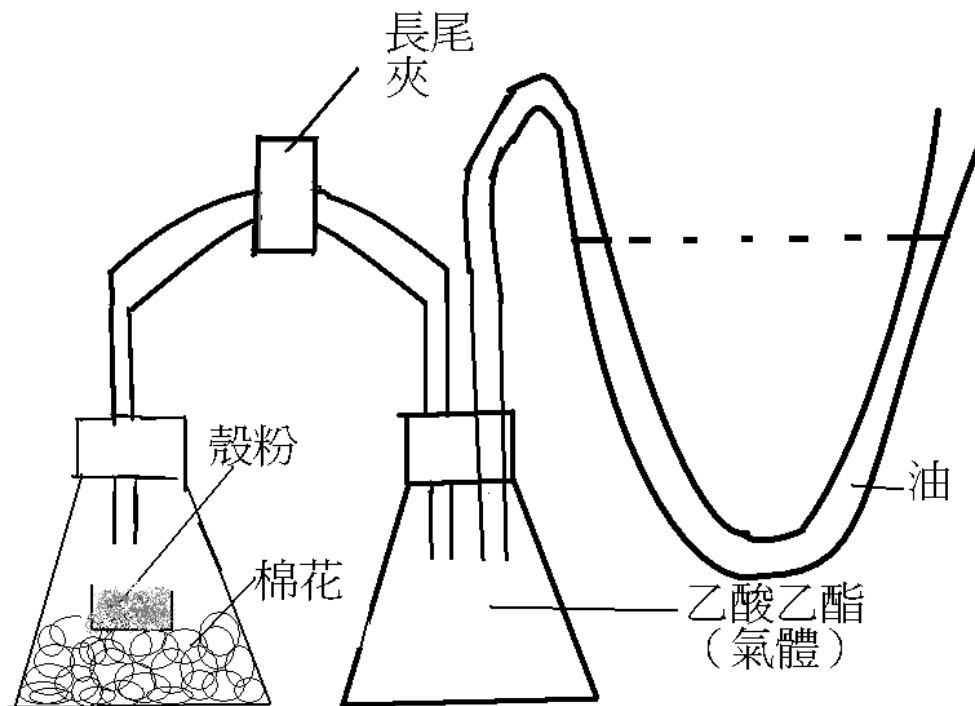
六、實驗討論

1. 從表十及表十一可看出，顆粒變小，吸附後的濃度也變小。表示顆粒越小，對銅離子的吸附能力越好。
2. 從表十二發現貝類殼的吸附能力不錯，但以 0.295- 0.208 mm 的顆粒而言，五種殼粉仍有差異存在。不同殼種的吸附能力為：海瓜子=風螺>蠔>九孔>蛤蠣。

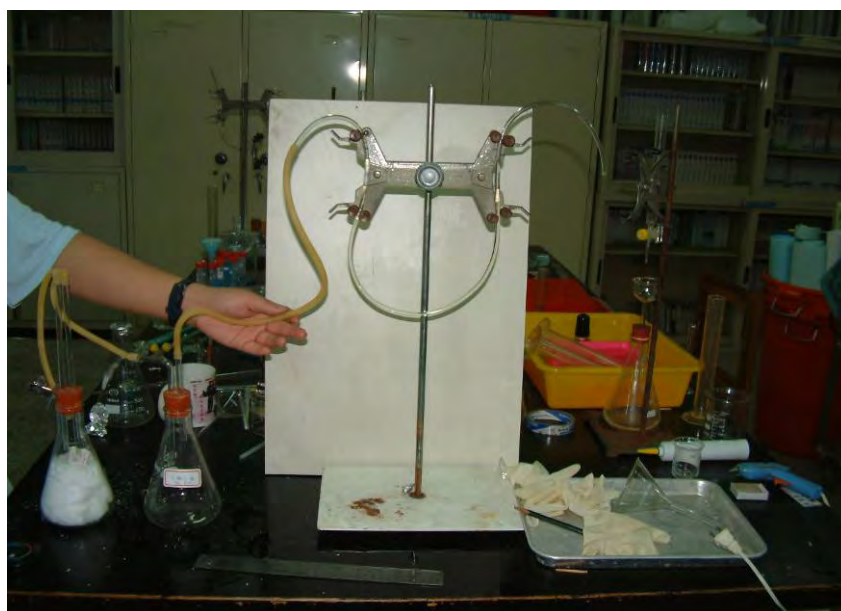
實驗四之二：乙酸乙酯吸附能力的測定

實驗四之二 (A)：不同顆粒大小的殼粉對乙酸乙酯吸附能力的定量測量

三、 實驗裝置：



圖六：定量檢測殼類吸附裝置



定量檢測殼類吸附裝置照片

四、實驗步驟

- (1) 將乙酸乙酯 2ml 放入錐形瓶中再以錫箔紙覆蓋，在錫箔紙上方以細針挖一小洞放置一天使乙酸乙酯氣體揮發於整瓶中。
- (2) 先將 U 形橡皮透明彎管內裝入 8ml 的沙拉油 ($d = 0.9$)。將乙酸乙酯瓶 (A 瓶) 的一端 (甲端) 接上 U 形橡皮透明彎管前先封閉另一端 (乙端) 通向上方以小紙盒裝殼粉 10 克，下方鋪 20g 棉花的錐形瓶 (B 瓶)，調整 U 形橡皮管左右兩邊的油面高度相等 (裝置如圖六)。
- (3) 封閉裝有蛤蠣粉的錐形瓶通向大氣的另一端 (丙端)，而後打開乙端使乙酸乙酯氣體充分為殼粉所吸收。至 U 形橡皮透明彎管左側 (連接乙酸乙酯氣體的一側) 上升至最大高度為止，並測量 U 形橡皮管兩邊的油面高度差 (單位：mm) 並記錄於下表十五中。

五、實驗結果：

表十五：蛤蠣不同顆粒大小的吸附乙酸乙酯檢測 (單位：mm)

顆粒大小	1.168-0.833mm	0.833-0.589mm	0.589-0.295mm	0.295- 0.208 mm	0.208-0.147 mm
第一次	4.9	8.0	11.0	14.0	15.6
第二次	4.6	7.5	10.8	13.7	15.0
第三次	4.6	7.7	11.2	14.2	15.3
平均值	4.7	7.7	11.0	14.0	15.3

實驗四之二 (B)：不同殼種相同顆粒大小殼粉對乙酸乙酯吸附能力的定量測量

四、實驗步驟：

與上一實驗的步驟相同，僅改變不同殼粉及固定顆粒大小 (0.208-0.147 mm) 進行吸附的定量實驗。

表十六：不同殼種的吸附能力定量比較 (U 形管高度差) (單位：mm)

殼的種類	蛤蠣	海瓜子	蠔	風螺	九孔
第一次	15.3	16.8	16.5	16.4	15.4
第二次	15.6	17.0	16.1	16.7	15.9
第三次	15.5	16.9	16.0	16.8	15.6
平均值	15.5	16.9	16.2	16.6	15.6

六、實驗討論

- (1) 根據上面實驗的結果，我們發現顆粒越小吸附乙酸乙酯的能力越強。
- (2) 我研究發現此五種海產殼種的吸附能力，可以藉由透明 U 形橡皮管兩端的油面高度差 (h) 加以定量比較，吸附能力愈好的，兩邊的 h 差值越大。
- (3) 由表十六數據可看出吸附乙酸乙酯氣體能力高低為：海瓜子 > 風螺 > 蠔 > 九孔 > 蛤蠣，但 h 數值差異不大，範圍僅在 15.5mm~16.9mm 之間。
- (4) 氣體的吸附要如何進行定量？經過一番的努力，我終於以簡易的實驗裝置達成測量的目的。

實驗五：嘗試利用海產殼粉製造環保粉筆。

一、 實驗器材：吸管、剪刀、膠水、刮勺、膠帶燒杯及布料及針、線。

二、 實驗藥品：蛤蠣、海瓜子、蚵、石蟹、九孔、蝦等粉狀顆粒。

三、實驗步驟：

1. 取蛤蠣粉 10g 細粉 (網目：200，粒徑：0.074mm)。
2. 將固定量的細粉 10g 添加不同量的膠水或 10g 麵粉分別加入麵粉及定量水 2 ml 攪拌成糊狀物，再將這糊狀物在手中揉成條狀。
3. 再將 2 步驟所得的不同種類殼的條形糊狀物置於 110°C 的烤箱中 (調整不同時間) 使其乾燥固化成粉筆。或置於常溫下，使其乾燥成粉筆。
4. 以不同的殼粉做的粉筆在黑板上寫寫看。

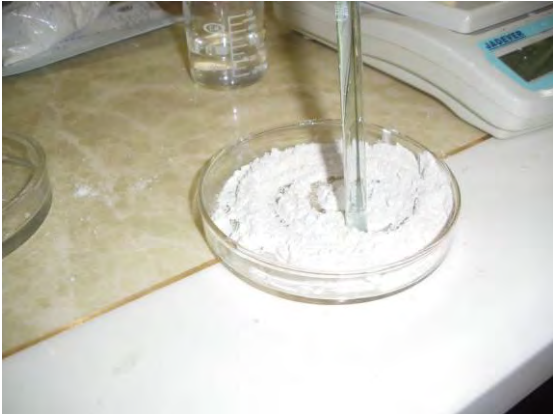
四、實驗結果：

經過一連串的努力終於完成『粉筆』。所做出的粉筆可以寫出清楚的字跡，真是皇天不負苦心人！

五、實驗討論：

- (1) 第一次嘗試製作粉筆時，因為加入太多的膠水，所以烤乾後的粉筆堅硬無比，無法在黑板上寫出字來。不過在柏油路面可以寫出來。
- (2) 第二次降低膠水的含量，結果還是太硬了。

- (3) 第三次改用麵粉和蛤蠣粉重量比 1:20 比例混合及加適量的水搓糰成型後，烤 10 分鐘得到比較滿意的成品，雖然可以寫但是還是太硬了。
- (4) 第四次用麵粉和蛤蠣粉重量比 1:20 比例混合及加適量的水搓糰成型後，放置陰乾。得到可以順利書寫在黑板上的粉筆。
- (5) 經過多樣嘗試產生的粉筆會有不同的硬度，有些可以寫在黑板上，有些可以寫在石版上。自製粉筆成品將在現場展出。



調整殼粉和麵粉的比例



加水攪和



搓糰成型



把成型粉筆放入烤箱烘乾

肆、結論

一、海產外殼的碳酸鹽含量情形及在不同溶劑下收集二氧化碳的情形。

- 1、 蛤蠣、海瓜子、風螺、蠔及九孔的碳酸鹽含量都相當高。
- 2、 海瓜子殼與鹽酸反應比較在不同溶劑中二氧化碳產量，分別是汽水 >油> 酒精 > 水。

- 3、二氧化碳產量大小是 海瓜子 > 蛤蠣 > 蠔 > 風螺 > 九孔 > 石蟹 > 蝦子。其中蝦子殼與鹽酸不會產生氣體。

二、以海產的殼進行反應速率影響因素的探討。

- 1、溫度越高，產生二氧化碳的速率越快。
- 2、鹽酸濃度越大，產生二氧化碳的速率越快。
- 3、貝殼的顆粒越小，產生二氧化碳的速率越快。

三、設計簡易實驗裝置來測量氣體溶解度與溫度的關係。

- 1、氣體的溶解度隨著溫度的上升而降低。
- 2、成功的設計出簡易的實驗裝置來測量氣體溶解度與溫度的關係。

四、利用海產殼類孔隙進行銅離子及乙酸乙酯吸附能力的探討。

- 1、顆粒越小時，對銅離子的吸附能力越好。五種殼的吸附能力為：海瓜子 = 風螺 > 蠔 > 九孔 > 蛤蠣。
- 2、顆粒越小吸附乙酸乙酯的能力越強。五種海產殼種的吸附能力為：海瓜子 > 風螺 > 蠔 > 九孔 > 蛤蠣，但 h 數值差異不大，範圍僅在 15.5mm ~ 16.9mm 之間。

五、將收集到的海產殼製造可用的粉筆。

- 1、成功的完成海產殼粉筆的製造。

伍、參考資料

施惠等 (2009)。國小自然與生活科技 (六上)。台北市：南一書局。

林英智等 (2010)。國中自然與生活科技 (第四冊)。台北市：康軒文教。

葉明倉等 (2010)。高級中學化學 (選修上冊)。台北市：南一書局。

葉明倉等 (2010)。高級中學化學 (選修下冊)。台北市：南一書局。

【評語】 080205

本研究針對多種海產生物的殼做基本性質的探討，具有基礎化學教育的功效。

應該加強海產殼與鹽酸作用產生的二氧化碳的定量分析，以及所含碳酸鹽量的比較。此外可以增加海產殼類對不同重金屬及有機廢棄物的吸收的研究。