中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

高職組 化工、衛工及環工科

091104

國立竹南高級中學

指導老師姓名

廖晏生

作者姓名

陳雅萍

賴昱伶

一、摘　要

日常生活中，隨處可見被拋棄的廢鋁罐，這些廢鋁罐若任其自然分解反應，約需一百年的時間才能完全分解，是一種不易被分解的廢棄物。

在這次實驗中，我們試著利用很簡單的方法來回收廢鋁罐，並探討不同環境因素（例如表面積大小、溫度高低） 溶液的種類（例如酸、鹼）對明礬產率之影響及探討明礬可否有淨水之功能。結果發現影響明礬速率快慢及顆粒大小有:1.冰水浴溫度的高低 2.溶液是否達到飽和 3.放置時間的長短 4.加入晶種。尤其明礬結晶之冰水浴溫度在-6℃時，結晶析出量可高達 8.2605g；硫酸濃度在 12M 時, 鋁的回收率最好，爲 85.51％。另外我們也觀察得到的明礬晶體，發現它爲透明多邊體型。

混凝劑試驗中我們發現 pH 值控制在 4~5 之間，會產生膠體顆粒，且明礬量只要加 100mg/l 於染料廢液中；它的處理量就非常驚人，另一個發現明礬對重金屬（硫酸銅、二鉻酸鉀及過錳酸鉀）是否有潔淨之功能，濃度分別降低原來的 7.683％、3.466％及 6.470％，其中我們做出來的硫酸銅溶液顏色有變淡，證明明礬對硫酸銅也是有淨化之功能。

二、研究動機

由於我在班上是擔任環保股長，而且學校很重視資源回收，每天看到資源回收站都有收不完的鋁罐；它們除了送去回收場處理，直接產生新的「再製鋁」製品，難道就沒有其他可回收的方法嗎？或許使用一些其他方法變成另一種可利用的物質，這個問題看似簡單，但仔細想一想實在也不容易；到底有什麼辦法在我們能力範圍內簡簡單單的將其分解，也可以把這些廢鋁罐變成有利用的價值。

因爲鋁罐若任其自然分解反應，約需一百年的時間才能完全分解，是一種不易被分解的廢棄物。於是就去收集了許多的相關資料，結果發現鋁可以利用簡單的化學方法變成明礬，且明礬功能有吸濕性、淨化水質、染料、食品加工等之功用；其實還有收斂之作用，可抑制夏天皮膚過度出汗而有臭味，當然也可以除去腳臭味，因此我決定要好好的研究一下。

三、研究目的

（一） 瞭解回收廢棄物（鋁罐）製成具淨水功用的明礬。

（二） 探討不同環境因素（表面積、溫度、濃度等） 溶液的種類對明礬之影響。

（三） 學習一些實驗技巧，練習抽器過濾、再結晶法加以分離純化及養晶技術。

（四） 結晶操作中水冰浴之溫度對晶形及顆粒大小之影響。

（五） 比較不同濃度混凝劑、控制 pH 對染料廢水之處理效果。

（六） 明礬吸濕性與乾燥劑比較。

四、研究設備及器材

（一）設備：

1. 減壓過濾裝置	1 組	2. 剪刀	1 把
3. 砂紙	數張	4. 燒杯 50ml	數個
4. 燒杯 100ml	5 個	6. 燒杯 250ml	2 個
7. 燒杯 1000ml	1 個	8. 吸量管	數個
9. 錶玻璃	數個	10. 安全吸球	1 個
11. 滴管	數支	12. 加熱器	1 臺
13. 竹筷子	4 枝	14. 線	30 公分
15. 電子天秤	1 臺	16. 撥棒	數支
16. 量瓶 1000ml	2 個	17. 量瓶 100ml	5 個
18. 濾紙	1 盒		

（二）藥品：

1. 鋁片	Al	Aluminum flake
2. 明礬	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	Aluminum potassium sulfate
3. 硫酸	H_2SO_4	Sulfuric acid
4. 酒精		C_2H_5OH Ethyl alcohol
5. 氫氧化鉀	KOH	Potassium hydroide
6. 鹽酸	HCl	Hydrochloric acid
7. 乙醚	$C_2H_5OC_2H_5$	Ether
8. 丙酮	CH_3COCH_3	Acetone
9. 矽膠粒	Si	Silica gel
10.氯化鈣	$CaCl_2$	Calcium chloride
11.硫酸鎂	$MgSO_4$	Magnesium sulfate
12.硫酸銅	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	Copper sulfate
13. 藍色染料(aq)	No.3	（宏展儀器企業有限公司）

（三） 儀器

1. SP-20 光電比色計	2. pH 計（任氏 6071 型）
3. 濁度計（HACH -2001A 型）	4. UV （GBC cintra-10）

五、實驗過程

（一） 明礬結晶製作

1. 以砂紙磨去表面之顏料後，將鋁片剪成 0.5 ㎝×0.5 ㎝大小面積，秤取約 0.5g。
2. 把剪好，稱完的小鋁片放在 100ml 的燒杯中，加入不同濃度 KOH 溶液，放入抽氣櫃中緩緩加熱。
3. 加熱完全反應後，立即用抽氣過濾裝置來過濾此熱溶液。收取澄清濾液，捨棄殘留濾紙上的固體。
4. 將澄清濾液倒入另一個 100ml 燒杯中，以少量蒸餾水潤洗過濾瓶，併入濾液中。將燒杯置於冰水浴中，一邊攪拌，一邊將不同硫酸濃度緩慢加入此溶液中。
5. 此時燒杯於冰水浴中（燒杯要恰好蓋滿冰塊的水） 約 20 分鐘後，使明礬結晶完全析出。
6. 利用抽氣過濾裝置收集產物，爲純白色之明礬結晶顆粒。用玻棒將產物瓶鋪在白色瓷漏斗上，持續抽氣 10 分鐘。當產物乾燥後，移到錶玻璃上，稱重並計算產率。 過濾前，錶玻璃應先稱重，才能得到明礬真正的重。）

（二） 明礬之再結晶製作

1. 在燒杯中加入適量的蒸餾水，並加熱使杯中明礬完全溶解，形成一杯過飽和溶液。
2. 將熱的明礬溶液，利用抽氣過濾裝置去除雜質，收取澄清濾液，捨棄殘留濾紙上的固體。
3. 將濾液倒入燒杯中靜置放冷，取一段縫紉線綁在玻璃管讓線尾垂入飽和溶液中，這樣線上的晶體有較自由空間生長，靜置一段時間以後，就會有許多美麗的結晶析出。

（三）熔點的測定

1. 取約 5～7 公分長之毛細管 1 支，用本生登加熱異端，使玻璃溶化而封閉，即成爲所謂之熔點管。
2. 取少量明礬，置於乾淨之研缽中研成細粉，倒入錶玻璃上。
4. 取一支毛細管，將開口一端插入粉堆中，取出後輕敲毛細管壁使粉末降落置熔封之一端，並以此毛細管由 80cm 長之玻璃管上端落至桌面數次使管內粉末緊密，重複

此動作幾次使管內裝入 3～5mm 高之粉末。

5. 將橡皮圈緊腹毛細管於溫度計上，調整毛細管底部貼於溫度計之水銀球附近；並放入泰爾管中之沙拉油，並注意橡皮圈不要浸入油內。
6. 以本生燈加熱泰爾管中之沙拉油，起初火焰可以稍強，使溫度迅速上昇，當達熔點下 20 度時，調整火焰，使微弱些約每分鐘上升 2 度，記下明礬開始熔化之溫度及全部熔化之溫度。
7. 以上兩個數值為此化合物之熔點範圍。

（四）混凝沉降試驗

1. 秤水溶性藍色染料 0.02g 稀釋至 2 公升備用（相當於 10mg/l） 也是這次實驗的染料廢水。並配置標準檢量線 2、4、6、8、10mg/l 於量瓶中。
2. 另秤取以乾燥的明礬試樣 5.56g 溶於 60ml 水中〔1ml 溶液約含 $KAl(SO_4)_2$ 50mg/l〕。
3. 將待測處理液 200ml 分別至於 3 個 250ml 燒杯中，分別在各燒杯中填加 0ml、2ml、4ml 明礬液（使其各含 0mg/l、100 mg/l、200mg/l）
4. 並以 3% H_2SO_4 或 NaOH 調整水樣之 pH，使其在 4～6 之間，以玻棒慢速攪拌（3～6rpm）4～5min 後，快速攪拌 3min 靜置 15～30min 使其膠體粒子沉降至底部。
5. 用 50ml 移液管吸取上部澄清液 50ml，再以分光光度計測試 a.透光率 b.吸收度；及使用濁度計測量濁度。
6. 底部之沉澱物以濾紙過濾，濾餅收集後棄置。

（五）吸濕性試驗

1. 先將自製明礬、市售明礬、矽膠粒、氯化鈣及硫酸鎂放入烘箱乾燥一天，溫度控制在 80℃，此種程序可除去附在粒子表面之水分。
2. 將這五種乾燥劑裝入稱量瓶中，並稱約 9g（去掉稱量瓶蓋）。且每半天稱一次及觀察。

六、研究結果

實驗一 影響反應速率之因素

（一）接觸面積對反應速率【表一】

鋁片面積（cm^2）	0.25x0.25	0.5x0.5	1.0x1.0	2.0x2.0	3.0x3.0
溶解時間（分）	32 分 53 秒	37 分 24 秒	44 分 24 秒	52 分 55 秒	69 分 28 秒

（條件：鋁片稱取約 0.5g、1.6 M KOH、溫度 55℃）

（二）溫度對反應速率【表二】

溫　度（℃）	18℃	25℃	35℃	45℃	55℃
溶解時間（分）	140 分 11 秒	138 分 34 秒	70 分 54 秒	47 分 36 秒	37 分 24 秒

（條件：鋁片 0.5×0.5 cm^2、重量約 0.5g、1.6 M KOH）

（三）濃度對反應速率【表三】

KOH 濃度（M）	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0
溶解時間（分）	154 分 00 秒	67 分 50 秒	60 分 14 秒	37 分 24 秒	32 分 26 秒

（條件：鋁片 0.5×0.5 cm^2、鋁片重量約 0.5g、溫度 55℃）

實驗二 明礬結晶之影響

（一）不同的酸液（H_2SO_4）濃度（加酒精水溶液清洗產物）【表四】

硫酸濃度（M）	3.0	6.0	9.0	12.0	18.0
鋁片重（g）	0.5135	0.5026	0.5045	0.5048	0.5005
明礬重量（g）	2.5883	5.7315	6.2665	7.5778	7.0775
明礬產率（%）	29.41	65.13	71.21	86.11	80.43
鋁的回收率（%）	28.71	64.96	70.75	85.51	80.55

（條件：鋁片 0.5×0.5 ㎝^{2}、重量約 0.5g、1.6 M KOH、溫度 55℃、反應時間 40 分、冰水浴 20 分）

（二）不同的酸液（H_2SO_4）濃度（不加酒精水溶液清洗產物）【表五】

硫酸濃度（M）	3.0	6.0	9.0	12.0	18.0
鋁片重（g）	0.5028	0.5035	0.5072	0.5022	0.5009
明礬重量（g）	2.1915	4.7903	5.6158	6.4495	6.1725
明礬產率（%）	24.90	54.44	63.82	73.29	70.14
鋁的回收率（%）	24.83	54.19	63.07	73.15	70.19

（條件：鋁片 0.5×0.5 ㎝^{2}、重量約 0.5g、1.6 M KOH、溫度 55℃、反應時間 40 分、冰水浴 20 分）

分析：1.不同硫酸濃度會影響明礬結晶量的多寡；而硫酸濃度在 12M 時，發現明礬產率爲 7.5778g 且鋁的回收量高達 85.51%。

2.加酒精清洗產物，降低溶質的溶解度而使明礬析出，由【表四】【表五】得知，加酒精清洗產物，使明礬結晶量比未加酒精清洗產物高一些。

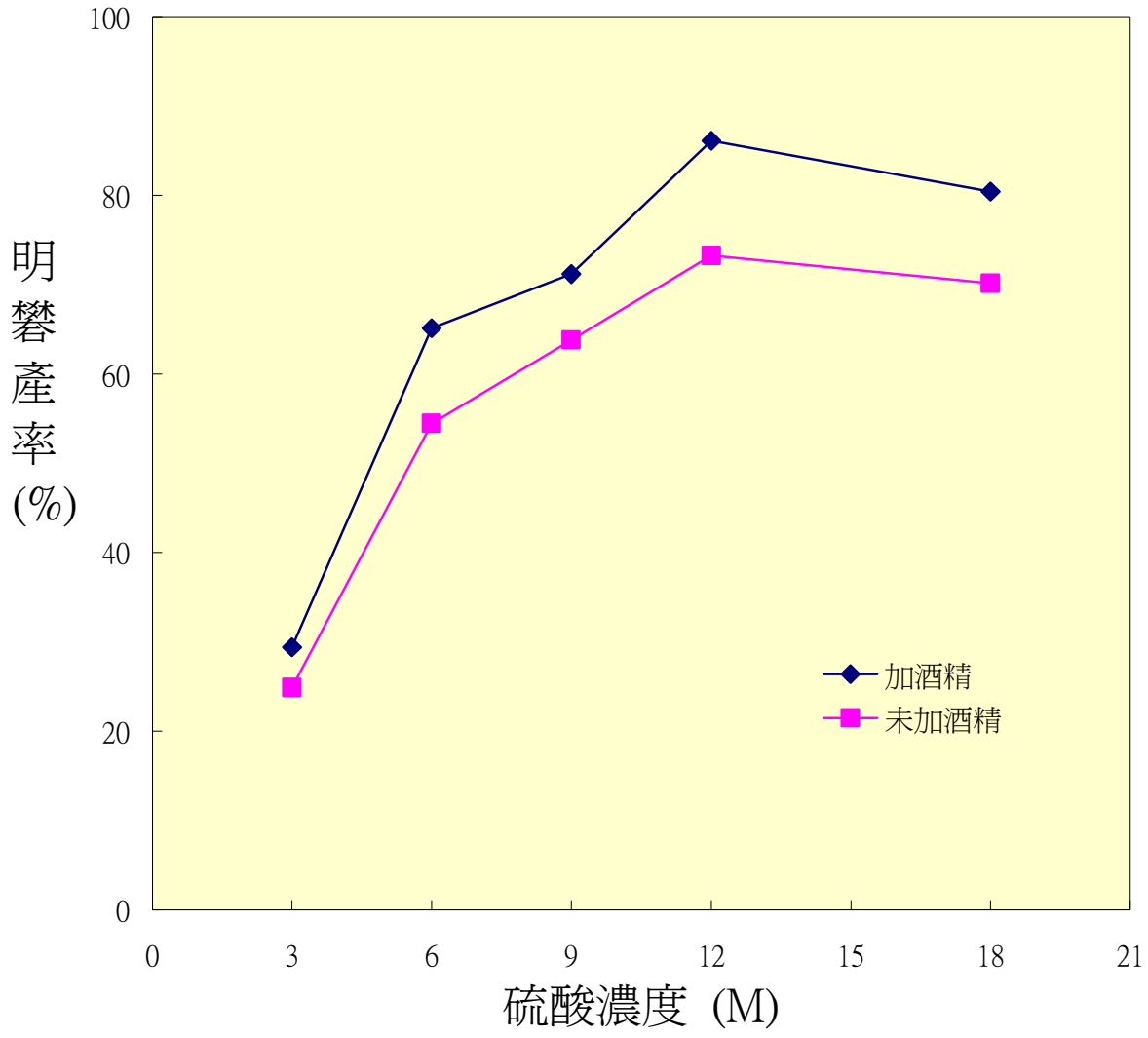

Fig.1 不同的硫酸濃度對明礬產率之影響

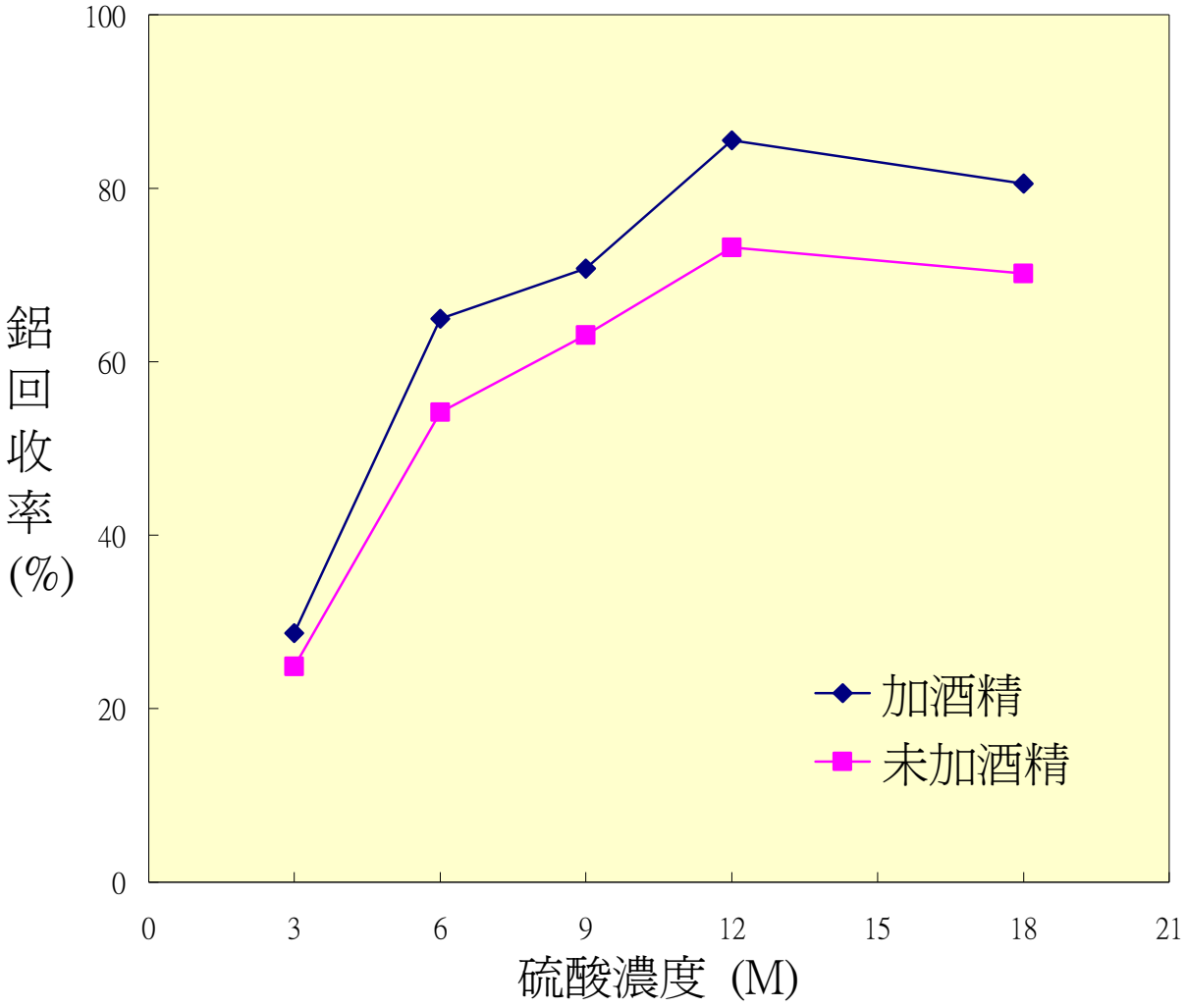

Fig.2 不同的硫酸濃度對鋁回收率之影響

（三）不同溶劑清洗產物（表六）

溶劑名稱（10ml）	酒精	水+酒精	丙酮	水+丙酮	乙醚
鋁片重（g）	0.5055	0.5048	0.4961	0.5030	0.5046
明礬重量（g）	6.2225	7.5778	6.6375	6.8595	5.7915
明礬產率（%）	70.71	86.11	75.43	77.95	65.81
鋁的回收率（%）	70.12	85.51	76.21	77.68	65.38

（條件：鋁片 0.5×0.5 ㎝^{2}、重量約 0.5g、1.6 M KOH、溫度 55℃、反應時間 40 分、12M H_2SO_4、冰水浴 20 分）

（四）不同的鹼液（KOH）濃度【表七】

氫氧化鉀濃度（M）	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0
鋁片重（g）	0.5076	0.5049	0.5012	0.4999	0.5050
明礬重量（g）	0.4085	1.5035	6.1505	7.4565	7.2675
明礬產率（%）	4.64	17.09	69.89	84.73	82.59
鋁的回收率（%）	4.58	16.96	69.90	84.96	81.97

（條件：鋁片 0.5×0.5 ㎝^{2}、重量約 0.5g、溫度 55℃、反應時間 40 分、12M 硫酸、冰水浴 20 分）

分析：氫氧化鉀濃度愈高，加速反應物溶解形成 $Al(OH)_4^-$膠體，對後續加工結晶的明礬析出量較多。

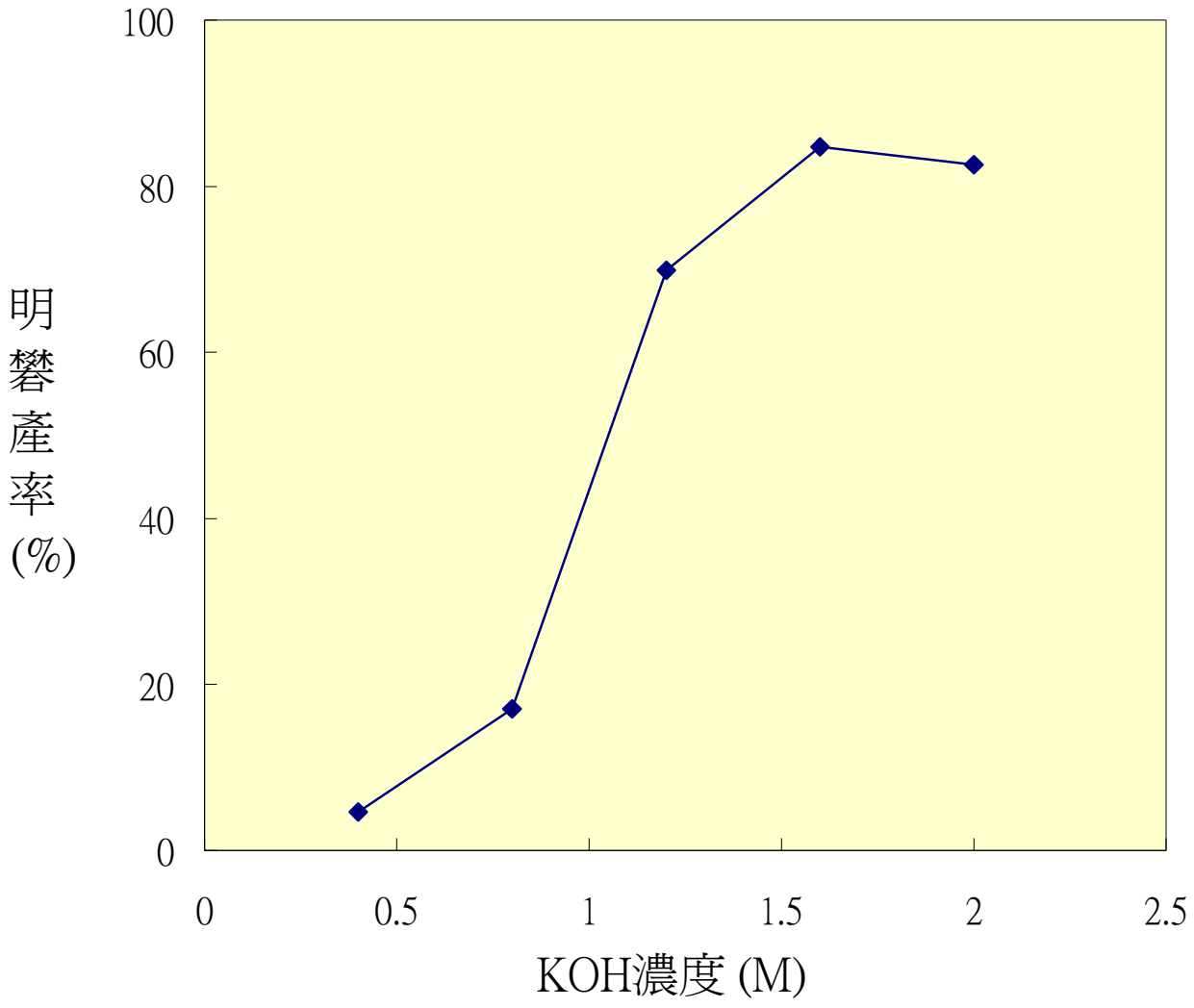

Fig.3 不同的 KOH 濃度對明礬產率之影響

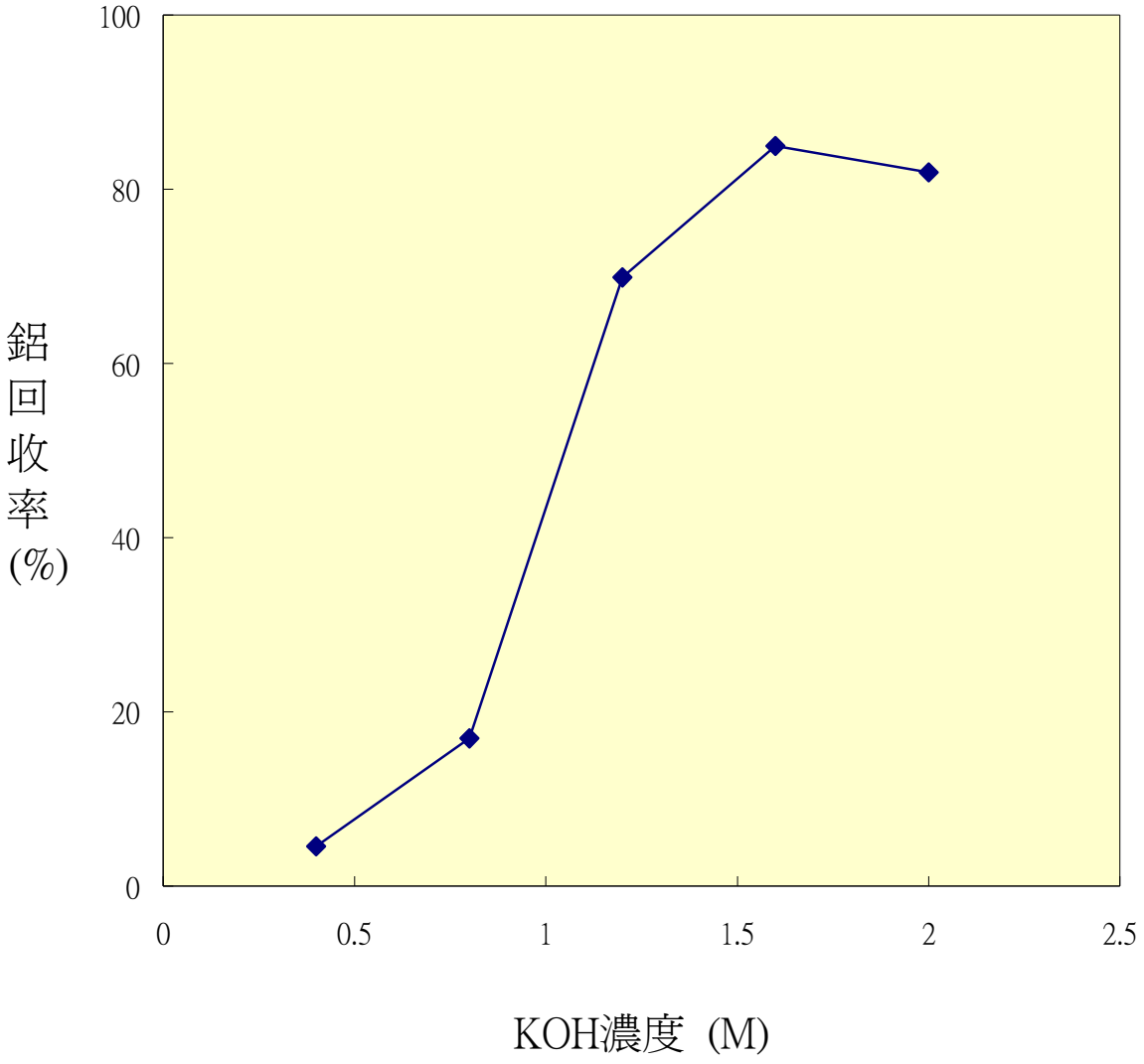

Fig.4 不同的 KOH 濃度對鋁回收率之影響

（五）不同冰水浴溫度【表八】

冰水浴溫度（℃）	室溫	12	7	0	-6
鋁片重（g）	0.4952	0.5011	0.5007	0.5012	0.5048
明礬重量（g）	3.1675	4.7445	6.3975	7.1835	8.2605
明礬產率（%）	35.99	53.91	72.70	81.63	93.87
鋁的回收率（%）	36.44	53.93	72.78	81.64	93.21

（條件：鋁片 0.5×0.5 ㎝^{2}、重量約 0.5g、溫度 55℃、1.6 M KOH 反應時間 40 分、12M 硫酸、冰水浴 20 分）

分析：冰水浴溫度不同時，會影響明礬結晶析出量；由表八得知，溫度低者明礬結晶之析出量較多，相對明礬產率與鋁的回收量也較多。

實驗三 明礬之熔點測定（表九）

	文 獻 值	實 驗 值	再 結 晶
自製明礬	92℃	76~82℃	92~94℃
市售明礬	92℃	90~92℃	----

（條件：鋁片 0.5×0.5 ㎝^{2}、重量約 0.5g、溫度 55℃、1.6 M KOH 反應時間 40 分、12M 硫酸、冰水浴 20 分）

分析： 用再結晶方法處理可使明礬晶體去除雜質而提高純度，由表九得知，自製明礬經過再結晶方法，所測得熔點溫度與文獻值幾乎一樣。

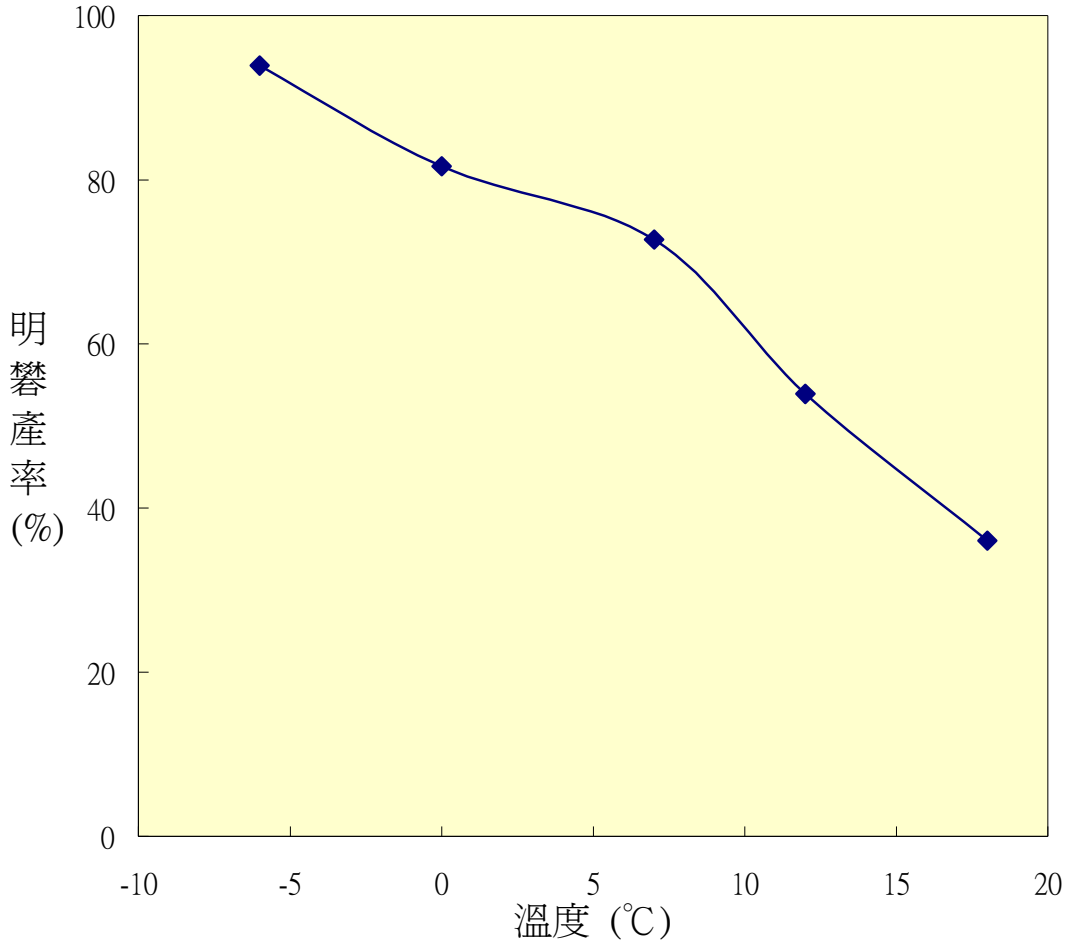

Fig.5 不同的冰水浴溫度對明礬產率之影響

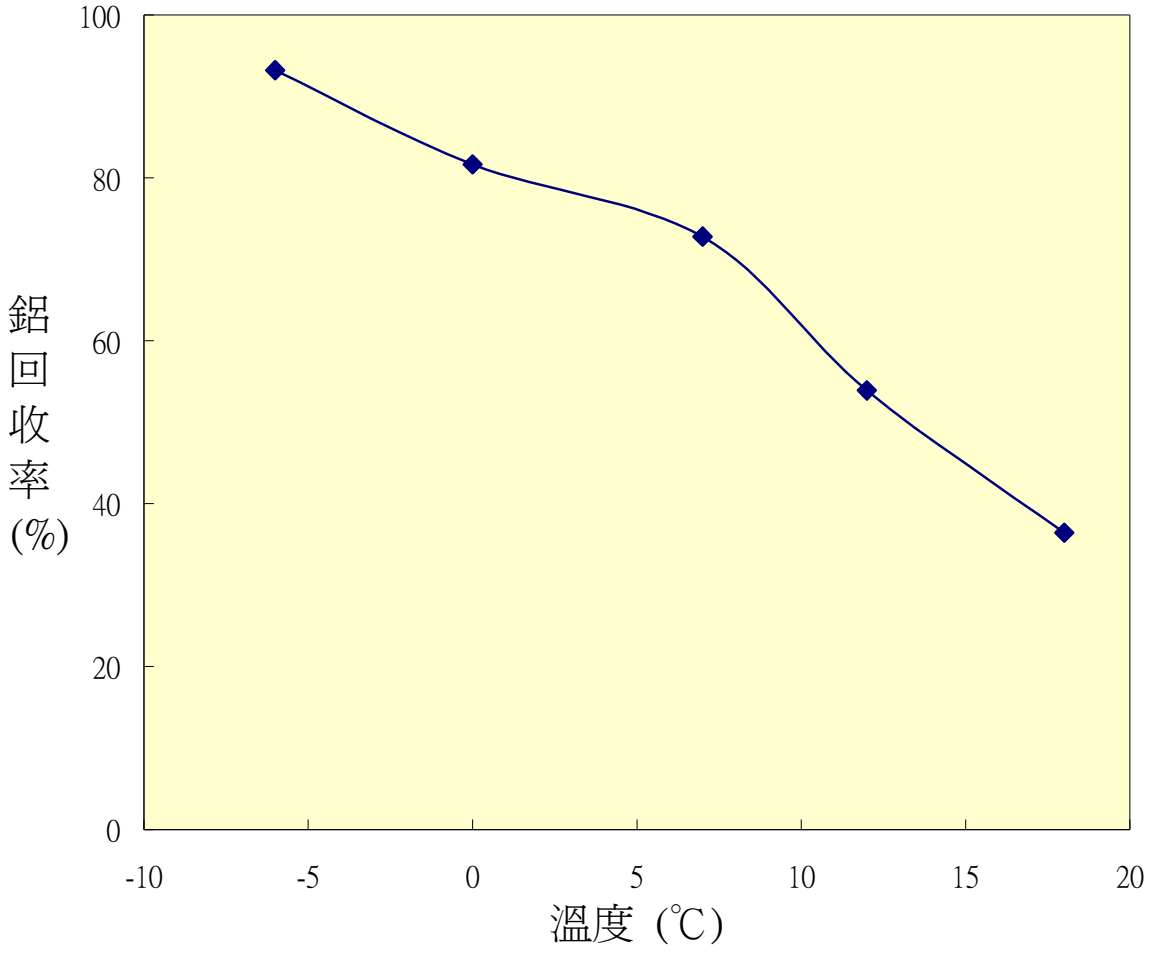

Fig6. 不同的冰水浴溫度對鋁回收之影響

實驗四 混凝沉降試驗

（一）藍色染料(aq) No.3 （宏展儀器企業有限公司）

1. 自製明礬（表十）

性 質 水 樣	透光率(%)	吸收度	濃 度 （mg/l）	濁 度 （NTU）	
處理前	59.2	0.227	9.320	0.7	
加 100ppm Al^{3+}	94.4	0.025	1.040	3.1	
加 200ppm Al^{3+}	94.6	0.023	0.958	2.2	

（條件：鋁片 0.5×0.5 ㎝^{2}、重量約 0.5g、溫度 55℃、1.6M KOH 反應時間 40 分、12M 硫酸、冰水浴 20 分、沉降時間 15min、pH 值控制 4~5）

2. 自製明礬（表十一）

性 質 水 樣	透光率(%)	吸收度	濃 度 （mg/l）	濁 度 （NTU）	
處理前	61.4	0.212	8.705	0.8	
加 100ppm Al^{3+}	65.4	0.185	7.599	0.8	
加 200ppm Al^{3+}	66.2	0.179	7.353	0.75	

（條件：鋁片 0.5×0.5 ㎝^{2}、重量約 0.5g、溫度 55℃、1.6M KOH 反應時間 40 分、12M 硫酸、冰水浴 20 分、沉降時間 30min、pH 值控制 2~4）

3. 自製明礬（表十二）

性 質 水 樣	透光率(%)	吸收度	濃 度 （mg/l）	濁 度 （NTU）	
處理前	61.4	0.212	8.705	0.8	
加 100ppm Al^{3+}	95.2	0.022	0.917	3.8	
加 200ppm Al^{3+}	95.8	0.018	0.753	2.4	

（條件：鋁片 0.5×0.5 ㎝ ^{2}、重量約 0.5g、溫度 55℃、1.6M KOH 反應時間 40 分、12M 硫酸、冰水浴 20 分、沉降時間 30min、pH 值控制 4~5）

4. 市售明礬（表十三）

性 質 / 水 樣	透光率(%)	吸收度	濃 度 (mg/l)	濁 度 (NTU)	
處理前	61.4	0.212	8.705	0.8	
加 100ppm Al^{3+}	94.4	0.025	1.040	2.1	
加 200ppm Al^{3+}	94.4	0.025	1.040	1.2	

（條件：鋁片 0.5×0.5 ㎝ ^{2}、重量約 0.5g、溫度 55℃、1.6 M KOH 反應時間 40 分、12M 硫酸、冰水浴 20 分、沉降時間 30min、pH 值控制 4~5）

（二）重金屬測試

1. 自製明礬（表十四）【$CuSO_4 \cdot 5H_2O$】

性 質 / 水 樣	透光率(%)	吸收度	濃 度 (mg/l)	濁 度 (NTU)	
處理前	61.6	0.210	1000.00	1.95	
加 100ppm Al^{3+}	62.4	0.203	992.62	3.55	
加 200ppm Al^{3+}	62.0	0.188	923.17	2.80	

（條件：鋁片 0.5×0.5 ㎝ ^{2}、重量約 0.5g、溫度 55℃、1.6M KOH 反應時間 40 分、12M 硫酸、冰水浴 20 分、沉降時間 30min、pH 值控制 4~5）

2. 自製明礬（表十五）【$K_2Cr_2O_7$】

性 質 / 水 樣	透光率(%)	吸收度	濃 度 (mg/l)	濁 度 (NTU)	
處理前	2.8	1.540	100.00	1.20	
加 100ppm Al^{3+}	3.2	1.500	97.93	1.80	

加 200ppm Al^{3+}	3.4	1.480	96.53	2.10	

（條件：鋁片 0.5×0.5 ㎝ ^{2}、重量約 0.5g、溫度 55℃、1.6M KOH 反應時間 40 分、12M 硫酸、冰水浴 20 分、沉降時間 30min、pH 值控制 4~5）

3. 自製明礬（表十六）【$KMnO_4$】

性質 / 水樣	透光率(%)	吸收度	濃度（mg/l）	濁度（NTU）	
處理前	36.8	0.434	10.00	0.50	
加 100ppm Al^{3+}	38.2	0.418	9.628	0.70	
加 200ppm Al^{3+}	39.2	0.406	9.353	0.60	

（條件：鋁片 0.5×0.5 ㎝ ^{2}、重量約 0.5g、溫度 55℃、1.6M KOH 反應時間 40 分、12M 硫酸、冰水浴 20 分、沉降時間 30min、pH 值控制 4~5）

分析：綜合上面表十至表十三得知，自製明礬與市售明礬加入染料廢水中，濃度上有明顯的下降趨勢，證明明礬真的有淨化功能。其中 pH 值對混凝劑影響非常的大，由表十一、十二知道，化學混凝劑最佳 pH 值條件爲 4~5。在重金屬廢水混凝試驗，由表十四到表十六中，我們發現重金屬用明礬當凝集劑之結果，濃度並沒有明顯降低。

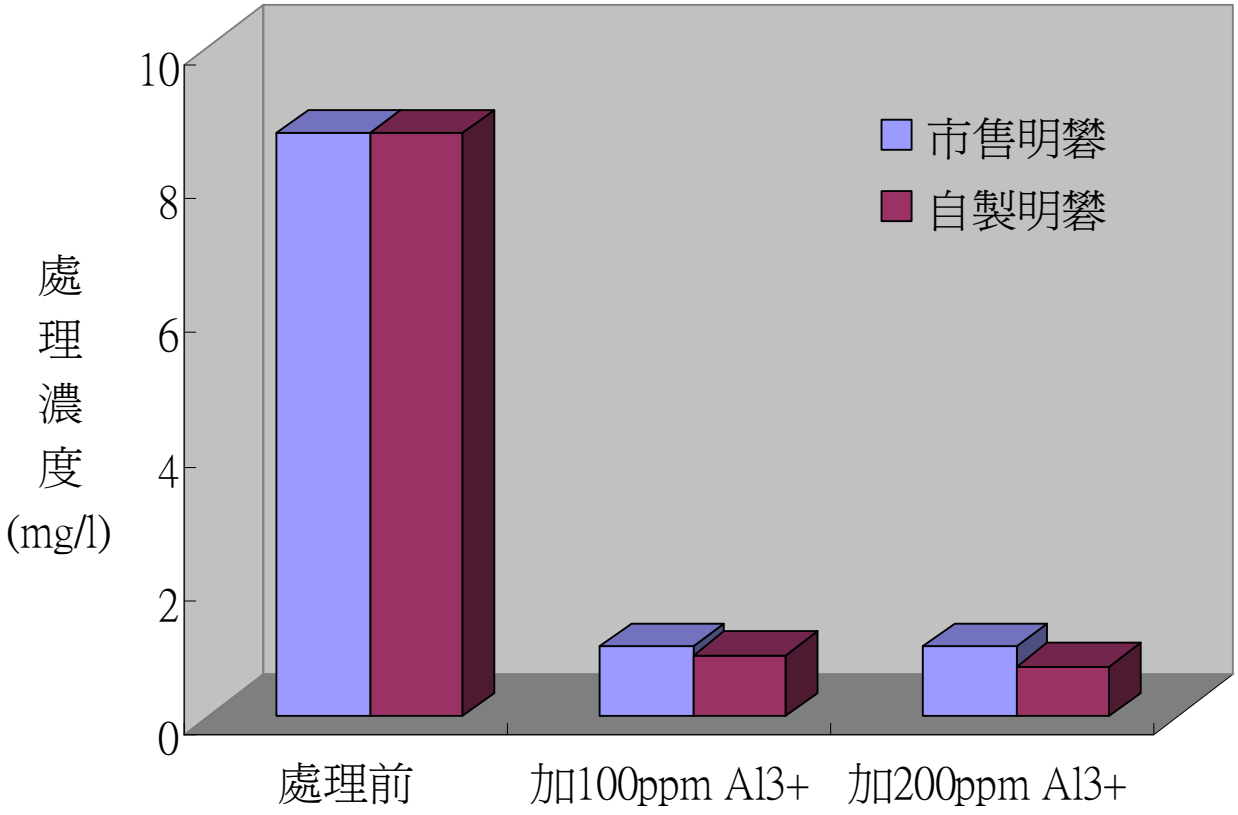

Fig7. 混凝劑對染料廢水之影響

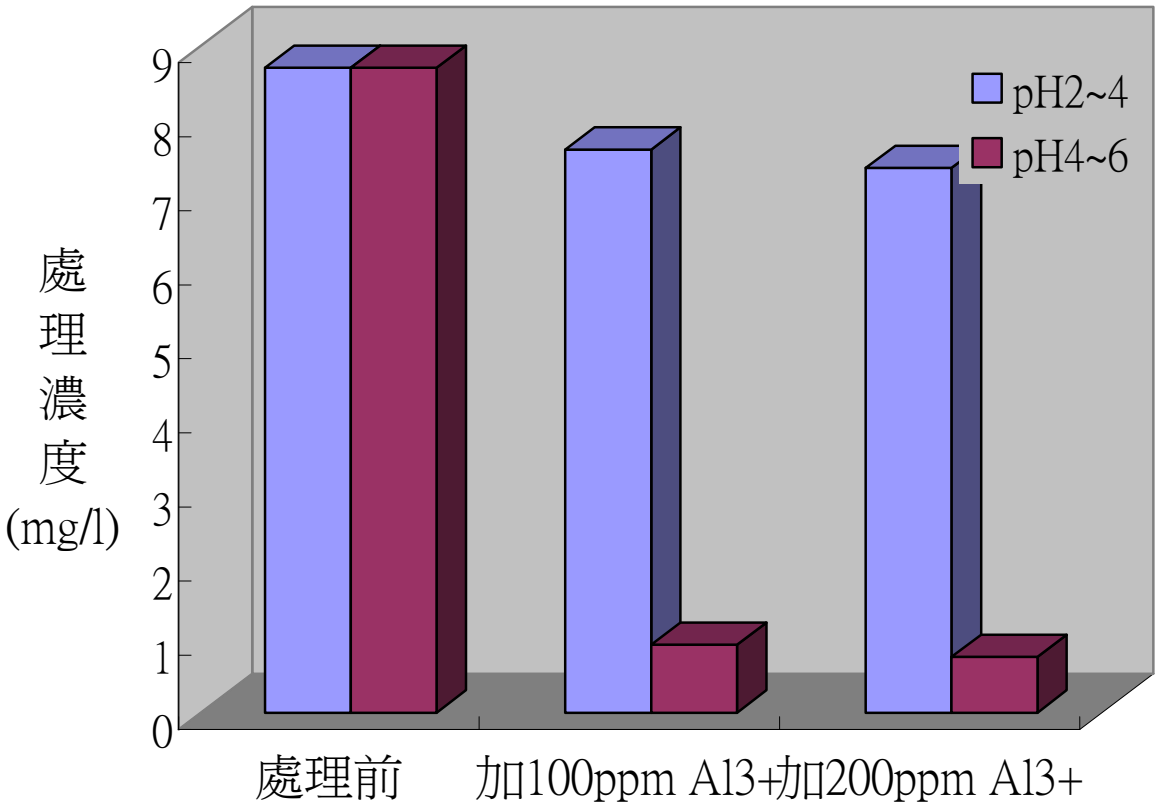

Fig8. 混凝劑對 pH 值之影響

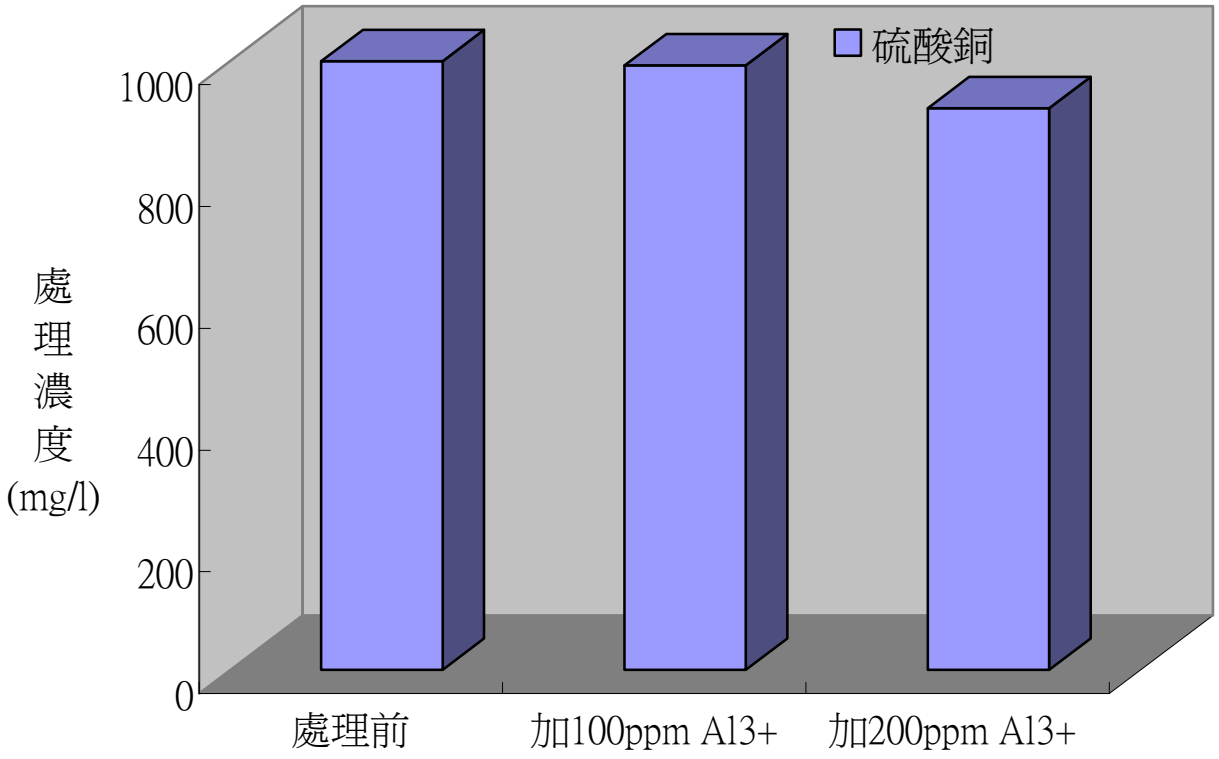

Fig9. 混凝劑對硫酸銅之影響

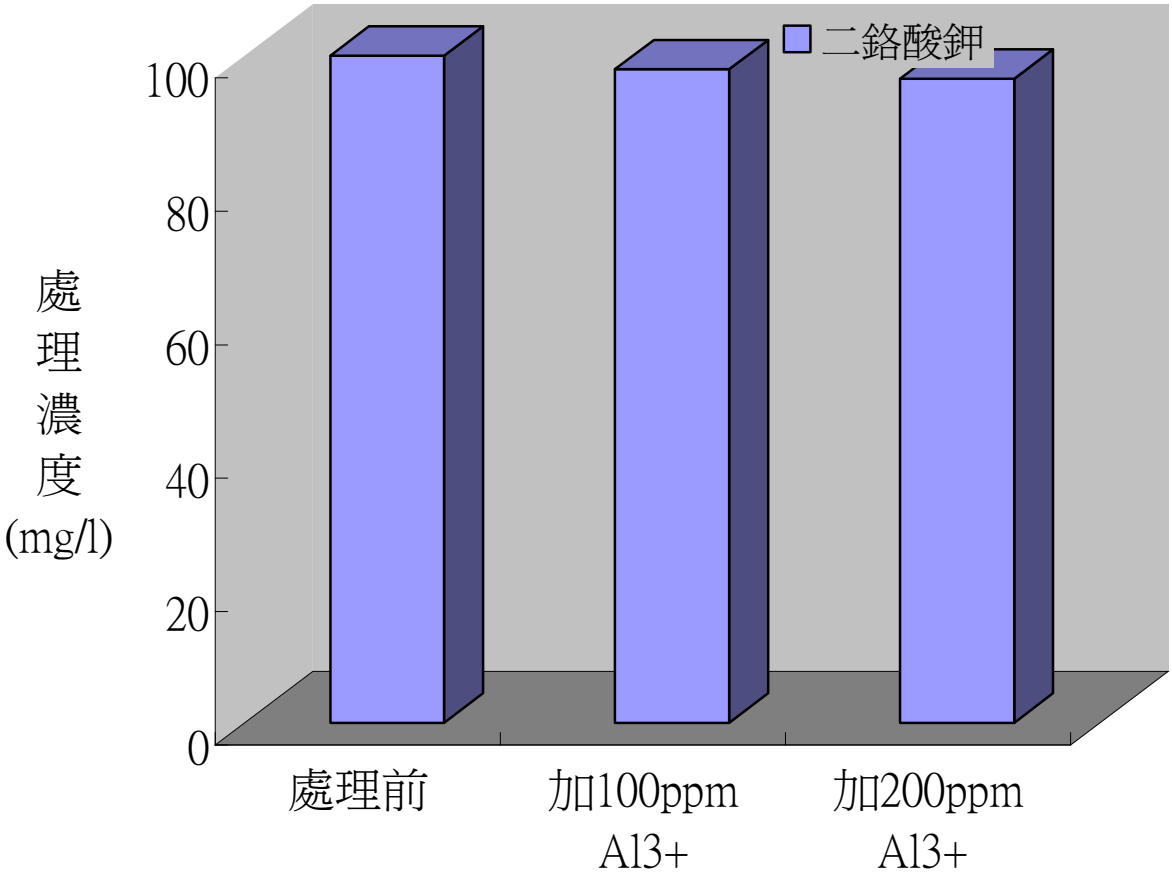

Fig10. 混凝劑對二鉻酸鉀之影響

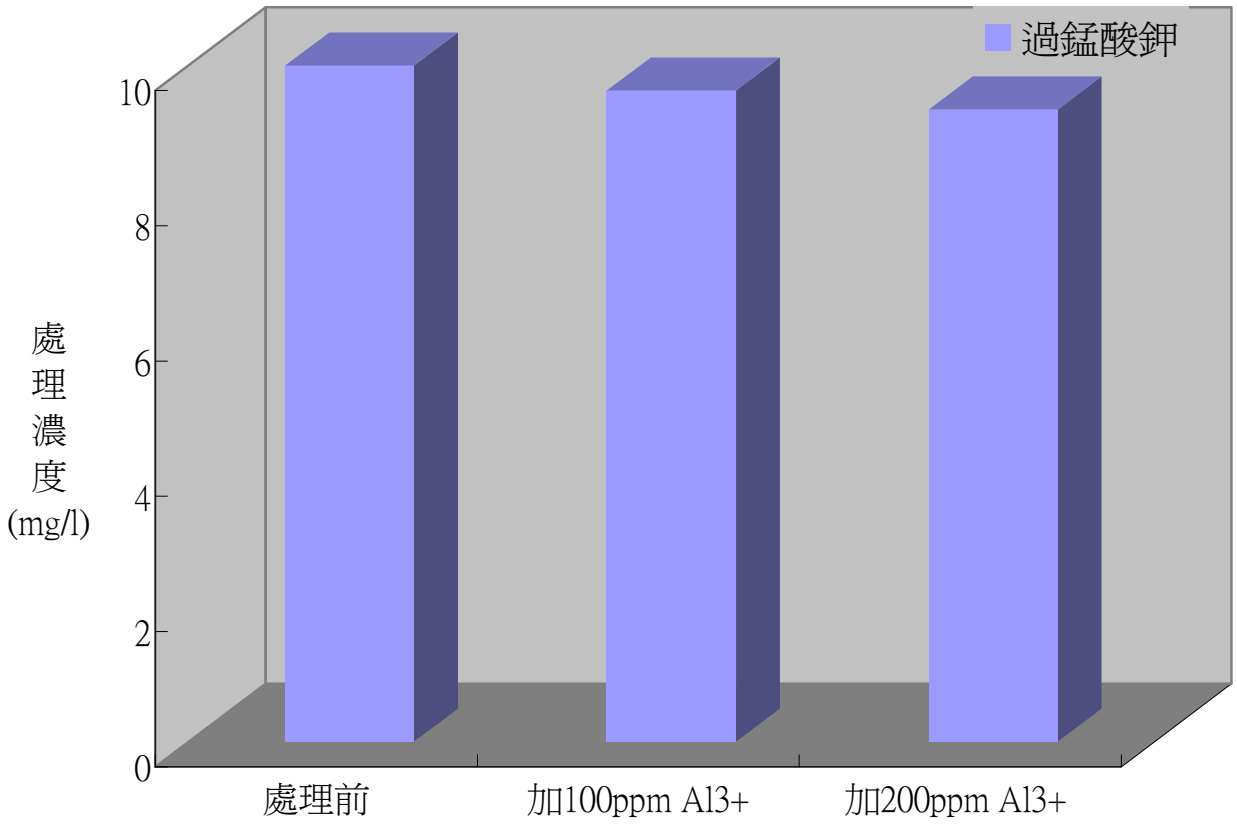

Fig11. 混凝劑對過錳酸鉀之影響

實驗五 吸濕性試驗（表十四）

種類 / 時間	自製明礬	市售明礬	矽膠粒	氯化鈣	硫酸鎂
處理前重量	9.0314	9.0152	9.0156	9.0489	9.0531
1 天	0.7357	0.5170	0.9882	1.1587	0.3660
2 天	1.1759	0.8716	1.4208	1.6909	0.5939
3 天	1.5231	1.1525	1.7509	2.1400	0.7785
3.5 天	1.6986	1.2943	1.9014	2.3546	0.8778
4 天	1.8554	1.4280	2.0352	2.5575	0.9723
4.5 天	2.0142	1.5600	2.1563	2.7559	1.0679
5 天	2.1073	1.6645	2.2409	3.0329	1.1326
吸水容量（g）	0.2333	0.1846	0.2486	0.3352	0.1251

（條件：烘乾一天且溫度設定在 80℃，所有乾燥劑之重量約 9g）

分析：根據表十三所示發現氯化鈣的吸水量最多，作用相對較快；經過五天我們發現自製明礬比市售明礬吸水量多，且硫酸鎂吸水容量較低。

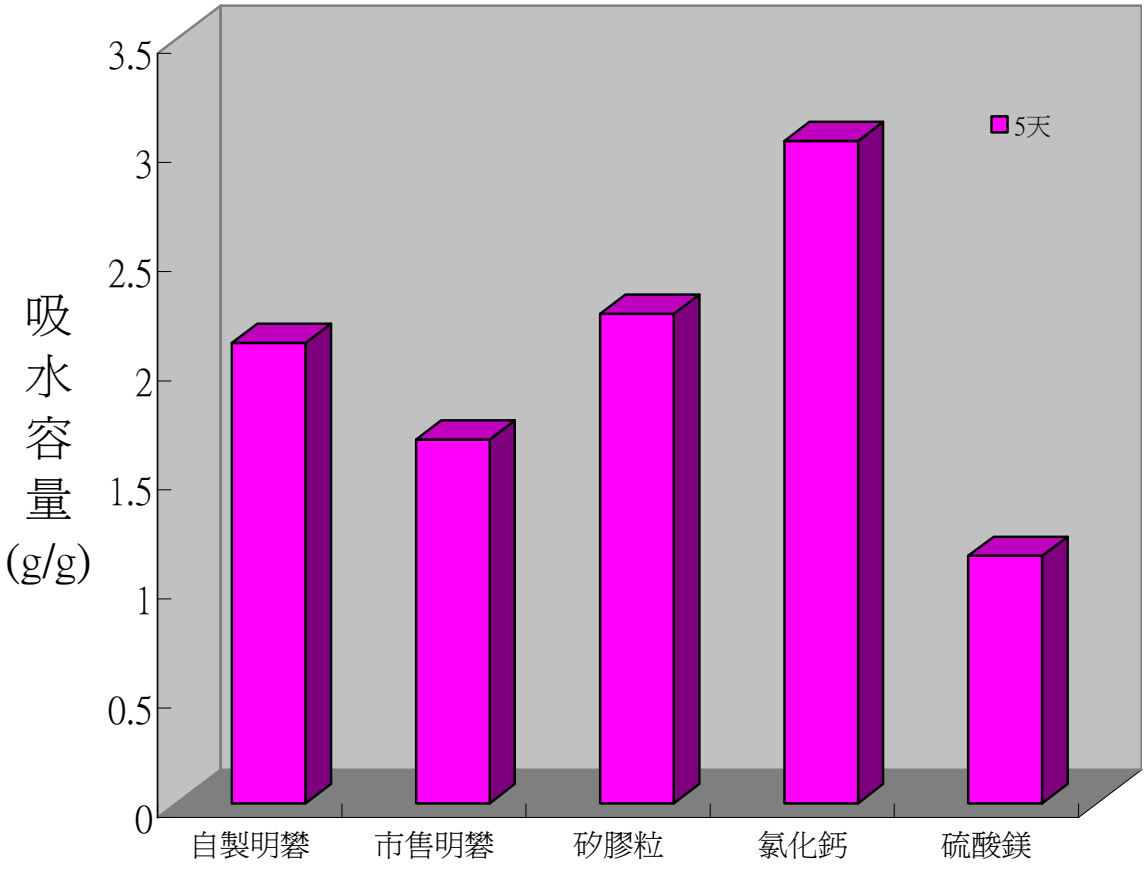

Fig.12 乾燥劑吸水容量之比較

七、討　論

（一）　由 Fig.1 可看出，若酸濃度過低，溶液變成白絨毛狀之氫氧化鋁（$Al(OH)_3$）沉澱（參考附件二圖三），冰水浴後仍無法結晶或導致明礬結晶產率降低。原因可能是溶液未達到過飽和狀態，無法使明礬順利析出（參考附件二圖五）。

（二）　由表九數據得知，把粗明礬經過再結晶一次處理後，用熔點測定方法（參考附件二圖八）發現兩者純度差距頗大；且跟文獻值幾乎接近 92℃。熔點測定的優點是量少，操作簡便。當純物質中如含有雜質，會使熔點降低，而且可決定該化合物的純度。若將明礬加適當的水並加熱溶解，讓明礬溶解成飽和溶液，並迅速趁熱過濾以除去不溶性雜質，使濾液慢慢冷卻，經過幾天後發現有晶體析出，我們從外觀發現自製明礬比較沒雜質且透明度高，是一個多邊體型之晶體；相反市售明礬整體透明度較低，霧濛濛的感覺，所以，再次證明晶體經過再結晶處理後，晶體純度大大提高（參考附件二圖七）。

（三）　這次實驗中由 Fig.1 可看出，有加酒精與未加酒精使明礬析出量有點差距，如在相同的條件（12M H_2SO_4）下明礬析出量與未加酒精相差 13% 明礬產率，所以在溶液加入另一種的溶劑對結晶量的析出影響甚大。加溶劑於明礬中，我們發現明礬晶體變的更閃亮且細小，並洗去多於之雜質。

（四）　由 Fig.5 得知，結晶過程中加冰塊可以加快其結晶的速率，且結晶析出量達 8.2605 克，因冷卻可降低明礬的溶解度，溫度愈低且放置時間久一些，結晶產量也較多。

（五）　本實驗所使用的混凝劑爲明礬，pH 值控制在 4~5 之間，會產生膠體顆粒。在實驗觀察中，由表 10 和表 12 比較，15 分鐘和 30 分鐘的混凝效果以 30 分的效果最好，因爲它的透光率較高，染料溶液濃度較低，因此染料顏色隨時間的增加，顏色也愈來愈淡；　主要是在水質淨化時，利用加水分解產生白絨毛狀 $Al(OH)_3$ 膠體，它具有黏性和重量可用於吸附雜質沉於水底，而達到有淨化的功能。而經由 Fig.7 數據得知，處理過廢水與未處理過的廢水，在濃度上相差 10 倍，且水質也透明許多，且明礬量只要加 100mg/l 它的處理量就非常驚人；重要的是我門自己自製明礬比市售明礬都略勝一籌。再來 pH 對混凝有很大的影響，由 Fig.8 比較，pH 控制不一所得到的透光率差距非常之大，我們濃度以 200ppm 來比較，差了約 10 倍。因此實驗數據觀察而知，pH 控制在 4-5 之間是混凝效果最好的（參考附件二圖九、圖十）。

本實驗我們也有測試明礬對重金屬硫酸銅、二鉻酸鉀及過錳酸鉀是否有潔淨的功能，我們發現重金屬廢水濃度降低不明顯；由表十四至表十六得知濃度分別降低原來的 7.683%、3.466%及 6.470%；其中硫酸銅廢水溶液加入明礬後，溶液之顏色有變淡；所以整體來說明礬對重金屬之淨化的功能不明顯。

（六） 由 Fig.12 得知，經過五天測試吸濕性，這五種乾燥劑中，以氯化鈣的吸水容量爲最大，作用快且表面也較膨鬆，再來矽膠粒與自製明礬吸水容量並不會相差太多，而硫酸鎂吸濕性較差，可能跟顆粒大小有關，因爲吸濕過程中，我們放在稱量瓶內，沒有經過搖晃，所以一些顆粒較大者之孔隙度也相對較大，可進一步讓吸水容量增加；若氯化鈣和自製明礬的成本比較，自製明礬的價格較低廉，效果也不會太差。再和市售明礬來比較，自製明礬不但比較純，而且吸水容量也較好（參考附件二圖十一、圖十二）。

其實明礬也是可以當除臭劑來使用，因明礬之吸水容量也不差，所以可以把明礬放入鞋中阻止擾人的腳汗臭味。

八、結　論

（一）本實驗中我們仔細觀察結果，認爲影響明礬結晶速率快慢及產量有四點：1.冰水浴溫度高低 2.溶液是否達到過飽和溶液 3.放置時間之長短 4.加入晶種。

（二）再結晶的功能可提高產品之品質及去除雜質而純化。

（三）把明礬晶體溶液放置 3~5 天，發現明礬結晶爲透明的多邊體型。

（四）硫酸之濃度在 12M 時，明礬之結晶產率爲 85.51%

（五）影響乾燥劑吸濕容量之因素有，乾燥劑用量、乾燥劑顆粒大小、乾燥劑與液體、氣體接觸時間等。

（六）淨化功能之影響有：1.混凝劑性質 2.廢水水質 3.pH 值 4.水溫 5.攪拌 6.時間長短等，實驗中我們發現 pH 控制在 4~5 之間混凝效果是最好的，所以 pH 值影響最大。

（七）明礬對重金屬淨化之功能較不明顯，但對於硫酸銅還算有淨化功能。

九、參考資料及其他

1. 北京大學化學係有機化學教研室，校閱者：楊美惠，有機化學實驗，第一版三刷，藝軒圖書出版社，p.25~p.30、p.41~p.48、p.78~p.83，民 89。
2. 張添晉等 7 人，環境工程概論，中華民國環境工程學會印行，p.46~p.58、p.113~p.118，民 83。
3. 吳宗榮、蔡基湧，水及廢水分析，第七版，復文書局，p.6~p.17、p.26~p.31、p.194~p.20 民 76。
4. 吳春雄等四人，有機化學實驗，第一版，全華科技圖書股份有限公司，p.16~p.19、p.50~p.51，民 87。
5. 林福助，有機化學實驗，第一版，復文書局，p.38~p.39，民 90。
6. 林孫基、謝德榮，合成化學實驗、二版二刷，全威圖書有限公司，p.119~p.127 民 87。
7. 高職化學工程污染防治教育課程教材 81 頁

評 語

091104 高職組化工、衛工及環工科 最佳(鄉土)教材獎

鋁寶寶的天堂

1. 本作品主要探討將廢鋁罐製作明礬，並將之應用於廢水淨化，主題與環境化學教材相砌合。
2. 實驗內容豐富。
3. 在廢水混凝實驗 PH 值僅控制在 2-5 間，宜將之擴散至 PH=8 較能比較 PH 的影響。
4. 在吸濕實驗，作者認為吸濕性與顆粒大小有關，惟證據力稍嫌不足，有待進一步釐清。