

# 去除廢水中硼之研究



專題學生：李建輝、李恩慈、陳裕軒、劉宇璿、黃乙剛、陳柏安

## 一、摘要

隨著工業化，工業廢水中包含許多污染物，其中硼是玻璃、皮革、紙廠的剋星。在室溫下無定形在空氣中緩慢氧化，800度左右能夠自燃。硼、鹽酸、氫氟酸，即使長期煮沸，也不起作用，能被熱濃硝酸、重鉻酸鈉、硫酸的混合物，慢慢侵蝕和氧化。目前工業上尚未發現硼的問題，但硼將會是未來所要處理的重要物質之一。

本專題使用「水中硼檢測方法 - 薑黃素比色法」，用固定硼酸的量，調整醋酸鈉、鋁酸鈉的比例，在使用分光光度計測其吸光度，計算出其比例的濃度及去除率，去除率越高的，相對效果越好，但濃度如過高，相對的成本也比較高，要如何在硼之中熬出頭，則要多方考量，實驗可以幫助我們了解硼之重要性。

還記得當初要做實驗時，許多人問我們說：「你們的專題是什麼？」我們回答說：「硼的去除。」一堆人滿頭問號，這就表示老師說的沒錯，現在大部分的人都不太了解硼的特性，勢必要有人先研究，爾後可能就是收入的來源，硼是讓人摸不透的物質。

## 二、前言

生活、科技日新月異，但隨著生活品質的上升與科技的發展，卻在未來形成了一大隱憂，台灣近年因為工業加速發展，環保意識抬頭，對於環境方面的法規也修改、擬定多次，加上管制，就是為了改善問題，並減少對環境的危害與負荷，以永續發展的目的，讓人們了解到問題的嚴重性。

隨著工業化，工業廢水中包含許多污染物，其中硼是玻璃、皮革、紙廠的剋星。在室溫下無定形在空氣中緩慢氧化，800度左右能夠自燃。硼、鹽酸、氫氟酸，即使長期煮沸，也不起作用，能被熱濃硝酸、重鉻酸鈉、硫酸的混合物，慢慢侵蝕和氧化。目前工業上尚未發現硼的問題，但硼將會是未來所要處理的重要物質之一。

在自然界中，硼通常以硼酸、硼酸鹽或者硼矽酸鹽礦的形式存在。硼的應用極其廣泛，硼酸除了可以消毒、殺蟲、防腐外，工業上亦可用於製造玻璃、皮革、紙，年合劑、炸藥或清潔劑。硼酸也可用作銅鋅和焊接時的助溶劑，另一個重要的應用就是做為反應爐的冷卻劑。由上述可知，硼對於我們生活的重要性，則更應該好好的研究及處理。

本專題為即時合成(去除法)去除廢水中的硼，使用不同比例的醋酸鈣、鋁酸鈉，實驗出何種比例對硼的去除效果最高，將水樣酸化後加入薑黃素蒸乾，由液體的淡橘色轉成蒸乾後的紅色物質，利用乙醇溶解後，使用分光光度計測定其吸光度，並定量硼的濃度，求得去除率。

本專題使用比例(鈣：鋁：硼)為... 每一次實驗做五個比例。  
2：2：1 (莫耳比二)  
4：4：1 (莫耳比四)  
6：6：1 (莫耳比六)  
8：8：1 (莫耳比八)  
10：10：1 (莫耳比十)

## 三、研究方法

### 1. 水樣處理及測定

- (1)精取 1.0 mL 水樣或經適當稀釋之水樣 1.0 mL 置於相同材質、形狀與大小之蒸發皿。
- (2)加入 4.0 mL 薑黃素試劑，混合均勻，置於  $55 \pm 2$  °C 之水浴中蒸發至乾(約80分鐘)。
- (3)取出冷卻至室溫，加入約 10 mL 95 % 乙醇，用塑膠棒攪拌使溶解。
- (4)將溶液移入 25 mL 量瓶，以 95 % 乙醇稀釋至刻度(若溶液混濁，過濾之)；在水樣蒸乾後一小時內以分光光度計讀取吸光度，由檢量線求得硼濃度(mg / L)。

### 2. 檢量線製備

- (1)配製一個空白和至少五種不同濃度的檢量線標準溶液，其濃度範圍如0至1.0mg / L，或其他適當濃度範圍。
- (2)依1.操作並讀取吸光度，以標準溶液濃度(mg / L)為 X 軸，吸光度為 Y 軸，繪製一吸光度與硼濃度(mg / L)之檢量線。

最後，由樣品溶液測得之吸光度，代入檢量線可求得溶液中硼濃度(mg / L)，再依下式計算樣品中硼濃度。

$$A = A' \times F$$

A：樣品中硼之濃度(mg / L)。

A'：由檢量線求得樣品溶液中硼之濃度(mg / L)。

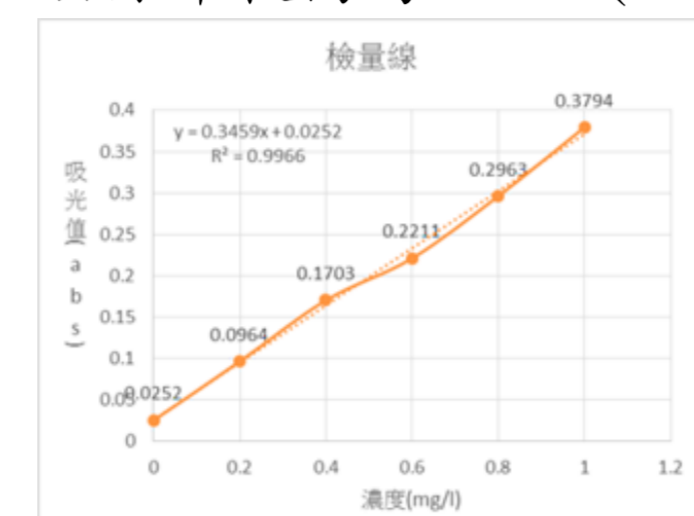
F：稀釋倍數。

## 四、結果與討論

### 1、不同莫耳比比較其去除率

#### (1)莫耳比二

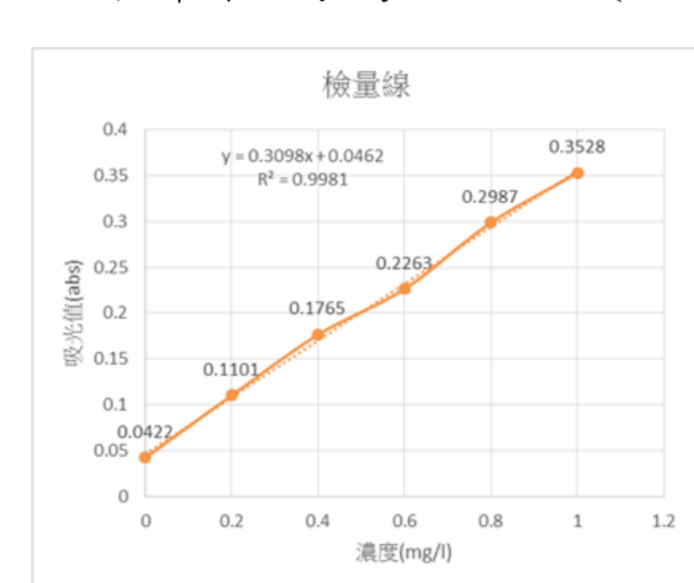
去除率較高為5.23% (6:2:1)



濃度	去除率
97.30	2.70%
98.71	1.29%
94.77	5.23%
97.44	2.56%

#### (2)莫耳比四

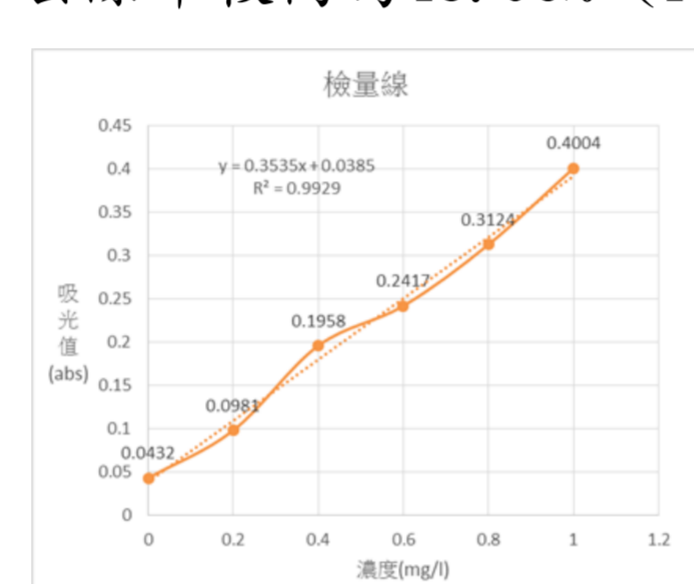
去除率較高為24.4% (8:4:1)



濃度	去除率
79.35	20.59%
75.52	24.4%
79.16	20.79%
86.57	13.36%

#### (3)莫耳比六

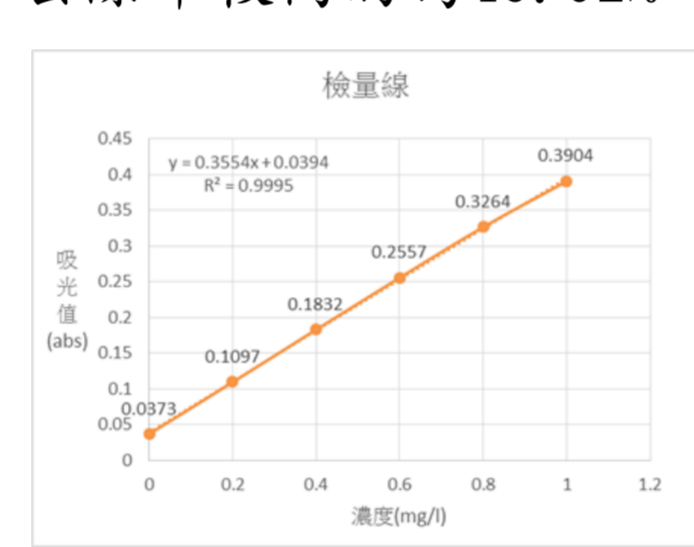
去除率較高為43.06% (12:6:1)



濃度	去除率
74.36	25.46%
56.81	43.06%
61.83	38.08%
70.29	29.56%

#### (4)莫耳比八

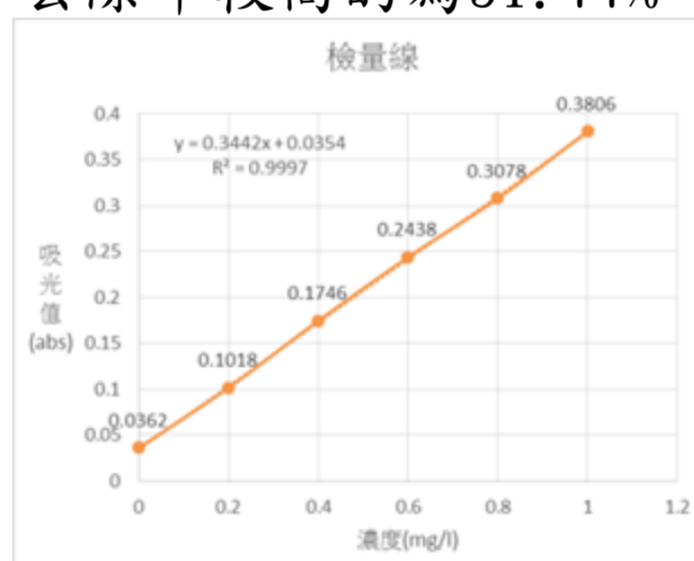
去除率較高的為49.02% (16:8:1)



濃度	去除率
63.18	36.8%
50.98	49.02%
60.17	39.82%
82.45	17.53%

#### (5)莫耳比十

去除率較高的為51.77% (10:10:1)



濃度	去除率
48.24	51.77%
71.53	28.47%
85.65	14.35%
91.32	8.69%

## 2、討論

由前幾張曲線圖可得出，去除率較高者為莫耳比十之10:10:1。

經本專題實驗結果，討論後得出下列幾點：

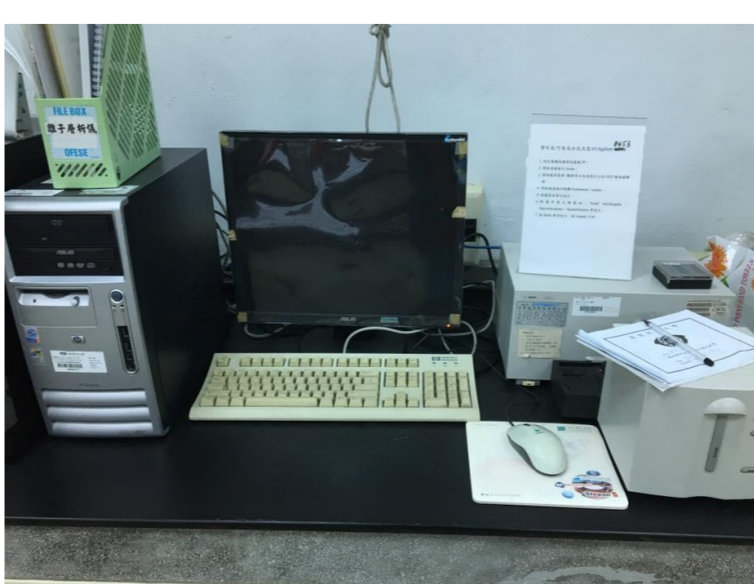
1. 比例較高者，去除率較高。所以選擇去除率高，相對的成本比較高，所以看是要選擇成本低還是去除率高。
2. 本實驗去除率平均在30%左右，代表說，要完全去除水中的硼是不可能的，頂多微量的慢速去除，無法一次達到想要的標準內。
3. 如果想要更高的去除率或降低成本，我們必須研究出新的實驗或者把莫耳比做調整，至於該如何調整其比例，值得深入探討的問題。



上圖：水浴器 下圖：震盪機



上圖：過濾裝置 下圖：分光光度



## 五、硼的生成

硼化合物的發現和使用最早可以追溯到古埃及，如古代埃及製造玻璃時已使用硼砂作熔劑，古代煉丹家也使用過硼砂，但是硼酸的化學成分直到19世紀初還是個謎。

1808年，英國化學家大衛在用電解的方法發現鉀後不久，又用電解熔融的三氧化二硼的方法制得棕色的硼，同年法國化學家蓋·呂薩克和泰納用金屬鉀還原無水硼酸制得單質硼。實際上，他們都沒有生產出純淨的硼元素，而極純的硼幾乎不可能獲得。更純淨的硼是由亨利·穆瓦桑於1892年提取的。最終，美國的E·Weintraub點燃了氯化硼蒸氣和氫的混合物，生產出了完全純淨的硼。這種物質獲取的硼被發現性質和以前的報告有很大的不同。

硼被命名為Boron，它的命名源自阿拉伯文，原意是“焊劑”的意思。

說明古代阿拉伯人就已經知道了硼砂具有熔融金屬氧化物的能力，在焊接中用做助熔劑。直至1981年，人們才認識到硼不僅是植物，也且是動物與人類所必須的元素。當時報導的一項早期研究結果提示了硼的必要性，在這項研究中發現，給雞餵飼維生素D不足但並不完全缺乏的飼料時，硼能夠改善其骨骼鈣化。

## 六、硼的性質

### 1. 物理性質

- (1)單質硼為黑色或深棕色粉末，在空氣中氧化時由於三氧化二硼膜的形成而阻礙內部硼繼續氧化。常溫時能與氟反應，不受鹽酸和氫氟酸水溶液的腐蝕。
- (2)硼不溶於水，粉末狀的硼能溶於沸硝酸和硫酸，以及大多數熔融的金屬如銅、鐵、錳、鋁和鈣。
- (3)熔點2076°C。沸點3927°C。硼在常溫時為弱電導體，而在高溫時導電良好。
- (4)單質硼有多種同素異形體，無定形硼為棕色粉末，晶體硼呈灰黑色。
- (5)單質硼的硬度近似於金剛石，有很高的電阻，但它的導電率卻隨著溫度的升高而增大。晶態硼較惰性，無定形硼則比較活潑。
- (6)硼共有14種同位素，其中只有兩個是穩定的。室溫時為弱導體；高溫時則為良導體。在自然界中主要以硼酸和硼酸鹽的形式存在。

### 2. 化學性質

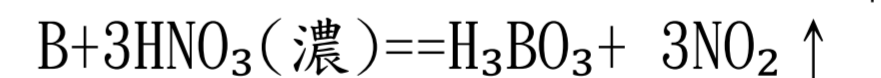
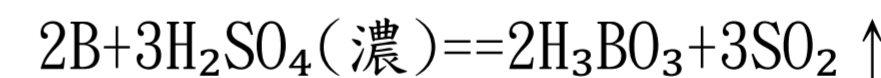
化學元素週期表第Ⅲ族(類)主族元素，符號B，原子序數5。

(1)與非金屬作用  
高溫下B能與N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、S、X<sub>2</sub>等單質反應，例如它能在空氣中燃燒生成B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和少量BN，在室溫下即能與F<sub>2</sub>發生反應，但它不與H<sub>2</sub>、稀有氣體等作用。

(2)B能從許多穩定的氧化物(如SiO<sub>2</sub>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、H<sub>2</sub>O等)中奪取氧而用作還原劑。  
例如在赤熱下，B與水蒸氣作用生成硼酸和氫氣：2B+6H<sub>2</sub>O=高溫=2H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>+3H<sub>2</sub>

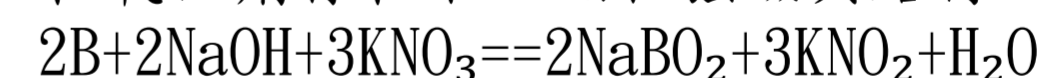
### (3)與酸作用

硼不與鹽酸作用，但與熱濃H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>，熱濃HNO<sub>3</sub>作用生成硼酸：



### (4)與強鹼作用

在氧化劑存在下，硼和強鹼共熔得到偏硼酸鹽：



### (5)與金屬作用

高溫下硼幾乎能與所有的金屬反應生成金屬硼化物。它們是一些非整比化合物，組成中B原子數目越多，其結構越複雜。

## 七、結論與建議

經本專題研究目的在於使用不同莫耳比之(鈣：鋁：硼)，先做出檢量線，測其吸光度，R值必須大於0.995才算合格，接著測量不同莫耳比之吸光度，計算出濃度和去除率，比較出何者去除率較高，效果較好。歸類出下列結論：

1. 最基本的檢量線一定要落在範圍內，如果沒有就等同失敗，必須重頭再來，所以需要細心一點。

2. 薑黃素配置好期限為一星期，過期了一定要重新做過，否則會影響實驗結果。

3. 過濾因為底部會殘留藥劑，一定要清洗乾淨，當藥劑沉澱越久，越難清洗。

4. 本實驗莫耳比十的去除率效果最好，但成本相對較高，而生產線所需要考量的還有成本問題，所以必須一併的列入考量中。

5. 本實驗去除率總括來說其實不高，所以是否有更好去除硼的方法值得研究。