

# 中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 化學科

佳作

030211

通天神「碳」—探討碳類對色素的吸附能力

學校名稱：彰化縣立陽明國民中學

作者：  國二 蘇于婷  國二 吳伶芷  國二 陳柔菲	指導老師：  蔡名峯  梁嘉岑
---	-----------------------------

關鍵詞：活性碳、龍膽紫、吸附能力

## 摘要

本組結合暗箱及光度計組成**自製光度實驗儀器**，並利用廢棄電腦風扇及強力磁鐵製成**自製攪拌器**，探討影響活性炭吸附能力的因素，本組測量紫藥水透光度，求得透光度與其成份龍膽紫濃度的函數關係；並利用過量的  $\text{NaOH}_{(aq)}$  與銅離子發生沉澱，算出**一克活性炭可吸附龍膽紫及銅離子的個數**。結果顯示**增加紫藥水濃度**或**減少活性炭質量**，甚至**升溫**，活性炭吸附龍膽紫效果均增加。但溫度對其吸附能力影響較小，若將紫藥水溫度從  $30^{\circ}\text{C}$  加熱至  $90^{\circ}\text{C}$ ，活性炭吸附龍膽紫的個數只增加**百分之十**，攪拌時間則並無規律影響；而一克活性炭可吸附的龍膽紫與銅離子個數比約 **2:1**。本組也取了竹炭及木炭，比較其吸附色素的能力，結果**活性炭**吸附能力最佳，**竹炭**及**木炭**無明顯吸附能力。

## 壹、研究動機

看著水族箱裡的魚在綠油油的水草間優遊自得的游來游去，讓人感到放鬆，但水族箱常因為魚飼料沉澱等問題，讓水質變得非常混濁，有時候忙著寫作業，無暇換水時，會加入活性炭，藉由活性炭吸附水中的雜質與色素，將水質變清澈，但是卻又擔心吸附力強大的活性炭會把水草營養劑或除藻劑中的金屬鹽類都吸附了，豈不就浪費了。故本組想對活性炭的吸附與脫色能力有多一點的認識。而竹炭在日本被稱為黑鑽石，廣告宣稱竹炭有吸附異味等效果，本組對竹炭吸附色素的能力也十分好奇，想了解活性炭、竹炭與木炭的吸附能力，究竟哪種較佳？

## 貳、研究目的

- 一、探討**溶液濃度**對活性炭吸附能力的影響
- 二、探討加入**活性炭的多寡**對活性炭吸附能力的影響
- 三、探討**溶液的莫耳濃度**與**活性炭質量等比例放大**對活性炭吸附能力的影響
- 四、探討**溫度**對活性炭吸附能力的影響
- 五、探討**攪拌時間**對活性炭吸附能力的影響
- 六、活性炭對**紫藥水色素**與對**銅離子**吸附能力的比較
- 七、探討**活性炭、木炭、竹炭**吸附紫藥水色素能力的大小

## 參、研究設備及器材

### 一、實驗器材

#### (一) 研究器材

項目	數量
電子秤	1 台
自製光度實驗儀器	1 組
光度計	1 台
自製攪拌器	1 台
試管架	3 個
酒精燈	1 個
三腳架	1 個
漏斗	10 個
研鉢	2 個
試管	40 支

項目	數量
秤紙、濾紙	適量
溫度計	1 支
刮勺	2 支
滴管	6 支
50ml、100 ml 燒杯	各 10 個
500ml 燒杯	2 個
10ml 量筒	4 個
25ml、50ml、100ml 量筒	各 1 個
玻棒	1 支
攪拌子	1 粒

#### (二) 藥品

項目	數量
活性炭	適量
木炭	適量
竹炭	適量

項目	數量
紫藥水	3 瓶
硫酸銅	適量



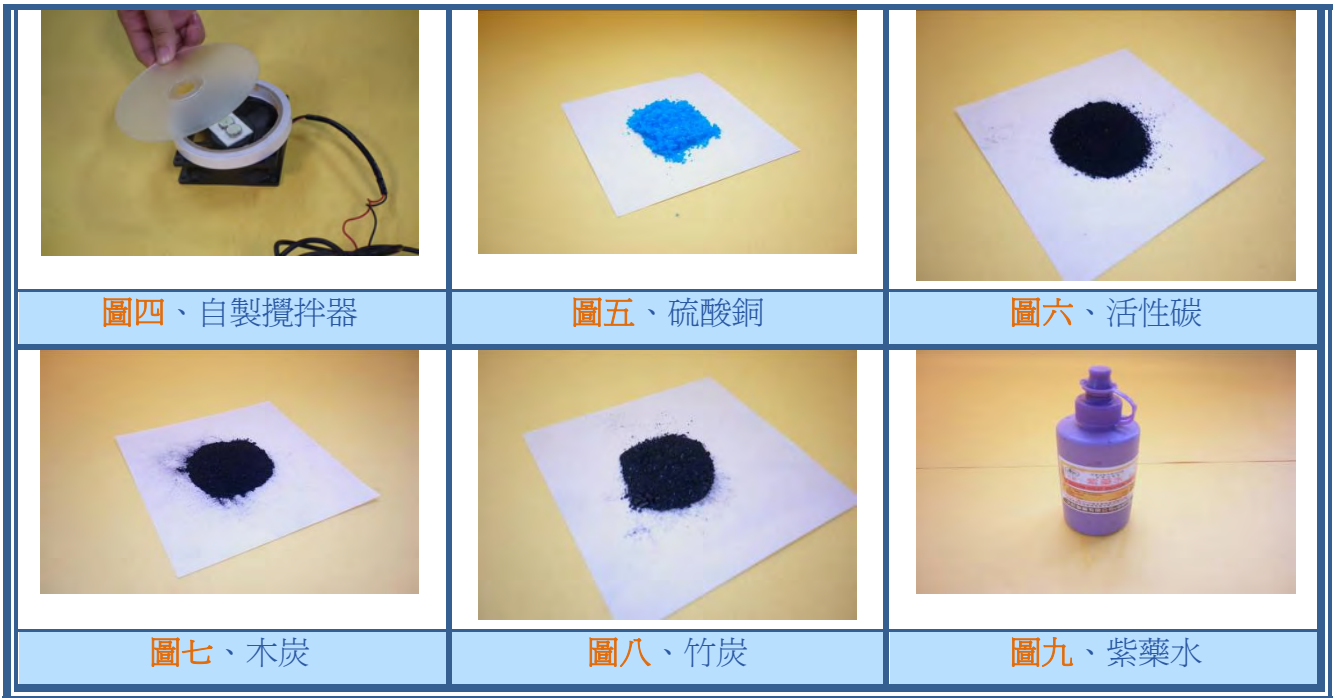
圖一、電子秤



圖二、自製光度實驗儀器



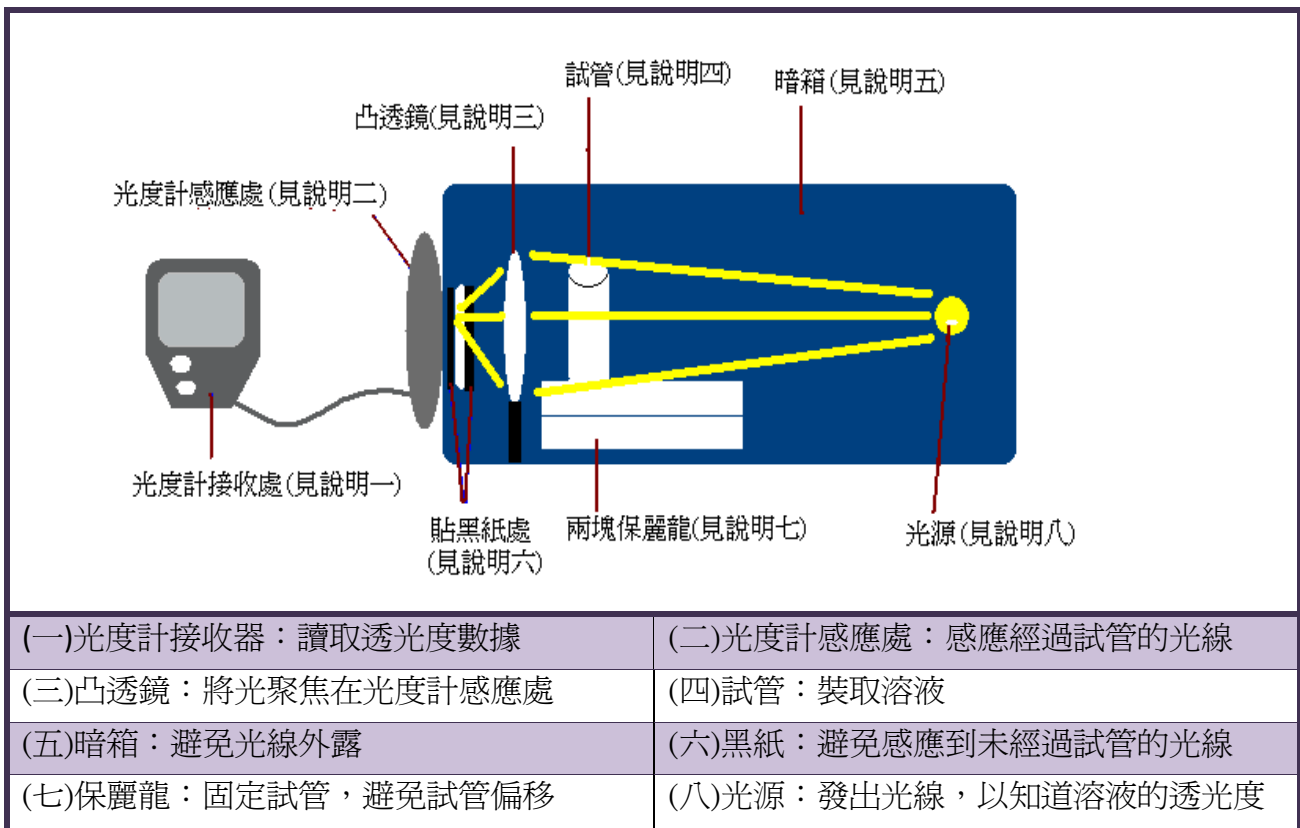
圖三、光度計



## 二、自製研究器材


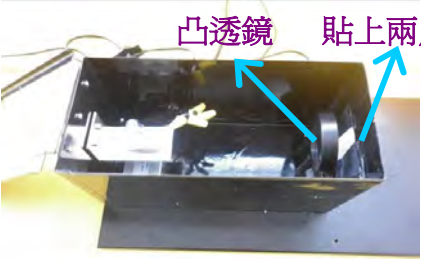




### (一) 自製光度實驗儀器

#### 1. 原理



表一、自製光度實驗儀器剖析圖

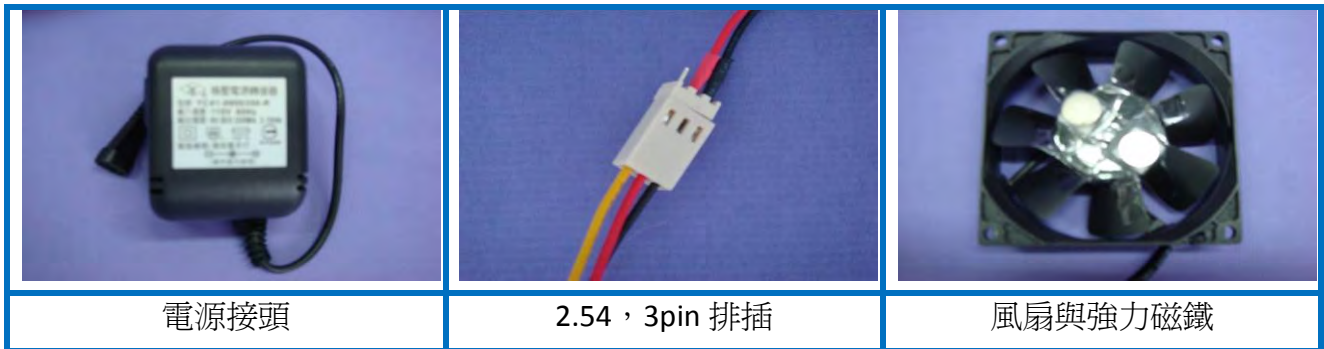
## 2. 組裝過程

	
<p>(一) 綜合光學實驗組</p>	<p>(二) 打開綜合光學實驗組，並將光度計的感應處貼上兩片黑紙，以避免光度計感應到未經過試管的光線</p>
	
<p>(三) 將保麗龍挖出符合試管大小的孔洞</p>	<p>(四) 重複第三步驟再製一塊，並將兩塊保麗龍疊好，一起放入綜合光學實驗組內部</p>
	
<p>(五) 將感應處放在凸透鏡後的圓形孔洞上，用黑紙將其包覆，避免外來的光線影響</p>	<p>(六) 自製光度實驗儀器完成</p>

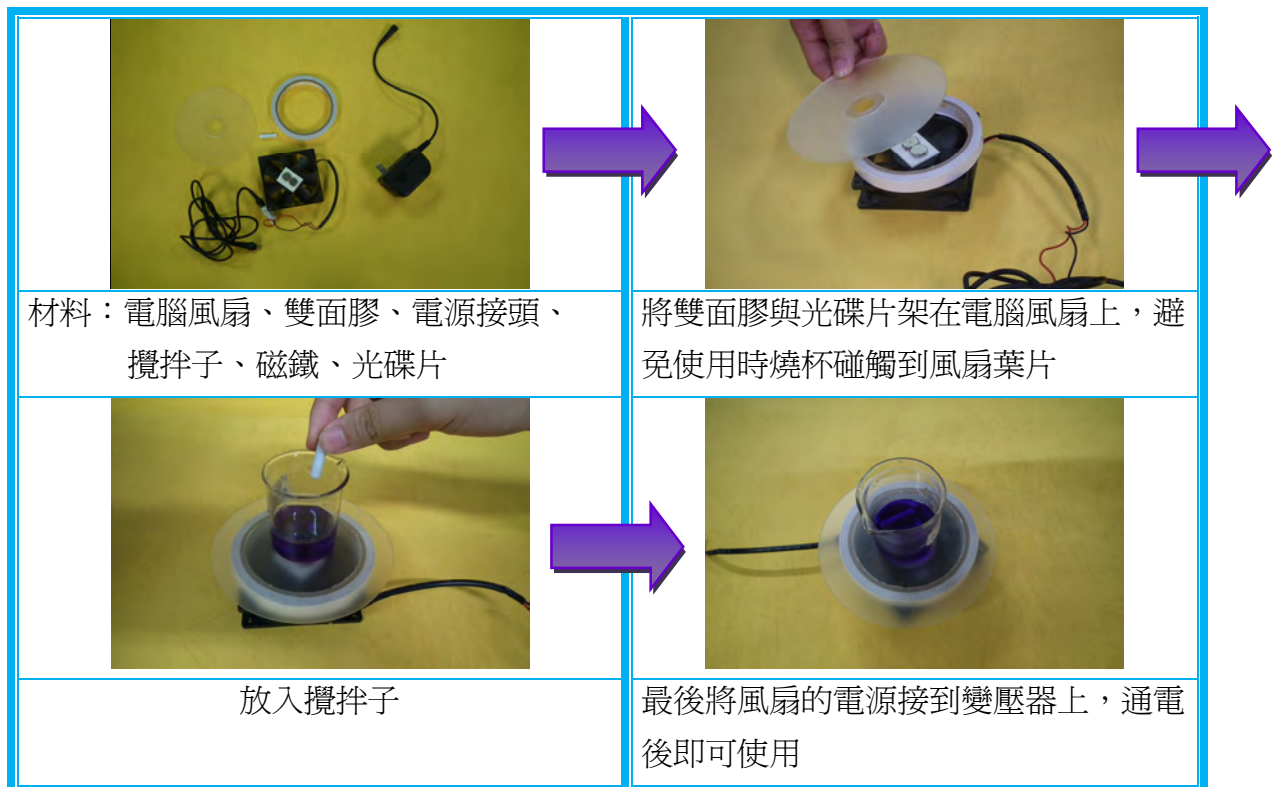
表二、自製光度實驗儀器過程

## (二)自製攪拌器

- 1.目的:控制攪拌時間、攪拌次數，以利探討攪拌時間對活性炭吸附能力的影響。
- 2.零件



### 3. 組裝過程



### 4. 原理

本組利用電腦的風扇，在風扇軸的對角線黏上強力磁鐵。用雙面膠和光碟片護蓋將燒杯架高，避免與風扇的葉片摩擦。並在燒杯中放入攪拌子。當風扇旋轉時，溶液中的攪拌子會被強力磁鐵帶著旋轉，開始攪拌溶液。為了避免鐵棒與溶液發生反應，本組向學校借用市售攪拌器使用的攪拌子，為長條形的鐵棒，外部由鐵氟龍材質包覆，避免和溶液發生反應，影響溶液的成份。

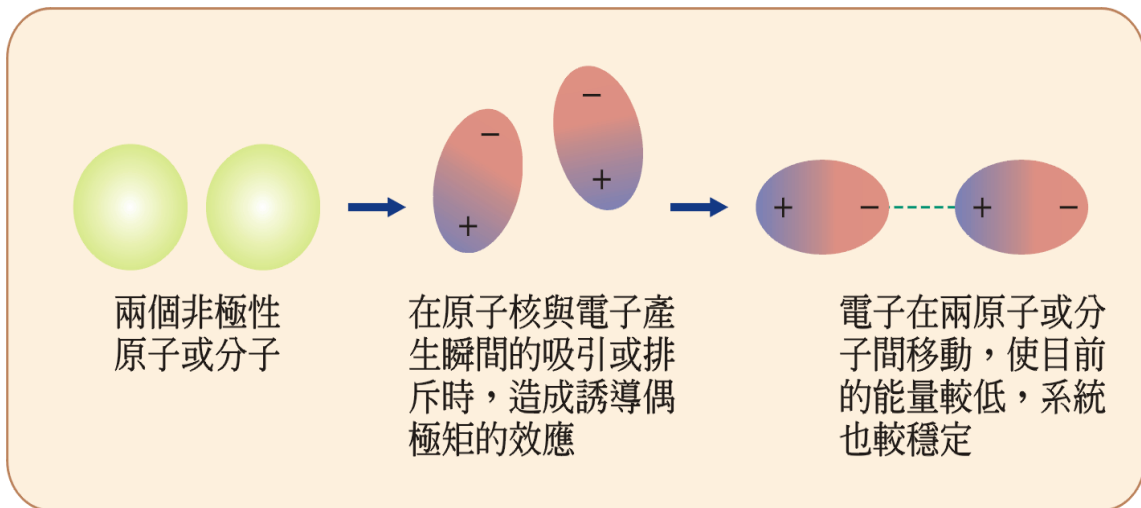
## 肆、研究方法

### 一、研究原理

活性碳是一種多孔性物質，它的多孔隙結構提供了大量的表面積(相當於八個網球場之多)，可藉由這些孔隙吸附色素、氣味、雜質、水氣等，是一種極優良的吸附劑，而它的吸附原理為凡得瓦力(見註一)，它是一種自然的吸引力。對木炭而言，其結構疏鬆多孔，是它吸附的原理。而對竹炭而言，其分子結構呈六角形，質地堅硬，細密多孔，也有吸附效果。

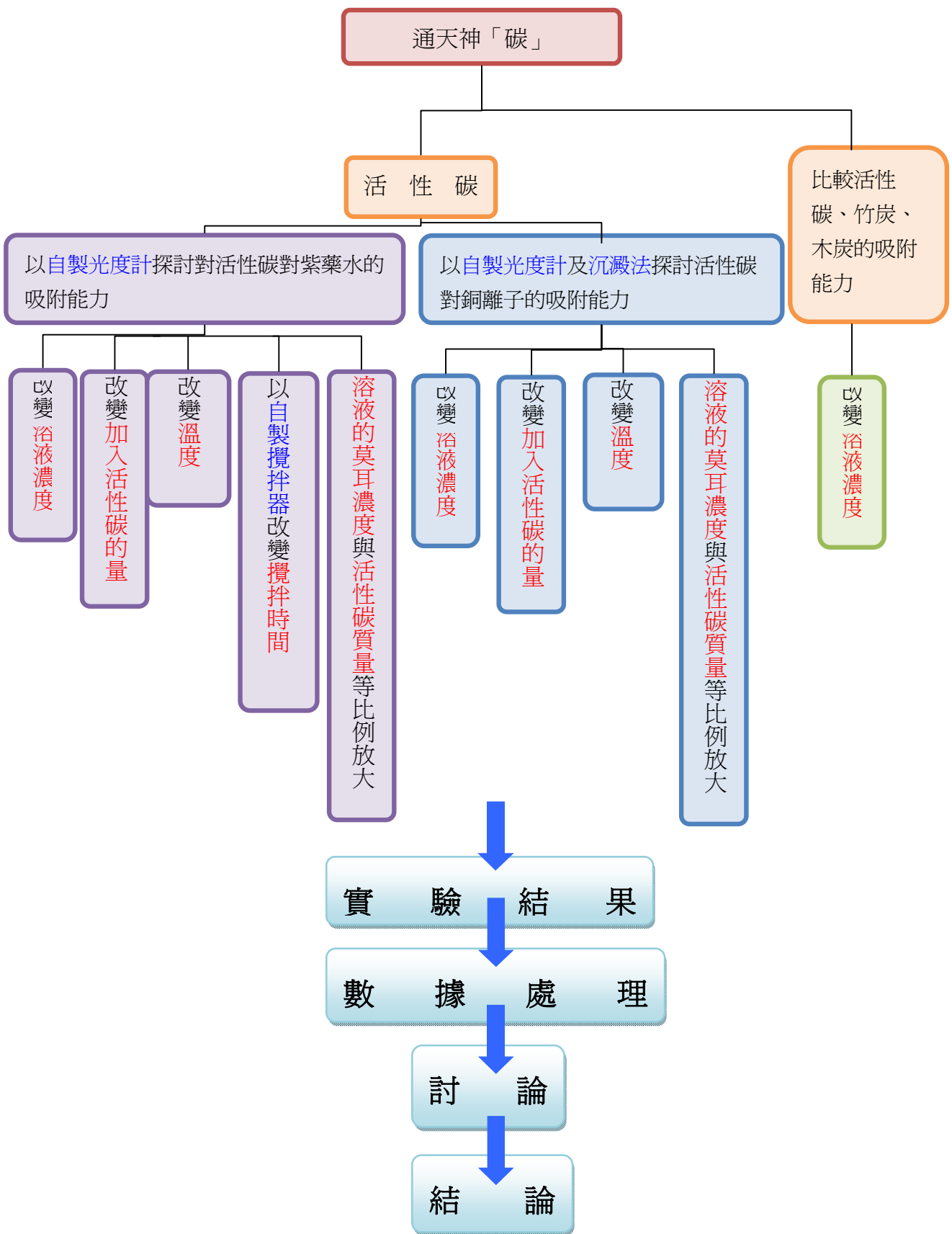
紫藥水為龍膽紫水溶液，龍膽紫是一種深紫色的色素，而硫酸銅溶液為淡藍色，本組以紫藥水、硫酸銅溶液當色素來源，並加入活性碳，以光度計測得加入活性碳前後的透光度，並將透光度進行分析，得到活性碳吸附龍膽紫與硫酸銅的能力，並改變溶液濃度、活性碳質量、溫度、攪拌時間及讓活性碳質量與溶液濃度等比例放大，探討這些變因對活性碳吸附能力的影響；接著，本組以實驗比較了解活性碳、竹炭與木炭三種碳對色素吸附的能力，期待本研究能發現提高活性碳吸附能力的方法，並探討出活性碳吸附分子量大的色素與金屬鹽類能力的差異，甚至發現成本較低廉的吸附劑。

※註一：倫敦分散力是凡得瓦力的一種，為非極性原子或分子間的作用力，原子或分子在移動時，其電子雲會產生瞬間偶極矩，此時非極性原子或分子間藉由此種瞬間偶極矩相互吸引，稱之為倫敦分散力。



圖十、倫敦分散力說明圖

## 二、研究流程圖





### 三、研究步驟

※固定使用同一品牌的活性碳、竹炭、木炭，並利用研鉢將其磨製成粉狀，最後以濾網篩過，使其的顆粒大小相近。

#### (一) 紫藥水當色素，探討活性碳對紫藥水成分「龍膽紫」的吸附能力

1. 實驗前先取 1g 的紫藥水加入 499g 的蒸餾水配成紫藥水溶液，以作為以下關於龍膽紫實驗中溶液的來源
2. 實驗一：探討龍膽紫濃度對活性碳吸附龍膽紫的影響
  - (1) 依紫藥水溶液：蒸餾水等於 1：9、2：8、3：7、4：6、5：5、6：4、7：3、8：2、9：1、10：0 的比例配製成 20mL，並分別加入 0.1g 的活性碳
  - (2) 攪拌 3 次，並靜置 10 分鐘後，過濾出活性碳，測其透光度
3. 實驗二：探討加入活性碳的多寡對其吸附龍膽紫的影響
  - (1) 取十管 20mL 的紫藥水溶液，並分別加入 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0(g)的活性碳
  - (2) 攪拌 3 次，並靜置 10 分鐘後，過濾出活性碳，測其透光度
4. 實驗三：探討龍膽紫莫耳濃度與活性碳質量等比例放大對活性碳吸附龍膽紫的影響
  - (1) 依紫藥水溶液：蒸餾水等於 1：9、2：8、3：7、4：6、5：5、6：4、7：3、8：2、9：1、10：0 的比例配製成 20mL，並分別加入 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0(g)的活性碳
  - (2) 攪拌 3 次，並靜置 10 分鐘後，過濾出活性碳，測其透光度
5. 實驗四：探討溫度對活性碳吸附龍膽紫的影響
  - (1) 將 20mL 的紫藥水溶液加入 0.1g 的活性碳，並分別加熱至 30、40、50、60、70、80、90(°C)
  - (2) 攪拌 3 次，並靜置 10 分鐘後，過濾出活性碳，測其透光度
6. 實驗五：探討攪拌時間對活性碳吸附龍膽紫的影響
  - (1) 將 20mL 的紫藥水溶液加入 0.1g 的活性碳，並分別攪拌 1 分鐘，放置 9 分鐘；攪拌 2 分鐘，放置 8 分鐘……以此類推，直到攪拌 8 分鐘，放置 2 分鐘(控制變因：活性碳吸附的時間都維持十分鐘)
  - (2) 過濾出活性碳，並測其透光度

#### (二) 硫酸銅當色素，探討活性碳對硫酸銅的吸附能力

1. 實驗前先取 12.48g(=0.05 莫耳)的硫酸銅加入 500ml 的蒸餾水配成硫酸銅溶液，以作為以下關於硫酸銅實驗中溶液的來源
2. 實驗六：探討硫酸銅濃度對活性碳吸附硫酸銅的影響

- (1) 依硫酸銅溶液：蒸餾水等於 1：9、2：8、3：7、4：6、5：5、6：4、7：3、8：2、9：1、10：0 的比例配製成 20mL，並分別加入 1g 的活性碳
- (2) 攪拌 3 次，並靜置 10 分鐘後，過濾出活性碳，測其透光度

3. 實驗七：探討加入**活性碳的多寡**對活性碳吸附**硫酸銅**的影響

- (1) 取十管 20mL 的硫酸銅溶液，並分別加入 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0(g)的活性碳。
- (2) 攪拌 3 次，並靜置 10 分鐘後，過濾出活性碳，測其透光度

(四) 實驗八：探討**硫酸銅莫耳濃度**與**活性碳質量等比例放大**對活性碳吸附**硫酸銅**的影響

- 1.依硫酸銅溶液：蒸餾水等於 1：9、2：8、3：7、4：6、5：5、6：4、7：3、8：2、9：1、10：0 的比例配製成 20mL，並分別加入 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0(g)的活性碳
- 2.攪拌 3 次，並靜置 10 分鐘後，過濾出活性碳，測其透光度

(五) 實驗九：探討**溫度**對活性碳吸附**硫酸銅**的影響

- 1.將 20mL 的硫酸銅溶液加入 1g 的活性碳，並分別加熱至 30、40、50、60、70、80、90(°C)
- 2.攪拌 3 次，並靜置 10 分鐘後，過濾出活性碳，測其透光度

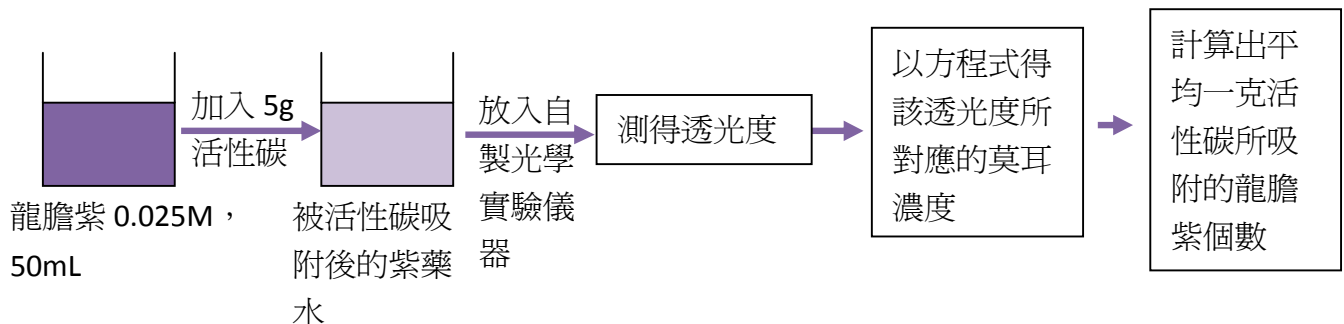
(六) 實驗十：探討**攪拌時間**對活性碳吸附**硫酸銅**的影響

1. 將 20mL 的硫酸銅溶液加入 1g 的活性碳，並分別攪拌 1 分鐘，放置 9 分鐘；攪拌 2 分鐘，放置 8 分鐘……以此類推，直到攪拌 8 分鐘，放置 2 分鐘(控制變因：活性碳吸附的時間都維持十分鐘)
2. 過濾出活性碳，並測其透光度

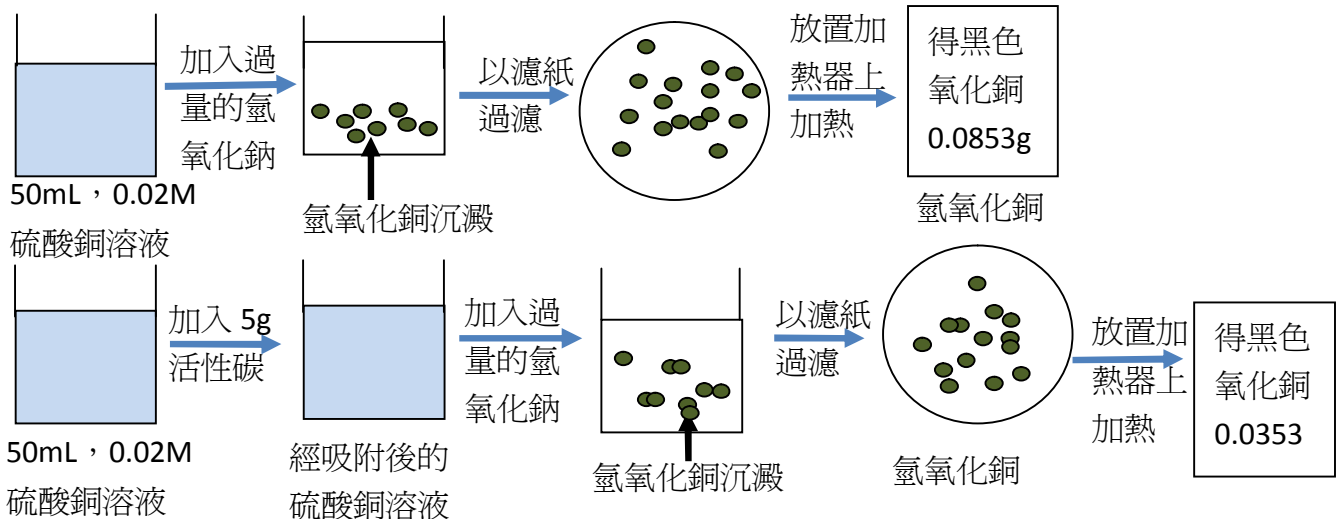
(三) 比較活性碳吸附龍膽紫和硫酸銅的能力

實驗十一

(一)活性碳吸附龍膽紫的實驗步驟：



(二) 活性碳吸附銅離子的實驗步驟：



(四) 探討活性碳、竹炭、木炭吸附能力大小

(一) 實驗十二：以紫藥水比較活性碳、竹炭、木炭的吸附能力

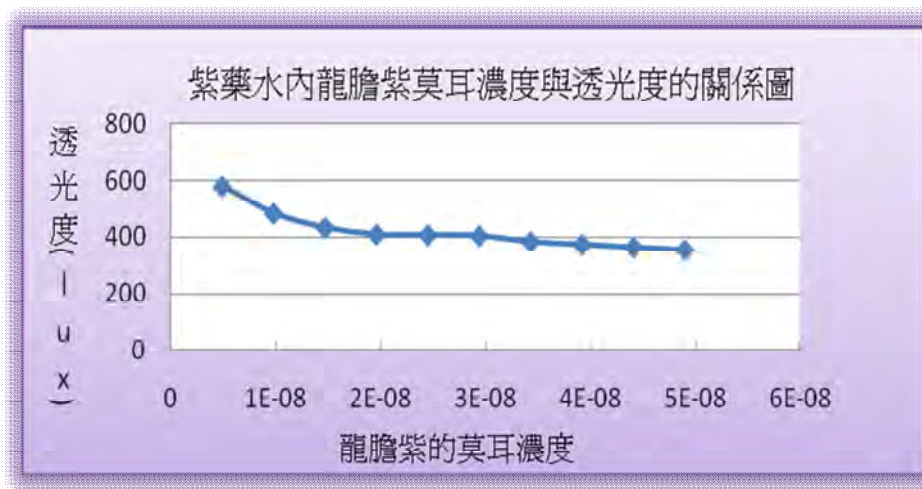
1. 取 20mL 的紫藥水溶液，並分別加入 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0(g)的活性碳、竹炭、木炭
2. 攪拌 3 次，並靜置 10 分鐘後，過濾出活性碳、木炭、竹炭，測其透光度

四、數據處理

(一) 利用透光度求出：吸附後平均一克活性碳可吸附的龍膽紫個數

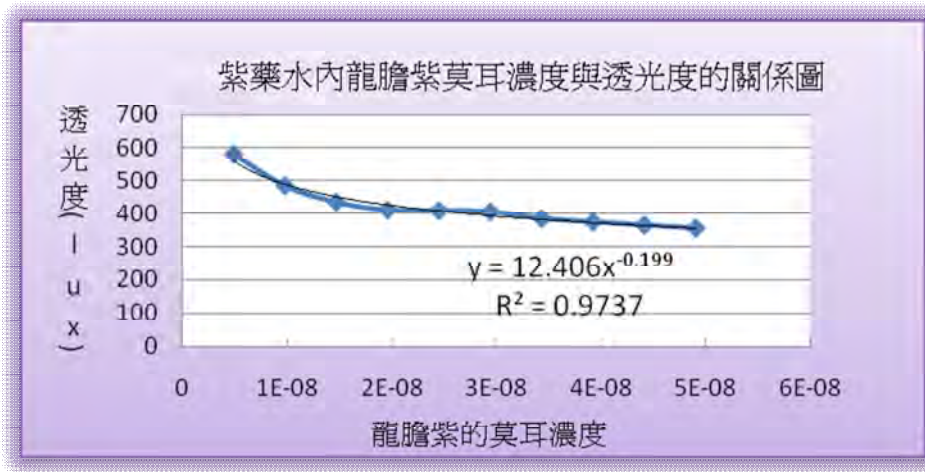
本組發現色素的莫耳濃度與溶液透光度間的關係可用方程式表示，用此方法可以知道紫藥水透光度與龍膽紫莫耳濃度的關係，進而可求得平均一克活性碳可吸附的龍膽紫個數，以下是本實驗數據處理的步驟（以實驗一為例）：

1. 以實驗得到龍膽紫莫耳濃度與其對應的透光度，並作出 XY 關係圖



圖十一、紫藥水內龍膽紫莫耳濃度與透光度的關係圖

2.利用 EXCEL「趨勢線」的功能，可得到一條描述龍膽紫莫耳濃度與紫藥水透光度關係的乘幂方程式，如下圖：



圖十二、紫藥水內龍膽紫莫耳濃度與透光度的關係圖

3.龍膽紫的莫耳濃度與透光度的關係，可用以下方程式表示：

$$y = 12.40x^{-0.19} \text{-----(1)}$$

紫藥水的透光度

龍膽紫的莫耳濃度

也就是紫藥水的透光度 = 12.40 × (龍膽紫的莫耳濃度的 -0.19 次方)

4.將加入活性碳後所測得的紫藥水透光度代入方程式(1)，可得到每個透光度所對應的龍膽紫莫耳濃度。

表三、以方程式計算出加入活性碳後的龍膽紫莫耳濃度

加入活性碳後紫藥水的透光度	加入活性碳後的龍膽紫莫耳濃度
859	5.65E-10
809	7.64E-10
729	1.29E-09
682	1.80E-09
662	2.09E-09

代入  $y = 12.40x^{-0.19}$

5.利用莫耳數 = 莫耳濃度 × 體積 (公升)，本組求得加入活性碳前後，龍膽紫的莫耳數變化，其減少的莫耳數即是被活性碳吸附，其關係是為：

加入活性碳前龍膽紫莫耳數 - 加入活性碳後龍膽紫莫耳數 = 被吸附的龍膽紫莫耳數

表四、計算出被活性碳吸附的龍膽紫莫耳數

加入活性碳前龍膽紫莫耳數	加入活性碳後龍膽紫莫耳數	被活性碳吸附的龍膽紫莫耳數
9.81595E-11	1.13E-11	8.69E-11
1.96319E-10	1.53E-11	1.81E-10
2.94479E-10	2.58E-11	2.69E-10
3.92638E-10	3.60E-11	3.57E-10
4.90798E-10	4.18E-11	4.49E-10

6.以  $\text{分子個數} = \text{分子莫耳數} \times 6 \times 10^{23}$  求得被活性碳吸附的龍膽紫個數

表五、計算出被吸附的龍膽紫個數

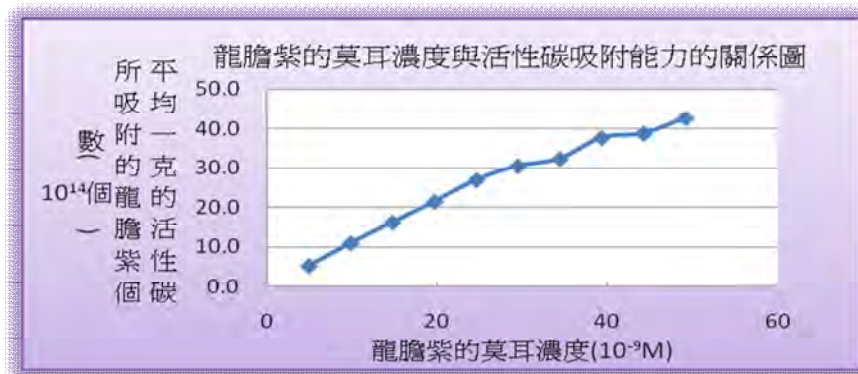
被活性碳吸附的龍膽紫莫耳數	被吸附的龍膽紫個數
8.69E-11	5.21E+13
1.81E-10	1.09E+14
2.69E-10	1.61E+14
3.57E-10	2.14E+14
4.49E-10	2.69E+14

7.  $\text{被活性碳吸附的龍膽紫個數} \div \text{活性碳克數} = \text{平均一克活性碳所吸附的龍膽紫個數}$

表六、計算出平均一克活性碳吸附的龍膽紫個數

被吸附的龍膽紫個數	活性碳的克數	平均一克活性碳吸附的龍膽紫個數
5.21E+13	0.1	5.21E+14
1.09E+14	0.1	1.09E+15
1.61E+14	0.1	1.61E+15
2.14E+14	0.1	2.14E+15
2.69E+14	0.1	2.69E+15

8.以龍膽紫的莫耳濃度與平均一克活性碳吸附的龍膽紫個數作 XY 關係圖，可得兩者的關係

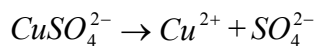


圖十三、龍膽紫的莫耳濃度與活性碳吸附龍膽紫個數的關係圖

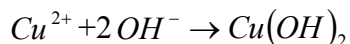
9.活性碳吸附龍膽紫的實驗數據處理，皆適用上述方法，而硫酸銅則因在水中不完全解離，無法確定硫酸銅色素來源-銅離子的莫耳濃度，故硫酸銅的數據不適用以上方法。

## (二) 利用沉澱比較法求出：被活性碳吸附的 $Cu^{2+}$ 個數

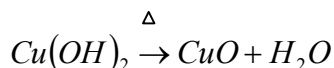
### 1. 原理：



**說明：**硫酸銅在水中解離出銅離子，此時加入活性碳以吸附銅離子。



**說明：**加入 NaOH，讓未被吸附的銅離子與氫氧根反應，產生氫氧化銅沉澱，並以濾紙過濾。



**說明：**加熱過濾後的氫氧化銅，可得黑色氧化銅。

### 2. 經實驗後求得：

(1)未加入活性碳：CuO 產生了 X 克。

(2)加入活性碳後：CuO 產生了 Y 克。

(3)因此可知：CuO 減少  $X - Y = Z$  克(因為銅離子被吸附了，使氧化銅減少)

(4)接著算出被活性碳吸附的銅離子質量： $Z \times \frac{\text{銅的原子量}}{\text{氧化銅的分子量}} = M(g)$

(5)再將被吸附的銅離子質量轉換成個數： $\frac{M(g)}{\text{銅的原子量}} \times 6 \times 10^{23} = N(\text{個})$

(6)最後求出平均一克活性碳可吸附的銅離子個數： $\frac{N}{\text{加入的活性碳質量}(g)}$

## 伍、研究結果

### 一、探討活性碳對紫藥水成分「龍膽紫」的吸附能力

實驗一：探討紫藥水中龍膽紫濃度對活性碳吸附能力的影響

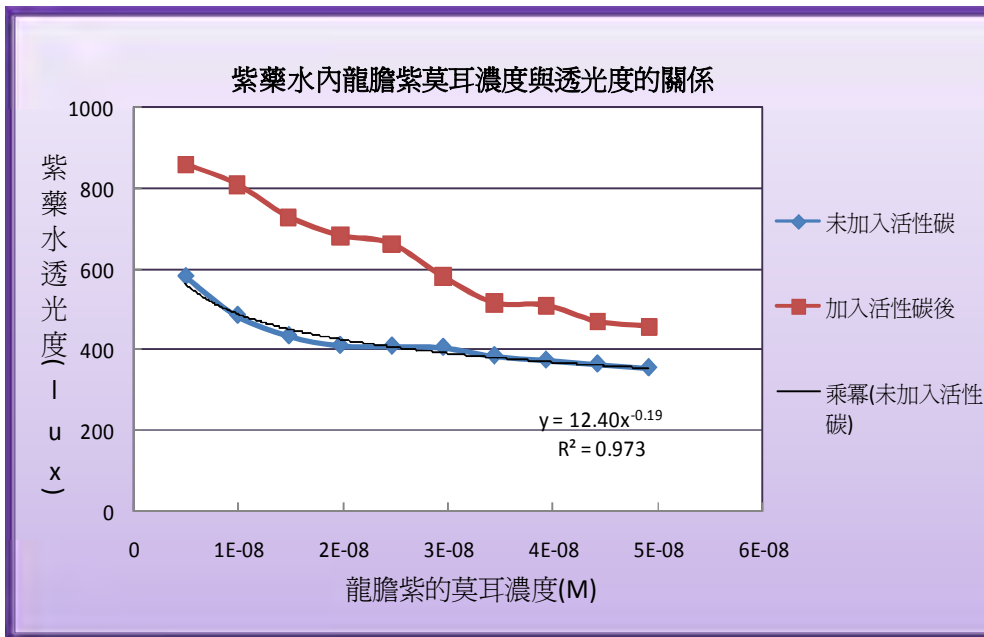


圖十四、未加活性碳的紫藥水溶液



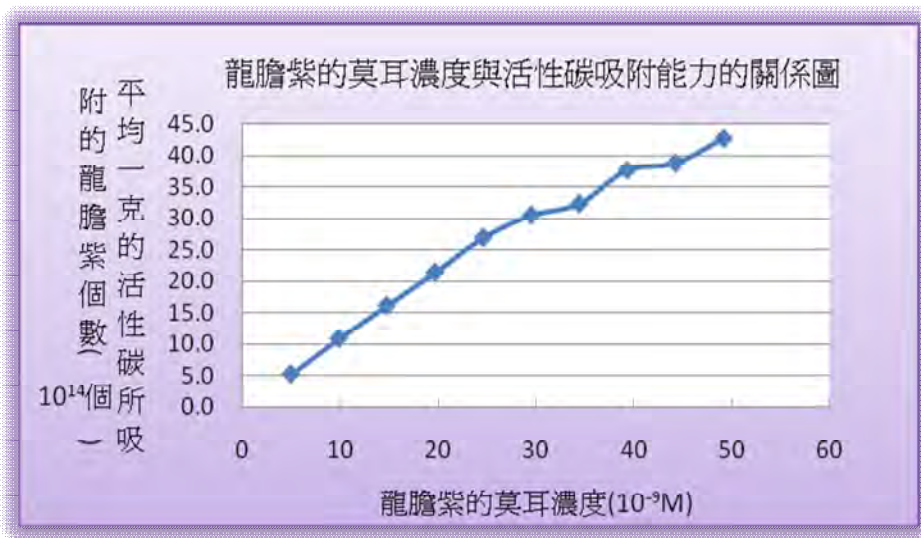
圖十五、將相同質量活性碳加入不同濃度紫藥水

**說明：**未加入活性碳前，紫藥水濃度越高，溶液顏色越深。



圖十六、紫藥水內龍膽紫莫耳濃度與透光度關係圖

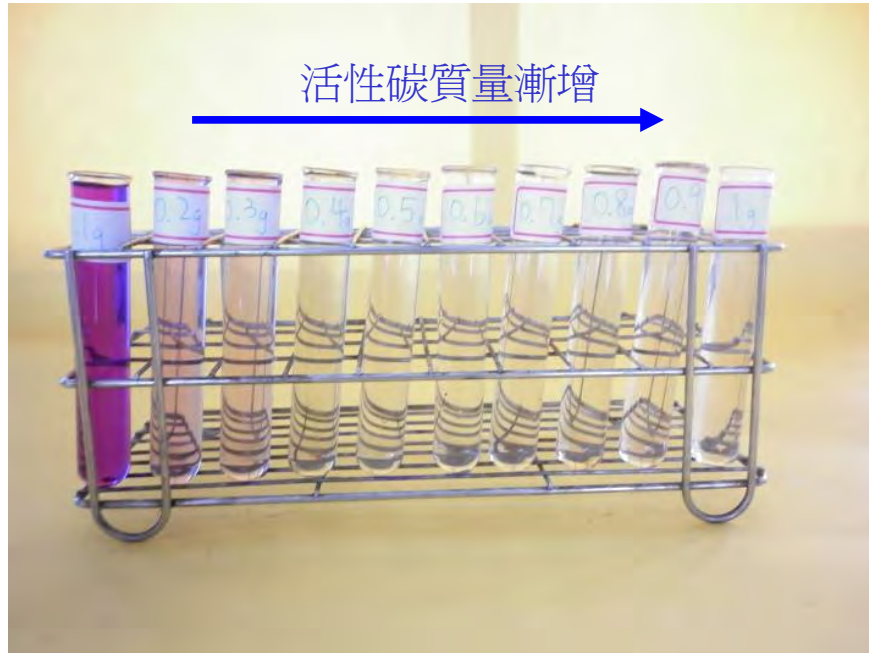
說明：未加入活性碳前，紫藥水濃度越高，透光度則越低。將活性碳加至紫藥水中，各濃度的紫藥水透光度增加量在 100 到 200 勒克斯之間，代表活性碳吸附龍膽紫的效果很好。



圖十七、龍膽紫的莫耳濃度與活性碳吸附能力的關係圖

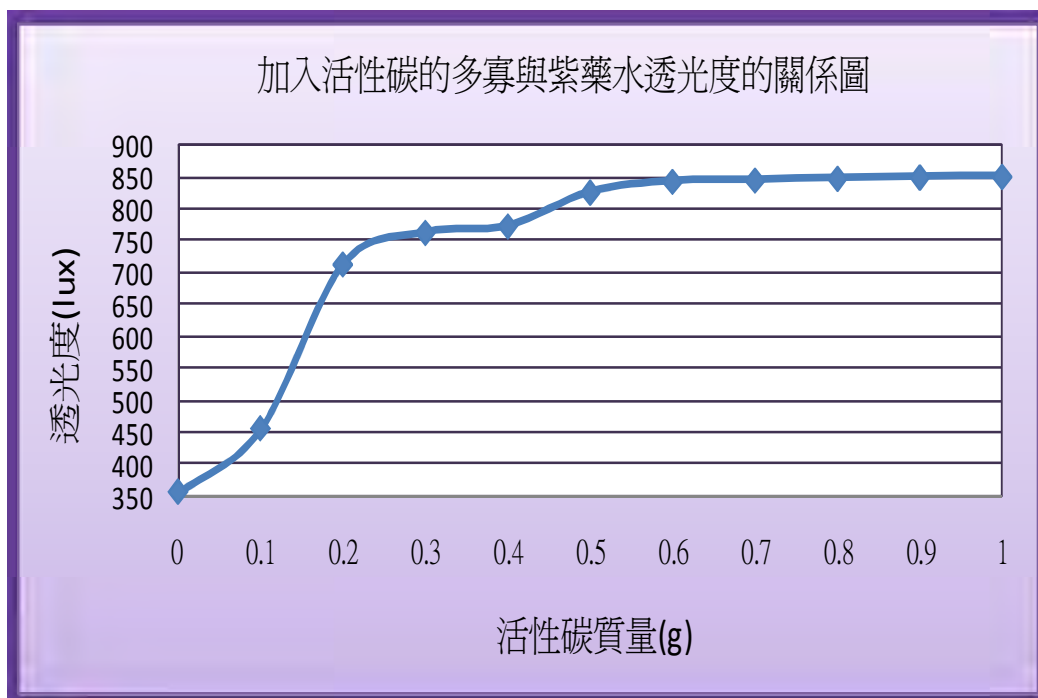
說明：龍膽紫的莫耳濃度越高，則平均一克的活性碳所吸附的龍膽紫個數將越多，兩者接近線性關係。若龍膽紫的莫耳濃度為  $5 \times 10^{-9} \text{M}$ ，1 克的活性碳約可吸附  $4.2 \times 10^{15}$  個龍膽紫分子。再經由比較圖十四、圖十五與圖十七，本組發現，就算活性碳無法將紫藥水的色素吸附完全，也不能表示活性碳吸附量已達最大值，如果龍膽紫濃度繼續增加，則活性碳吸附龍膽紫的個數將持續增加，代表溶液的濃度若升高，活性碳的吸附能力會增加。

實驗二：探討加入活性碳的多寡對活性碳吸附龍膽紫的影響



圖十八、將不同質量的活性碳加入到相同濃度紫藥水溶液的實驗結果

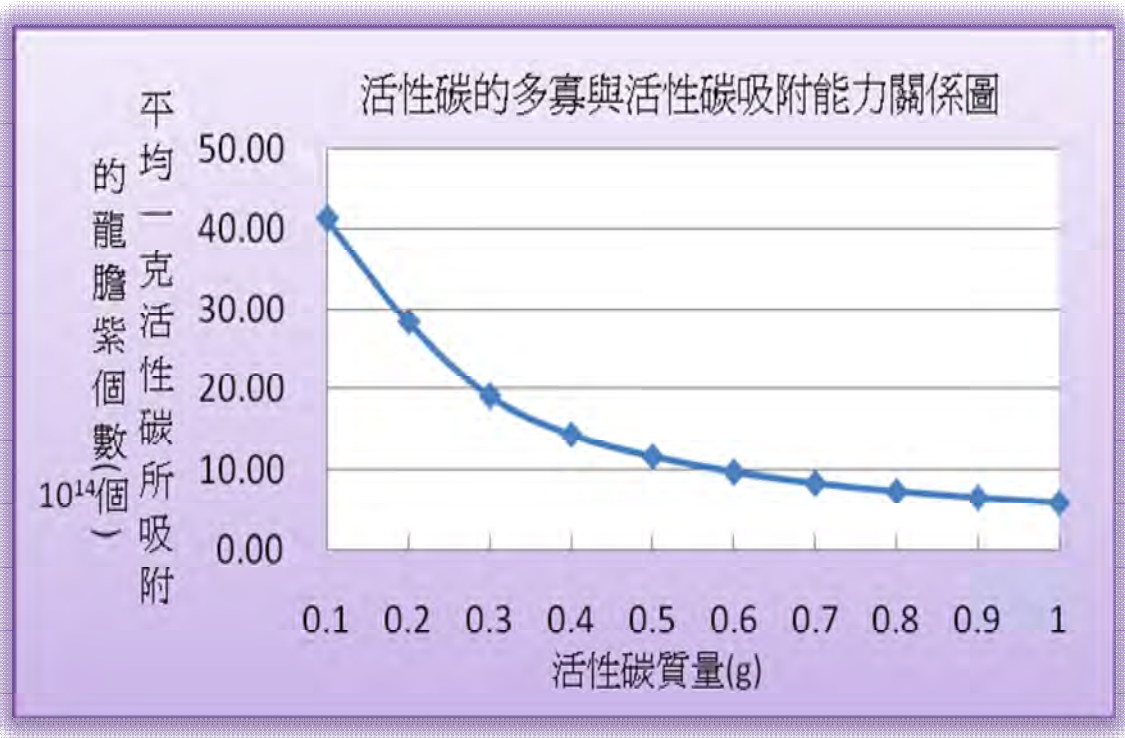
說明：加入的活性碳越多，則紫藥水越透明。



圖十九、加入活性碳的多寡與紫藥水透光度的關係圖

說明：剛開始加入少量的活性碳，紫藥水的透光度即變大很多，加入活性碳越多，則紫藥水透光度越大，但當加入活性碳的質量到達 0.6 克以上時，紫藥水內的龍膽紫個數幾乎被吸附完，故雖加入較多的活性碳，紫藥水的透光度並無明顯改變。





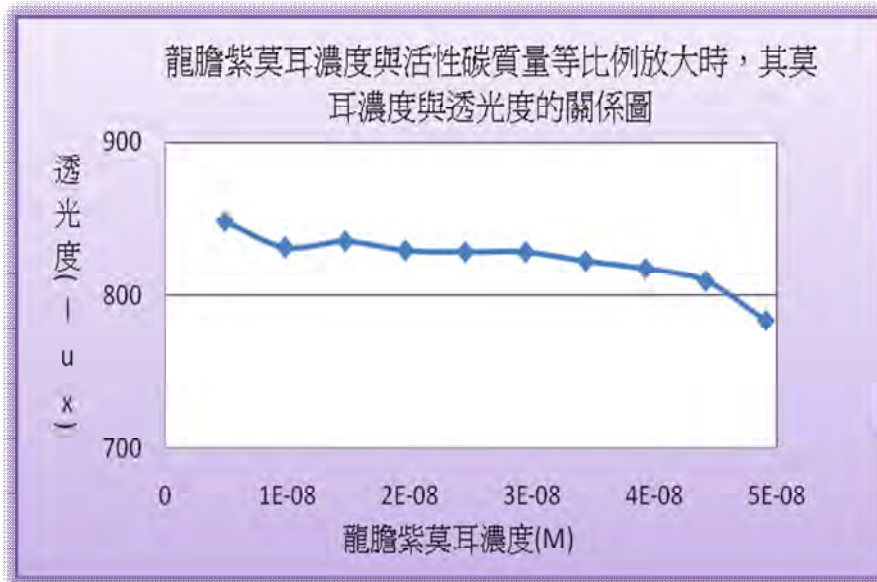
圖二十、活性炭的多寡與活性炭吸附能力關係圖

說明：在紫藥水中加入 0.1 克活性炭，平均一克的活性炭可吸附  $4 \times 10^{15}$  個龍膽紫分子。若加入活性炭質量越多，則平均一克活性炭所吸附的龍膽紫個數將逐漸減少。

實驗三：探討龍膽紫的莫耳濃度與活性炭質量等比例放大對活性炭吸附龍膽紫的影響



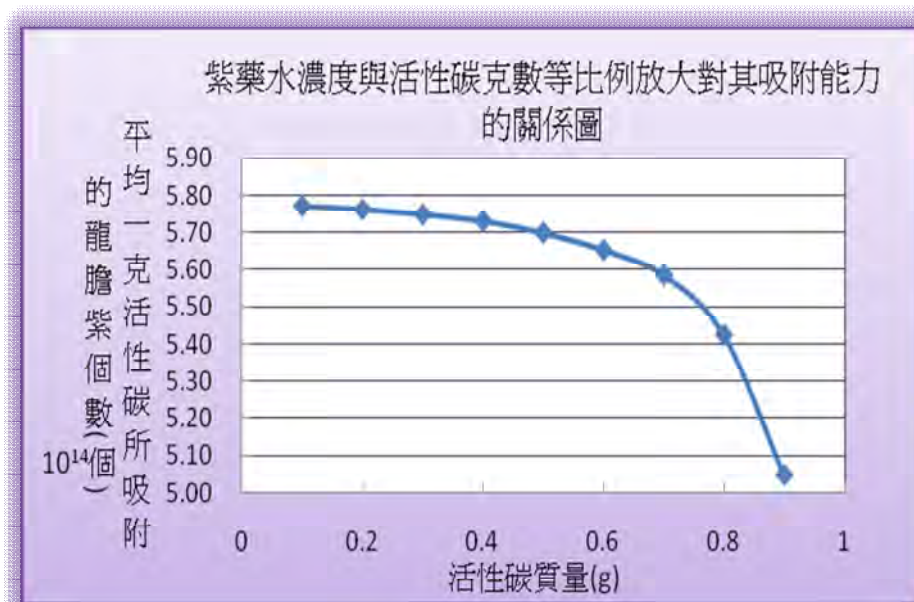
圖二十一、龍膽紫的莫耳濃度與活性炭質量等比例放大的實驗結果



圖二十二、龍膽紫的莫耳濃度與活性碳質量等比例放大時，其莫耳濃度與透光度的關係圖

說明：當龍膽紫莫耳濃度與活性碳質量等比例變大時，吸附後的紫藥水透光度，並不會相同，紫藥水的透光度會隨著莫耳濃度與活性碳質量等比例變大而減少。

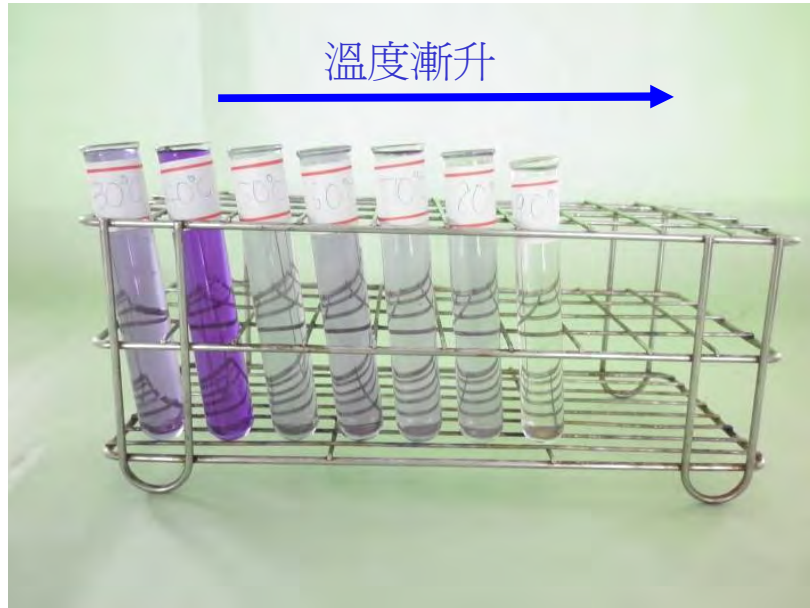
註：等比例放大：假設第一管莫耳濃度為 0.05M，活性碳質量為 0.5g，則第二管莫耳濃度為 0.1M，活性碳質量為 1g，即莫耳濃度：活性碳質量皆維持 1：2。



圖二十三、龍膽紫莫耳濃度與活性碳質量等比例放大對其吸附能力的關係圖

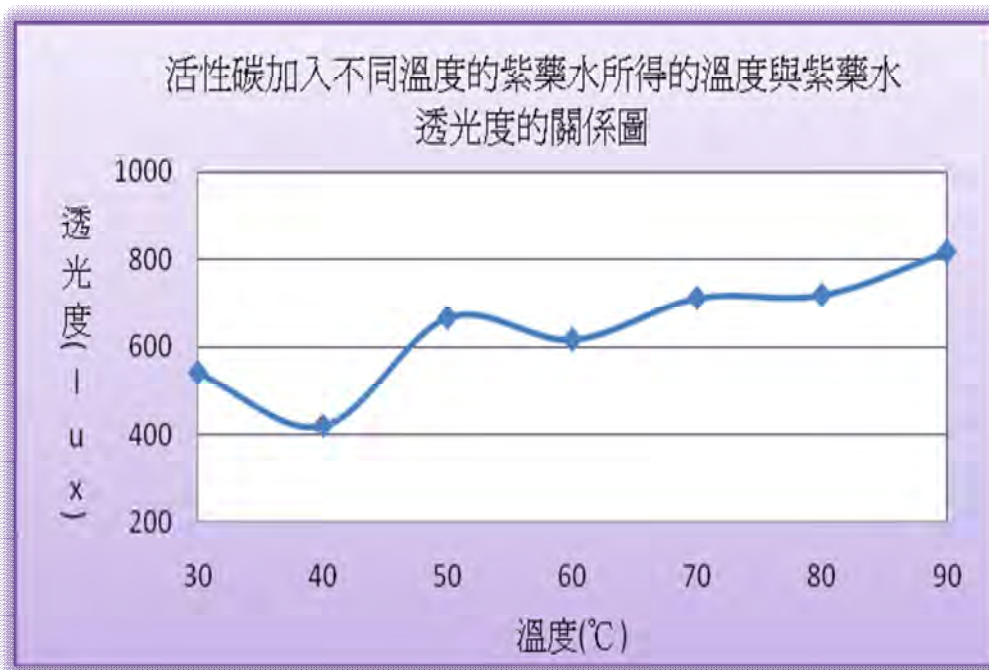
說明：即使龍膽紫的莫耳濃度與活性碳質量的比例維持一定，但隨著活性碳的質量變多，平均一克活性碳吸附的龍膽紫個數會減少，代表加入溶液中的活性碳量多寡，亦會影響活性碳本身的吸附能力。

#### 實驗四：探討溫度對活性碳吸附龍膽紫的影響



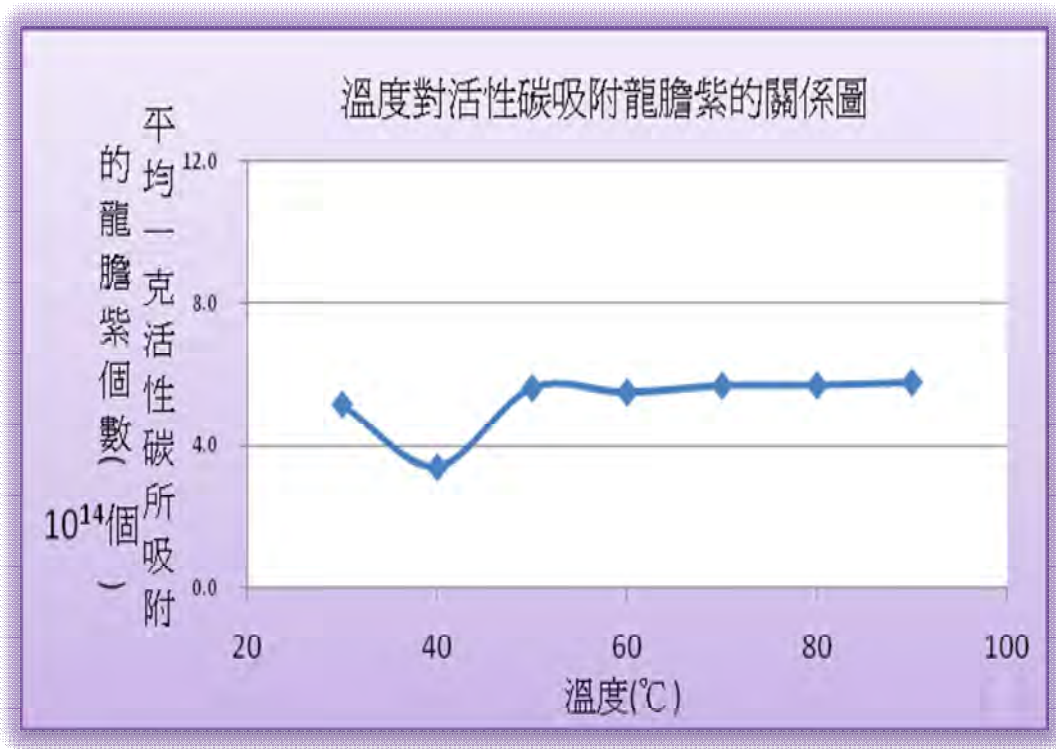
圖二十四、活性碳加入不同溫度的紫藥水所得的實驗結果

**說明：**在 30°C 到 40°C 間，升高溫度，使紫藥水溶液變深，但在 40°C 以後，溫度升高，卻使溶液的顏色漸淺。



圖二十五、活性碳加入不同溫度的紫藥水所得的溫度與紫藥水透光度關係圖

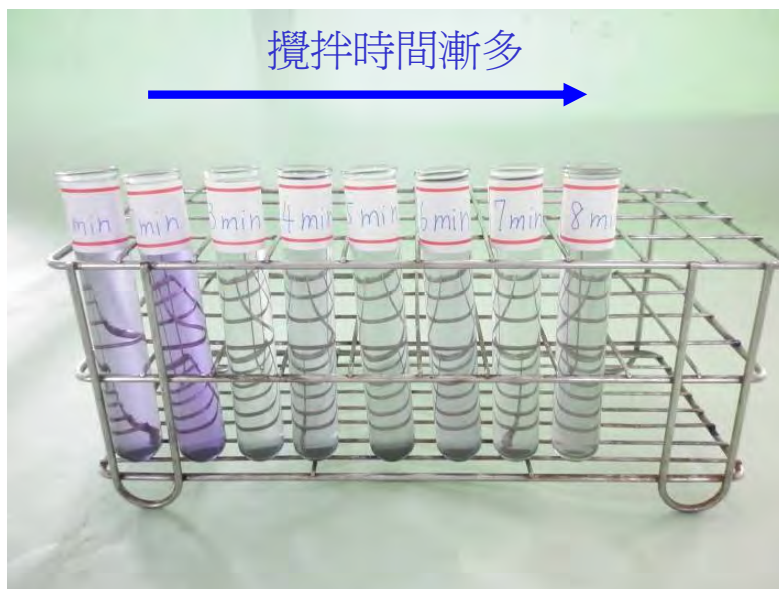
**說明：**在 40°C 以後，紫藥水的溫度越高，溶液經吸附後的透光度也越高，代表活性碳在高溫時可有較好的吸附能力；但在 40°C 以前，升高溫度，卻使吸附後的紫藥水透光度降低。



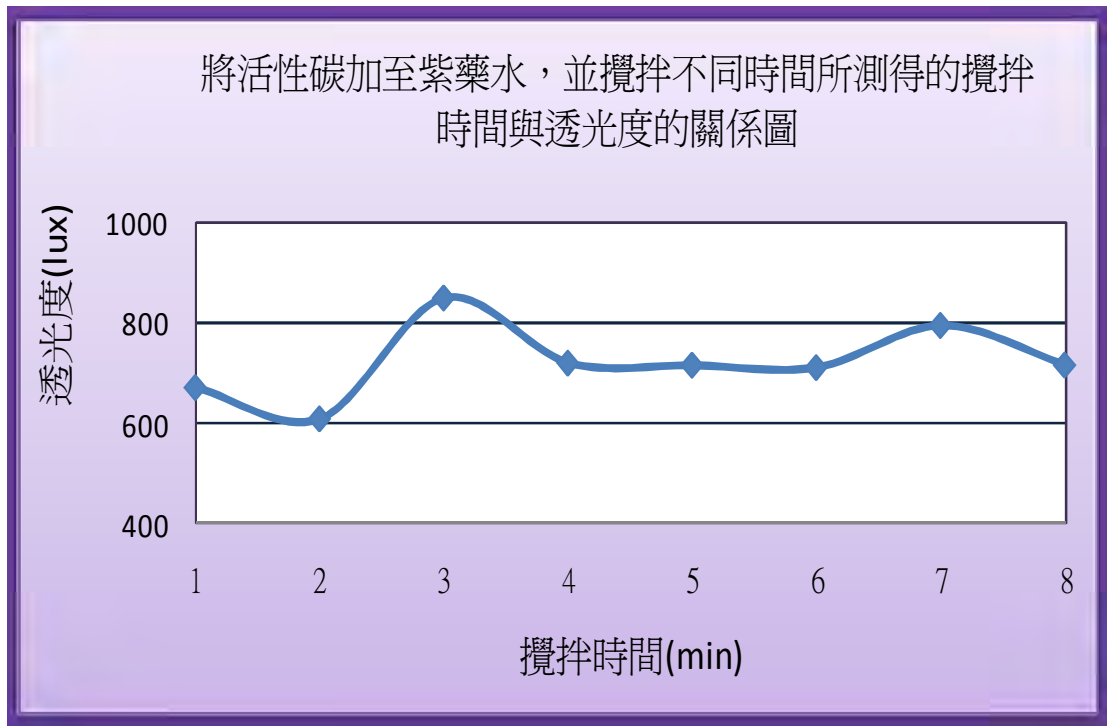
圖二十六、溫度對活性碳吸附龍膽紫的關係圖

說明：若紫藥水的溫度上升，單位質量的活性碳吸附龍膽紫的個數將增加。當溫度從 30°C 升至 90°C，一克活性碳吸附龍膽紫的個數約增加百分之十(說明：將 90°C 所吸附的個數減掉原本 30°C 時吸附的個數，再除以 30°C 時吸附的個數，即可發現一克活性碳吸附龍膽紫的個數約增加百分之十)。

實驗五：探討攪拌時間對活性碳吸附龍膽紫的影響

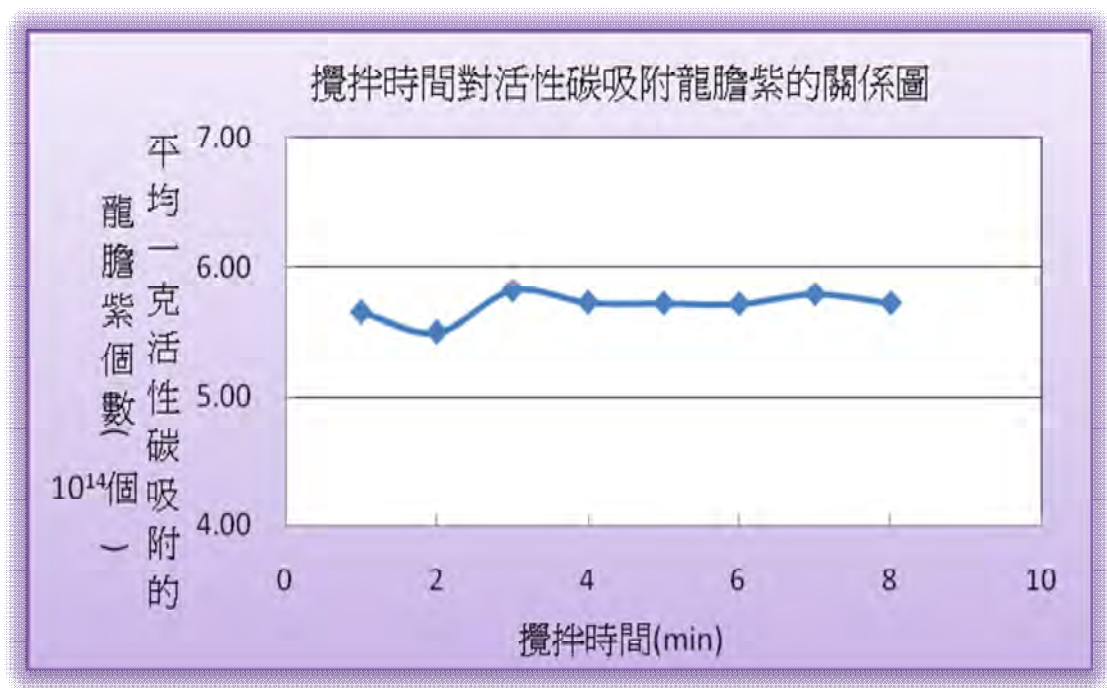


圖二十七、探討不同攪拌時間對活性碳吸附龍膽紫的實驗結果



圖二十八、將活性碳加至紫藥水，並攪拌不同時間所測得的攪拌時間與透光度的關係圖

說明：攪拌時間對活性碳吸附的影響不顯著且較無規則性。

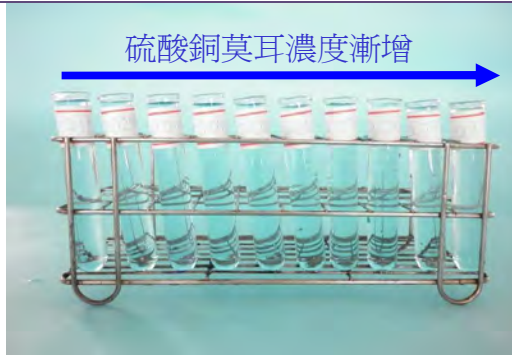


圖二十九、攪拌時間對活性碳吸附龍膽紫的關係圖

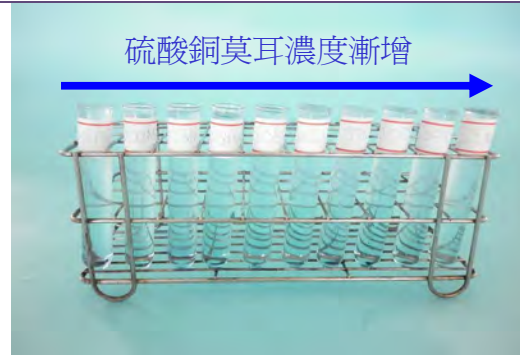
說明：攪拌時間對活性碳吸附的影響不顯著，攪拌一分鐘與攪拌八分鐘，單位質量的活性碳所吸附龍膽紫的個數僅增加1%。

## 二、硫酸銅當色素，探討活性碳對硫酸銅的吸附能力

### 實驗六：探討硫酸銅濃度對活性碳吸附能力的影響

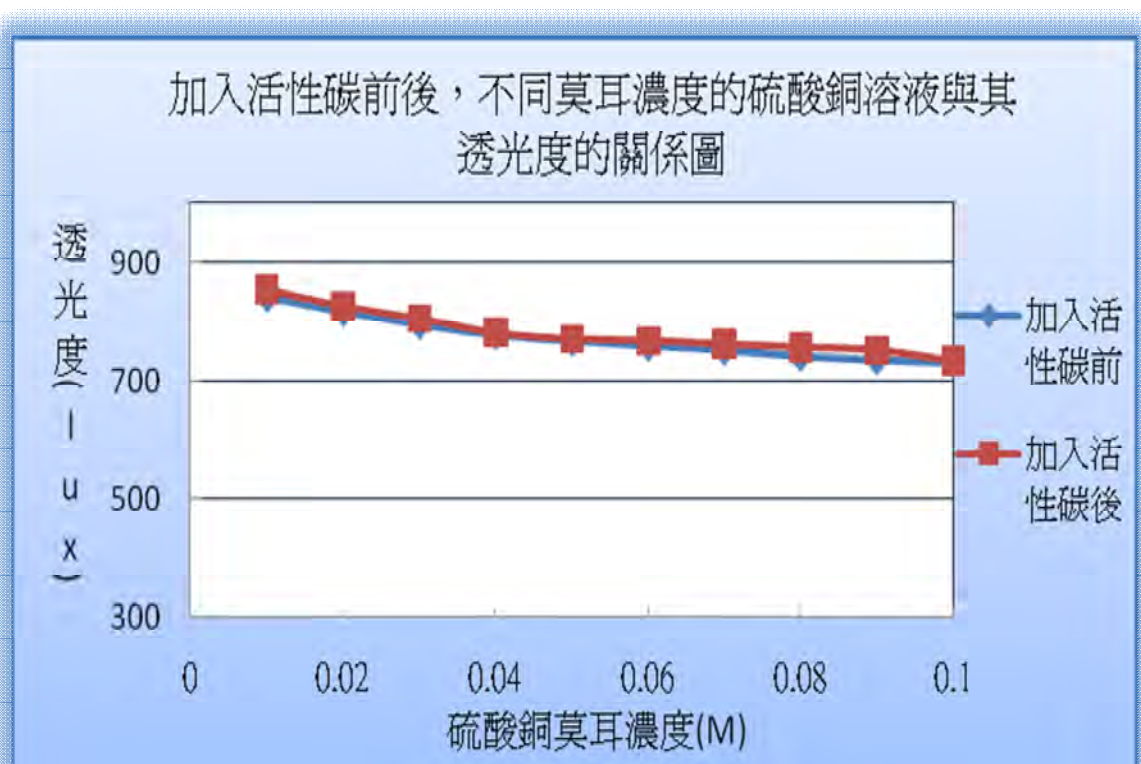


圖三十、未加活性碳的硫酸銅溶液



圖三十一、相同質量活性碳對不同莫耳濃度硫酸銅溶液的實驗結果

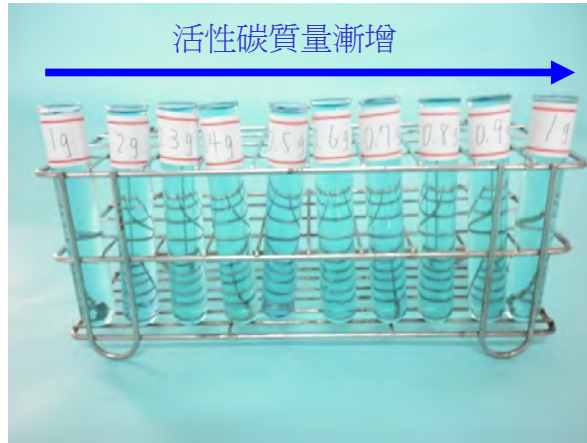
說明：加入活性碳前後，硫酸銅溶液的顏色深淺變化不大，難以肉眼判斷。



圖三十二、加入活性碳前後，不同莫耳濃度的硫酸銅溶液與其透光度的關係圖

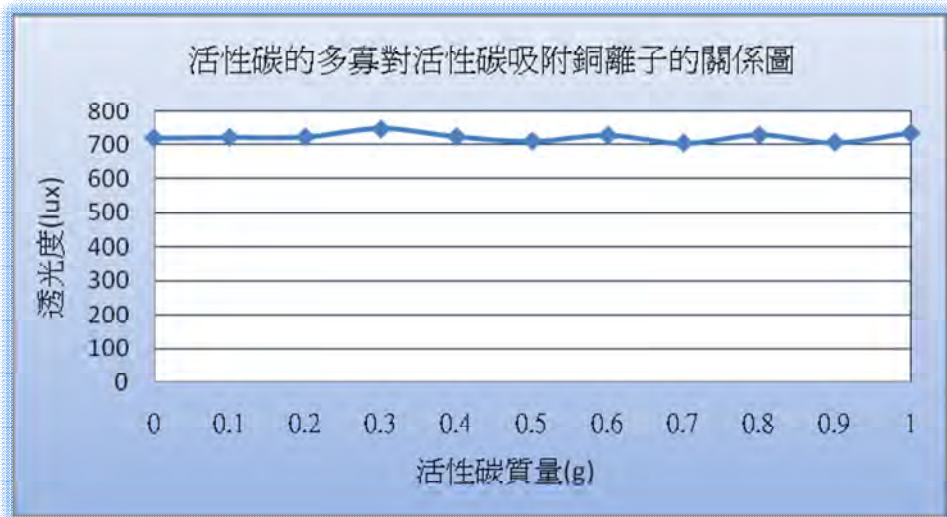
說明：加入活性碳前後，硫酸銅溶液的的透光度變化不明顯。

實驗七：探討加入活性碳的多寡對活性碳吸附硫酸銅的影響



圖三十三、活性碳的多寡對活性碳吸附硫酸銅的實驗結果

說明：加入不同質量活性碳後，各管的硫酸銅溶液顏色並無太大差異。



圖三十四、活性碳的多寡對活性碳吸附銅離子的關係圖

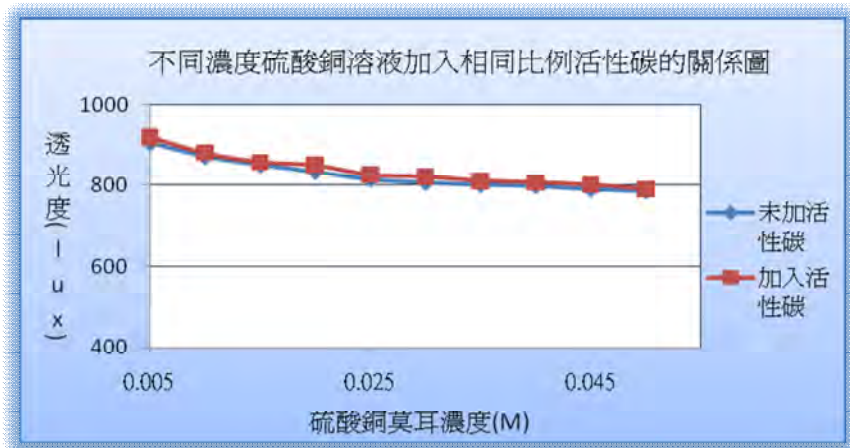
說明：隨著活性碳的增加，硫酸銅溶液透光度並無明顯差異。

實驗八：探討硫酸銅的莫耳濃度與活性碳質量等比例放大對活性碳吸附硫酸銅的影響



說明：在硫酸銅的莫耳濃度與活性碳質量維持相同比例的情況下，加入的活性碳變多，其顏色並無顯著變化。

圖三十五、不同濃度的硫酸銅溶液加以相同比例活性碳的實驗結果



圖三十六、不同濃度的硫酸銅溶液加以相同比例活性碳的關係圖

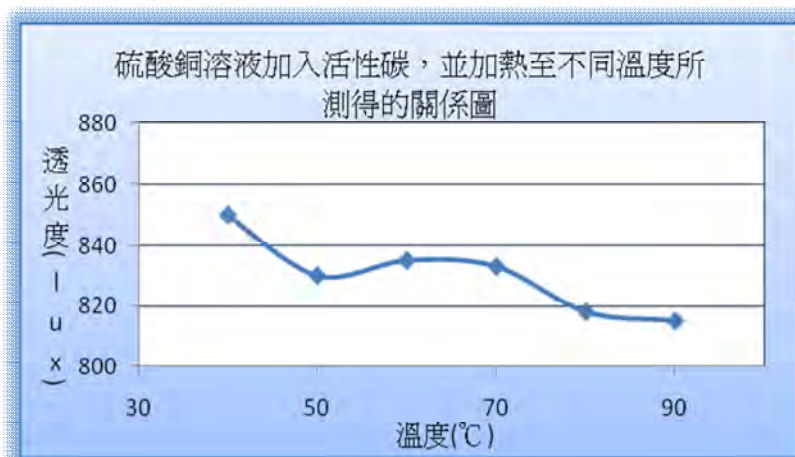
說明：加入活性碳前後，硫酸銅溶液的透光度變化不大。

實驗九：探討溫度對活性碳吸附硫酸銅的影響



圖三十七、活性碳加入不同溫度的硫酸銅所得的實驗結果

說明：硫酸銅顏色的變化並不明顯，較難用肉眼來判斷溫度對活性碳吸附的影響。

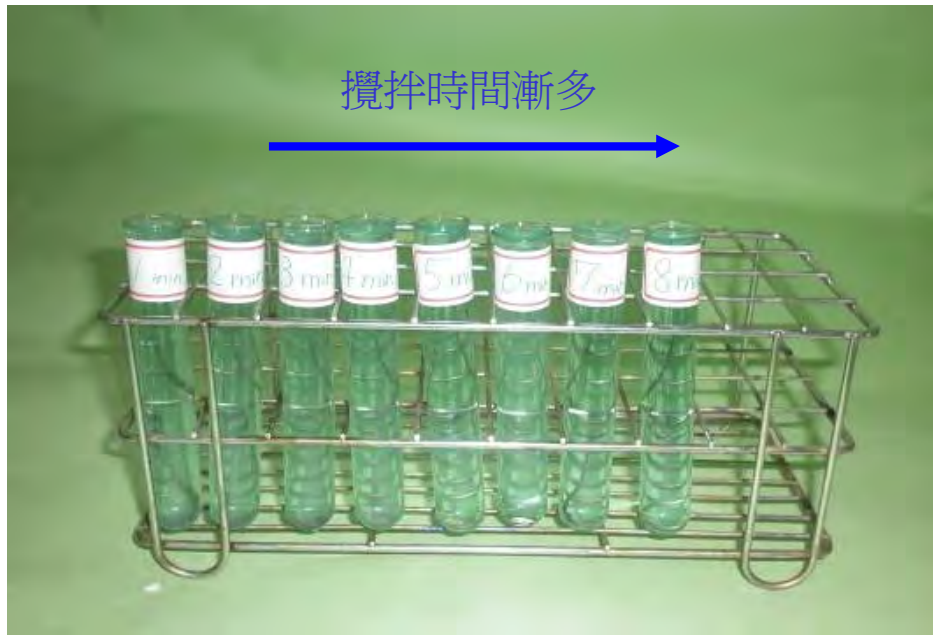


圖三十八、硫酸銅溶液加入活性碳，並加熱至不同溫度所測得的關係圖

說明：硫酸銅的溫度越高，溶液經吸附後的透光度會逐漸降低。

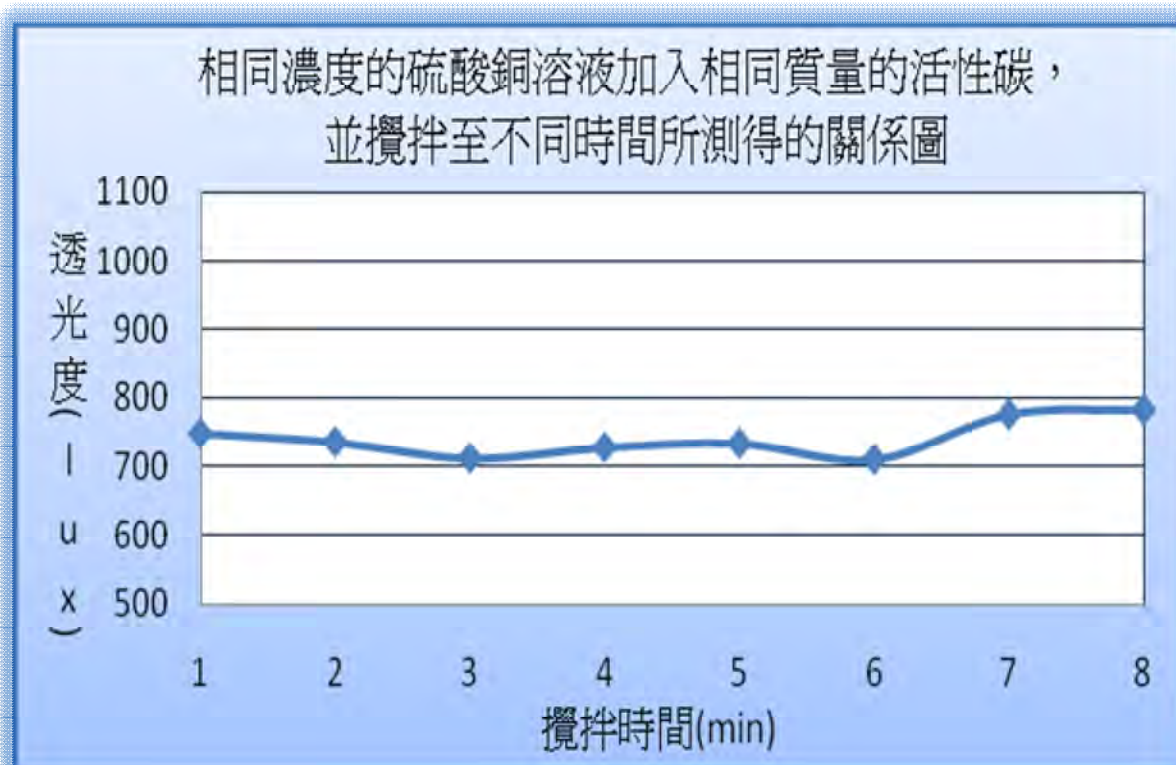


實驗十：探討攪拌時間對活性碳吸附硫酸銅的影響



圖三十九、不同攪拌時間對相同條件的硫酸銅溶液及活性碳的實驗結果

說明：硫酸銅顏色的變化並不明顯，較難用肉眼來判斷攪拌時間對活性碳吸附的影響。



圖四十、相同濃度的硫酸銅溶液加入相同質量的活性碳，並攪拌至不同時間所測得關係圖

說明：攪拌時間對活性碳吸附的影響不顯著且較無規則性。

### 三、探討活性碳吸附龍膽紫和銅離子的不同

實驗十一：分別以本組的數據處理法和沉澱法比較活性碳吸附龍膽紫和銅離子的不同

(一)龍膽紫：

原本 0.02M 的紫藥水經 5 克活性碳吸附後，所測得的透光度為 682 勒克司，將此透光度代入  $y=12.40x^{-0.19}$ ，即可求得此時龍膽紫莫耳濃度為  $1.8 \times 10^{-9} \text{M}$ ，在經計算後，可得到平均一克活性碳可吸附的龍膽紫個數為「 $1.50 \times 10^{20}$  個」。

(二)硫酸銅：



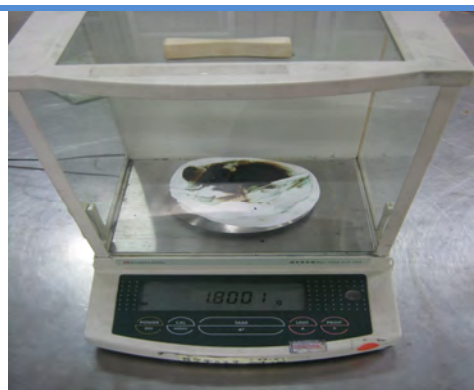
圖四十一、氫氧化鈉加入硫酸銅產生沉澱



圖四十二、經加熱後產生氧化銅



圖四十三、未加活性碳所得的氧化銅



圖四十四、加入活性碳所得的氧化銅

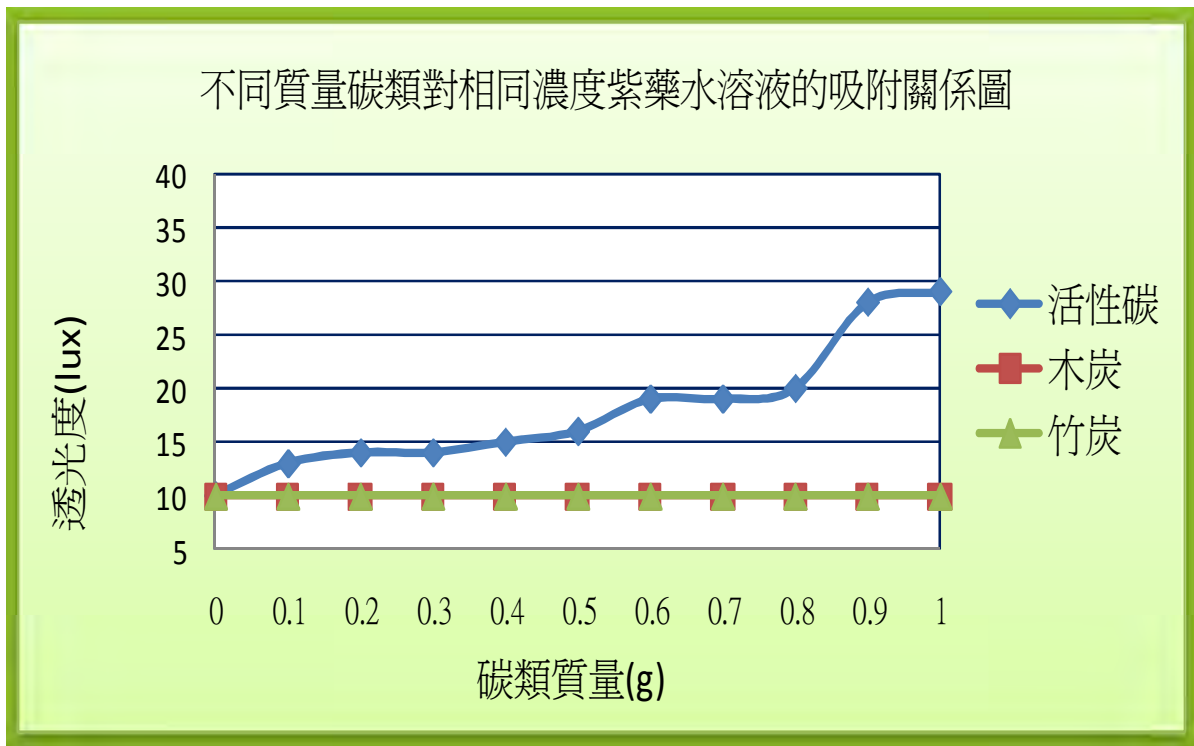
1. 未加入活性碳：得 CuO 有 0.0853g
2. 加入活性碳後：得 CuO 有 0.0353g
3. 因此可知：CuO 減少  $0.0853 - 0.0353 = 0.05\text{g}$
4. 接著算出被活性碳吸附的銅離子質量： $0.05 \times \frac{63.5}{79.5} = 0.0399(\text{g})$
5. 再將被吸附的銅離子質量轉換成個數： $\frac{0.0399}{63.5} \times 6 \times 10^{23} = 3.77 \times 10^{20}$  (個)
6. 最後求出平均一克活性碳可吸附的銅離子個數： $\frac{6.2834}{5} \approx 7.54 \times 10^{19}$  (個)
7. 平均一克活性碳可吸附的龍膽紫個數：平均一克活性碳可吸附的銅離子個數  
 $= 1.50 \times 10^{20} : 7.54 \times 10^{19} \approx 2 : 1$

#### 四、探討活性碳、竹炭、木炭吸附能力大小

##### 實驗十二：以紫藥水比較活性碳、竹炭與木炭的吸附能力



說明：加到紫藥水的活性碳質量越多，其紫藥水顏色越淺。但加到紫藥水的木炭或竹炭越多，其紫藥水顏色幾乎沒有變化。



圖四十八、不同質量的活性碳、木炭、竹炭對相同濃度紫藥水的吸附關係圖

說明：吸附紫藥水色素的能力為活性碳>木炭≈竹炭。

## 陸、討論

### 一、器材演進

- (一) 本組原本把保麗龍割成兩條長條狀，放在光學實驗儀器中，用來夾住試管，但經過多次實驗後，本組發現同一組實驗所測出來的結果有些差異，本組推測可能是因為保麗龍無法固定試管的緣故，因此予以改良。
- (二) 本組接著嘗試將保麗龍挖一個洞，用來放置試管，這個裝置剛好可以固定試管，使實驗數據更加準確。
- (三) 爲了防止光度計感應未經過試管的光線，因此在光度計的感應處貼上兩片黑紙並將挖了細長孔洞的磁鐵貼在兩片黑紙上，使光度計只能感應到經過磁鐵孔洞的光線。
- (四) 經過多次實驗後，本組發現實驗數據差異不大，不容易發現其吸附的效果，因此將光度計感應處上的磁鐵拿掉，只貼上兩片黑紙。

### 二、探討溶液濃度對活性碳吸附能力的影響

經由比較圖十四、圖十五與圖十七發現，就算活性碳無法將紫藥水的色素完全吸附，也不能表示活性碳吸附量已達最大值，如果龍膽紫濃度繼續增加，則活性碳吸附龍膽紫的個數將持續增加，代表溶液的濃度若升高，活性碳的吸附能力會增加。

### 三、探討龍膽紫的莫耳濃度與活性碳質量等比例放大對活性碳吸附龍膽紫能力的影響

經由實驗發現，即使龍膽紫莫耳濃度與活性碳質量的比例維持一定，但隨著活性碳的質量變多，平均一克活性碳吸附的龍膽紫個數會減少，可見活性碳在吸附色素時會受到鄰近活性碳的干擾，而影響到活性碳的吸附能力。

### 四、探討溫度對活性碳吸附能力的影響

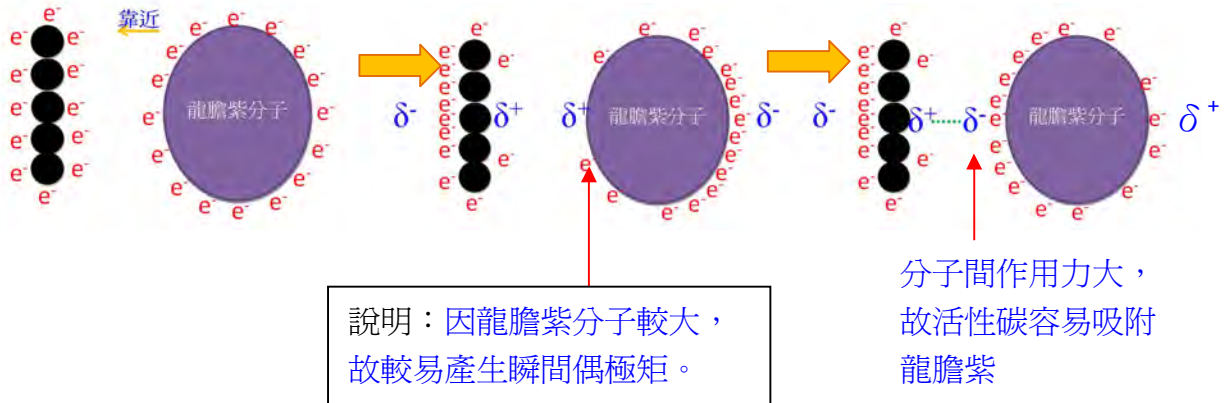
- (一) 藉由觀察圖二十六可發現，將紫藥水溫度從 30°C 加熱至 90°C，可增加活性碳吸附龍膽紫的個數，但效果不明顯，只可讓活性碳吸附龍膽紫的個數增加百分之十。
- (二) 溫度無法大幅度提升活性碳吸附能力的原因，本組綜合各項資料後發現：
  1. 活性碳吸附色素的作用力：**倫敦分散力**並不會因為溫度的提高而增加。
  2. 龍膽紫分子因為溫度升高而獲得能量，導致有效碰撞的次數變多，而使龍膽紫較易被活性碳吸附，但高能量的龍膽紫分子，也變得容易從活性碳中脫附，在一消一漲的情況下，溫度只能少量的增加活性碳吸附龍膽紫的效果。
- (三) 隨著溫度升高，加入活性碳後的紫藥水溶液透光度增加，而加入活性碳後的硫酸銅溶液透光度卻減少，本組推測原因如下：
  1. **龍膽紫**分子因為溫度升高而獲得能量，導致有效碰撞的次數變多，而使龍膽紫較易被活性碳吸附。
  2. **硫酸銅**：硫酸銅雖然也因溫度提高而導致有效碰撞的次數變多，但溫度提高，也讓硫酸銅解離度增加，導致溶液中銅離子數目增加，因銅離子為藍色，故溶液的透光度便減少。

五、由實驗七可知，若加活性碳至硫酸銅溶液中，對硫酸銅溶液的透光度並無顯著的影響，代表活性碳對硫酸銅溶液的脫色能力很差，但這並不代表活性碳對銅離子的吸附能力差，因為銅離子的濃度對顏色的影響較小（吸收係數小），故即使活性碳吸附很多銅離子，硫酸銅溶液透光度的變化依舊不大，故本組以沉澱比較法來計算活性碳可吸附的銅離子個數。

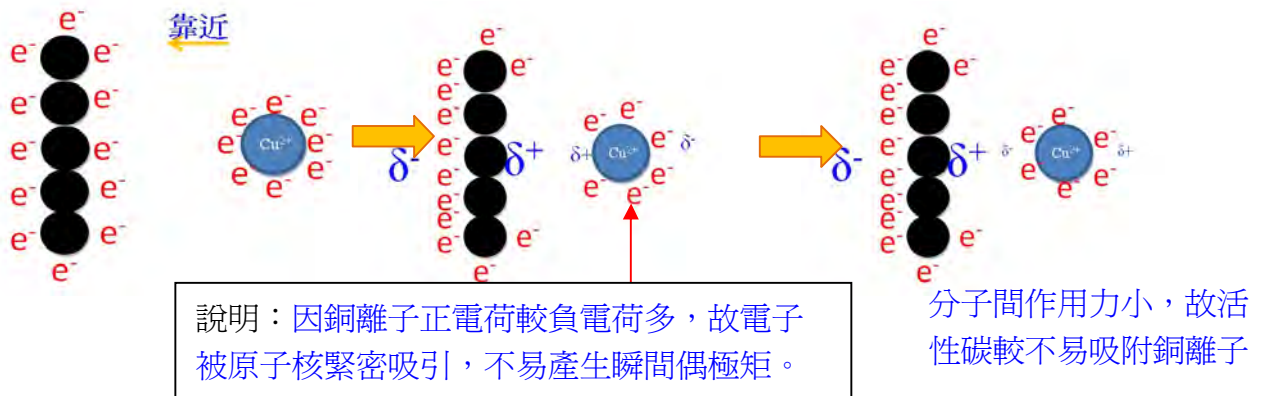
六、比較活性碳吸附龍膽紫與銅離子的能力

(一) 吸附原理探討：

1. 活性碳吸附龍膽紫(分子大小、電子個數皆未按實際比例作圖)

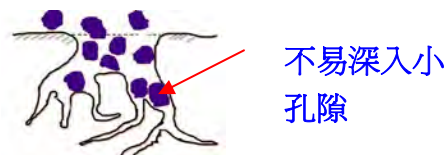


2. 活性碳吸附銅離子(分子大小、電子個數皆未按實際比例作圖)



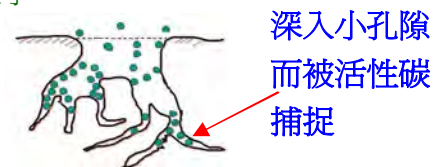
由以上的討論可知，活性碳與龍膽紫間的作用力較強，故活性碳較易吸附龍膽紫，但本組實驗的結果，一克活性碳可吸附的龍膽紫個數與銅離子數比約為 2：1，個數上並無顯著差異，以下是原因探討：

1. 龍膽紫



說明：龍膽紫與活性碳表面的吸引力大，故活性碳易吸附龍膽紫，但龍膽紫體積大，易將活性碳表面填滿，也不易進入較細的孔隙。

2. 銅離子



說明：銅離子與活性碳的吸附力小，故活性碳不易吸附銅離子，但銅離子體積小，可深入孔隙而被活性碳捕捉，故仍有一定量的銅離子被吸附。

七、探討**活性碳**在何種條件下吸附色素的效果較好。

比較多項實驗後，本組發現單位質量的活性碳吸附色素的個數

(一)在**溫度高**的環境 > 在溫度低的環境。

(二)每次只加入**少量的活性碳**到欲吸附的色素溶液中 > 一次加入大量的活性碳到欲吸附的色素溶液中。

(三)加活性碳到**濃度較高**的溶液中 > 加活性碳到濃度低的溶液中。

(四)加活性碳到**分子量較大**的色素溶液中 > 加活性碳到金屬離子的溶液中。

八、本實驗未使用比爾定律做數據處理的原因

(一) 本組原本使用比爾定律做數據處理，並做出龍膽紫的莫耳濃度與吸收度的關係圖，但發現其關係並非為一直線，本組深入探討原因後發現：比爾定律要成立前提如下：

1. 入射光須為平行光
2. A(吸收度)是對單一波長的吸收度
3. 入射光須垂直照射樣品
4. 樣品濃度不能太高

本實驗儀器並不滿足前三個條件，故不適用於比爾定律。

(二) **吸收光譜儀**與本組**自製光度實驗儀器**的比較

1. 吸收光譜儀：



吸收光譜儀中照射樣品的光為平行的單色光，故其所測得的數據，適用比爾定律。

2. 自製光度實驗儀器：



自製光度實驗儀器中照射樣品的光來自電燈泡，混有各種波長，且不為平行光，故其所測得的數據，不適用比爾定律。

## 柒、結論

- 一、比較多項實驗後，本組發現單位質量的活性碳吸附色素的個數
  - (一) 在**溫度高**的環境 > 在**溫度低**的環境。
  - (二) 每次只加入**少量的活性碳**到欲吸附的色素溶液中 > 一次加入**大量的活性碳**到欲吸附的色素溶液中。
  - (三) 加活性碳到**濃度較高**的溶液中 > 加活性碳到**濃度較低**的溶液中。
  - (四) 加活性碳到**分子量較大**的色素溶液中 > 加活性碳到**金屬離子**的溶液中。
- 二、溫度對活性碳吸附能力的影響較小，若將紫藥水溫度從 **30°C** 加熱至 **90°C**，只可讓活性碳吸附龍膽紫的個數增加**百分之十**。
- 三、將五克活性碳分別加入 0.02M，50mL 的龍膽紫溶液與硫酸銅溶液，一克活性碳平均可吸附  **$1.50 \times 10^{20}$**  個龍膽紫，而銅離子個數則是  **$7.54 \times 10^{19}$**  個，活性碳可吸附的龍膽紫和銅離子個數比約 **2 : 1**。
- 四、活性碳、竹炭及木炭的吸附能力則以**活性碳最佳**，竹炭及木炭無明顯的吸附。

## 捌、參考資料

- 一、南一書局教科書編撰委員會，南一版自然與生活科技第三冊，民國九十三年八月修訂版，台南市，南一書局，p9~p10 和 p110，民國九十三年八月出版
- 二、4 5 屆全國科展作品—我的色素不見了
- 三、活性碳-維基百科 <http://zh.wikipedia.org/zh-hant/%E6%B4%BB%E6%80%A7%E7%82%AD>
- 四、竹炭-維基百科 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%AB%B9%E7%82%AD>
- 五、木炭-維基百科 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%9C%A8%E7%82%AD>

## 【評語】 030211

自製光度計及攪拌器富創意巧思，深入探討活性碳的吸附能力具探究精神，唯定量的控制可以再進一步研究。