

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高中組 化學科

040210

「氮」是又何「茶」

學校名稱：國立鳳山高級中學

作者： 高二 葉奕良 高二 王翊安 高二 劉苡柔	指導老師： 張家憲 羅 葳
---	-----------------------------

關鍵詞：咖啡渣、二氧化氮、格里斯試劑

摘要

本研究中，我們先做出了二氧化氮的檢量線，用以對照其他變因下的實驗數據，再分別研究碳化與否、顆粒大小、修飾上不同官能基及靜置時間長短對吸附效果的影響。

經實驗結果可知試劑之吸收度在通入 10 mL 以下的二氧化氮時皆保持穩定的線性成長，並且可以知道碳化後咖啡渣的吸附效果較未碳化者佳；而顆粒越小者及總重量越重者之吸附能力也較好；吸附量也會隨著靜置時間的增長而增加。經過酸鹼修飾後，無碳化咖啡渣可以吸附更多二氧化氮，而碳化者吸附效果反而較差。

未來可以將咖啡渣修飾其他不同的官能基、加熱探討是否有更好的效果，也能深入研究咖啡渣吸附二氧化氮的應用，例如將使用過的咖啡渣作為吸收汽機車排氣管所產生二氧化氮的裝置。

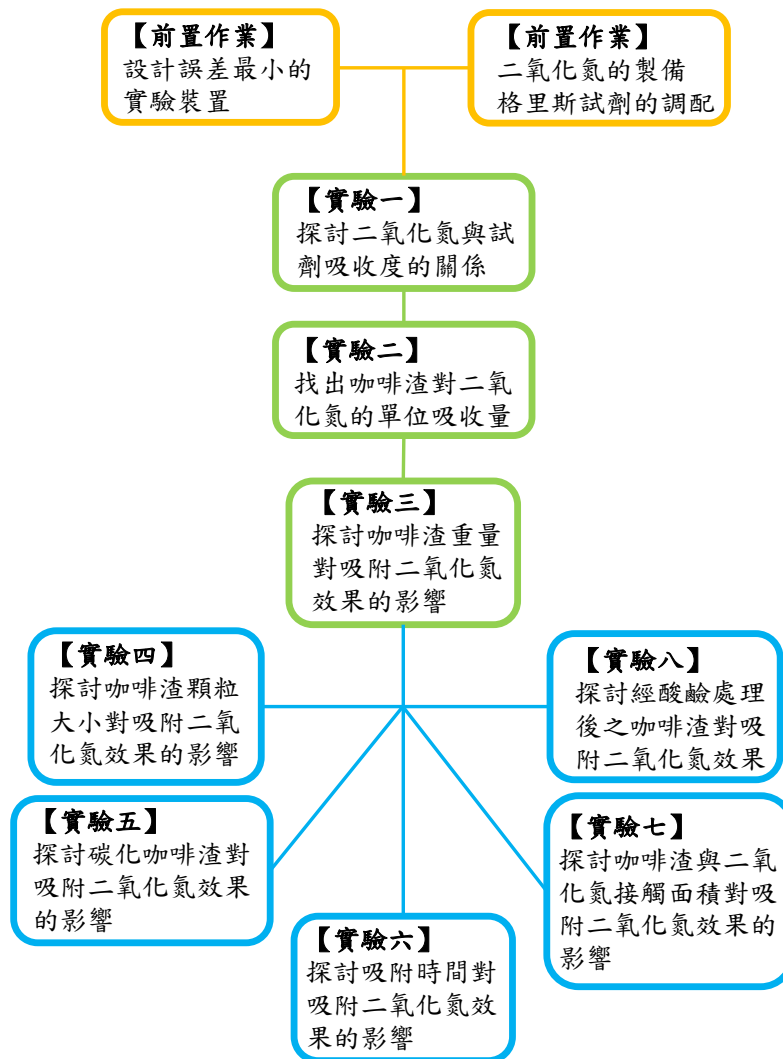
壹、 研究動機

台灣屬於熱帶與副熱帶，飲食口味較溫帶國家重，而這些重口味食物放置於冰箱常有惱人的氣味，所以我們常聽到抑或是看到台灣的家庭主婦們會利用檸檬、咖啡渣…等物放置於冰箱作為除臭用途；我們也可以從報章雜誌中得知將咖啡渣放於氣味較重之處有助於減少臭味，既然咖啡渣有除臭的效果，我們想更進一步探討咖啡渣的用途，於是我們查詢了有關咖啡渣的資料，發現其有吸附小分子氣體的能力。

我們也知道台灣的火力發電占總供電量的百分之七十，由於科技的發展及經濟的活絡，國人擁有汽、機車的比率越來越高，這些都使得二氧化氮的污染逐年上升，而二氧化氮對人體有害，也是造成酸雨的主因，因此我們想是否能以咖啡渣吸附二氧化氮，並嘗試改變咖啡渣的變因以探討其吸附效果。

貳、 研究目的

- ※做出二氧化氮的檢量線
- ※設計誤差最小的實驗裝置
- ※找出咖啡渣對二氧化氮的單位吸收量
- ※探討咖啡渣重量對二氧化氮的吸附效果的影響
- ※探討碳化後咖啡渣對二氧化氮的吸附效果
- ※探討靜置時間長短對吸附效果的影響
- ※探討不同顆粒大小的咖啡渣對二氧化氮的吸附效果
- ※探討修飾不同官能基的咖啡渣對二氧化氮的吸附效果



▲圖一 實驗流程圖

參、 研究器材與設備

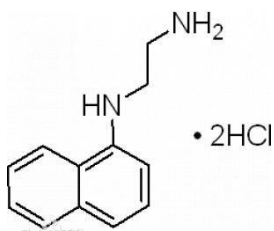
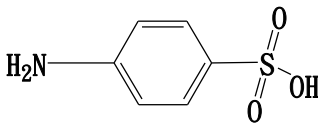
一、 器材：

表一 實驗器材

針筒	小玻璃瓶	磁攪拌石
試管	滴管	電子加熱攪拌器
橡皮塞	錐形瓶	黑色垃圾袋
橡膠管	容量瓶	紙箱
玻璃管	試管架	量筒
燒杯	分光光度計	玻璃攪拌棒
保鮮夾	分析篩	計時器
微量滴管	研鉢	U 型管

二、 藥品及材料介紹：

表二 實驗藥品及耗材

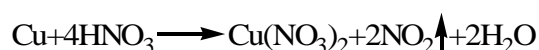
熱熔膠	銅線	咖啡渣
硝酸	石蠟封膜(Parafilm)	醋酸
鹽酸萘乙二胺 	對氨基苯磺酸 	氯化鈣

三、 前置作業：

(一) 二氧化氮的製備

1.說明

取 20 mL 的濃硝酸與 1 g 的銅反應生成二氧化氮並以針筒抽取收集之。如圖二，在最左側裝上 U 型管並裝入乾燥的氯化鈣顆粒以吸收反應時高溫所產生的水蒸氣，右側連接三個試管，每根試管裝入插有兩隻玻璃管，其中一支伸入試管底部以收集分子量比空氣大的二氧化氮，最右側的玻璃管以橡膠管連接一支一端封閉的玻璃管。



將剪碎的銅線裝入最右側試管，倒入濃硝酸後迅速蓋上橡皮塞，待二氧化氮從 U 型管溢出後接上針筒，當反應結束而未收集完成時應立即拔出最右側的封閉玻璃管以穩定氣壓，收集 60 mL 後用保鮮夾封緊管口，即完成二氧化氮的製備。



▲圖二 二氧化氮製備裝置

2.注意事項

本實驗必須全程在通風櫥中進行，且須戴上活性碳口罩以降低吸入二氧化氮的可能性。吸入二氧化氮可能對肺組織產生強烈的刺激作用和腐蝕作用。初期僅有輕微的眼及上呼吸道刺激症狀，如咽部不適、乾咳等。常經數小時至十幾小時或更長時間潛伏期後發生遲發性肺水腫、成人呼吸窘迫綜合症，出現胸悶、呼吸窘迫、咳嗽、咯泡沫痰、紫紺等。可併發氣胸及縱膈氣腫。肺水腫消退後兩周左右可出現遲發性阻塞性細支氣管炎。實驗中也需要戴上手套以防硝酸侵蝕皮膚，若不慎接觸到皮膚，應立即以大量清水沖以減少薑黃蛋白反應的發生以及對皮膚的侵蝕。

(二) 格里斯試劑(Griess reagent)的調配與說明

1. 藥品

- (1) 對氨基苯磺酸 (Sulfanilic acid)
- (2) 鹽酸萘乙二胺 (N-(1-naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride)
- (3) 醋酸 (Acetic acid)

2. 調配

取對氨基苯磺酸 5 g、鹽酸萘乙二胺 0.06 g 置入容量瓶中，然後加入冰醋酸 50 mL 並加入蒸餾水至 1 L，待其攪拌至完全溶解後裝入棕色瓶中隔光儲藏。

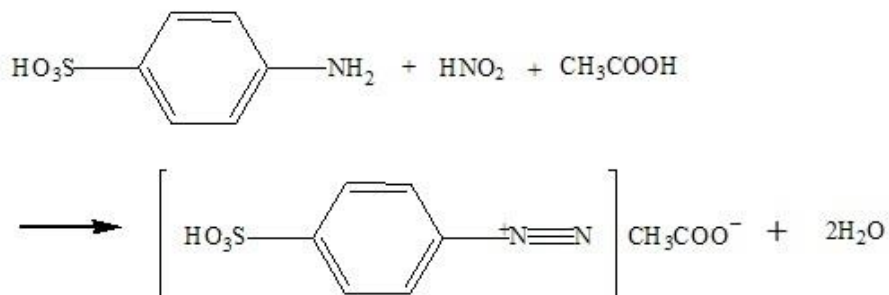


▲圖三 調配試劑

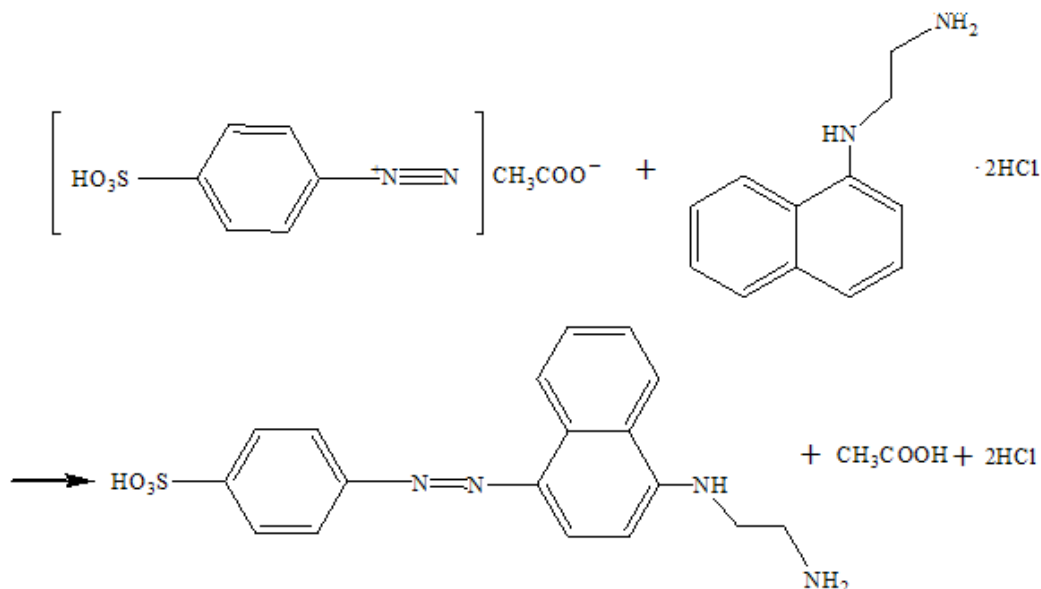
3.說明



二氧化氮溶於水會進行自身氧化還原反應生成亞硝酸與硝酸。



對氨基苯磺酸與亞硝酸及醋酸進行**重氮化反應(註一)**生成其重氮化合物與兩分子水。



經由重氮化反應生成的對氨基苯磺酸之重氮化合物會與鹽酸萘乙二胺行**重氮偶聯反應(註二)**生成玫瑰紅色的**偶氮染料(註三)**。



▲圖四 吸收二氧化氮後的試劑

(註一) **重氮化反應(Diazotization)**：芳香族一級胺(Ar-NH_2)變成重氮鹽(重氮化合物 $\text{R-N}_2^+\text{X}^-$) 的反應，實驗中即對胺基苯磺酸與亞硝酸和醋酸的反應。反應中一般使用亞硝酸鈉與過量無機酸作為亞硝酸供源，實驗中則使用二氧化氮溶於水後所產生的亞硝酸作為亞硝酸根之供應源。

(註二) **重氮偶聯反應(Azo coupling)**：一種親電取代反應，即親電體(Electrophile，如帶正電荷的重氮鹽)取代其他官能基團(氫)，在氫被取代的化合物(鹽酸萘乙二胺)的觀點上來看則是發生親電芳香取代 (Electrophilic aromatic substitution)

(註三)**偶氮染料 (Azo dyes)**：以偶氮基($\text{N}=\text{N}$)作為發色團(吸收或反射特定波長造成電子能階的躍遷，產生顏色)的染料。

4.注意事項

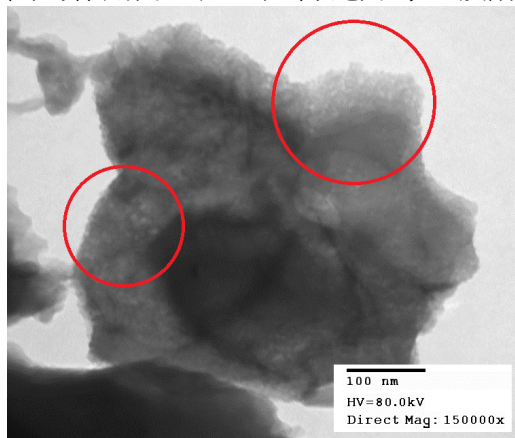
由於格里斯試劑容易與空氣中的氮氧化合物反應而產生玫瑰紅色偶氮染料而影響實驗的精確度，在調配及保存試劑時應特別注意空氣的隔絕，無論是實驗或保存時都應維持試劑的溫度於 0°C ，即將試劑存放在冰水共存的容器中。同時，也應注意光線的照射對試劑可能產生的影響。故實驗中一但通入待測氣體完成後，應立刻進行稀釋檢測吸收度，也應以不透光或可以隔絕光線的屏障以防光線直射。若無法立即檢測，應盡速以試管塞及石蠟封膜隔絕空氣並低溫保存在無光處。



▲圖五 將試劑保存在冰水及黑暗環境中。

四、吸附原理

二氧化氮氣體會因分子間的作用力，如：凡得瓦力等，吸附於咖啡渣的表面及孔洞中。



▲圖六 TEM 下的咖啡渣孔洞

肆、 研究過程或方法

【實驗裝置】

〈改良前〉

在本實驗裝置中，先把吸附物放入中間的試管（30×150），蓋上雙孔的橡皮塞並插入玻璃管及外接的橡皮管。再用針筒將 10 mL 二氧化氮經其中一孔通入試管，用保鮮夾封緊兩頭的橡皮管，靜置 5 分鐘。待時間到達後，將其中一條橡皮管另一頭接上玻璃管並放入用另一試管盛裝的 50 mL 試劑中，在另一條橡皮管接上打氣筒。打開兩側的保鮮夾，利用打氣筒將管中殘餘的二氧化氮打入試劑中直至試劑不再變色。



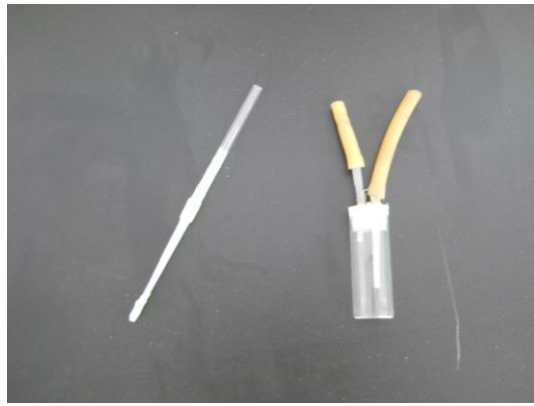
▲圖七 改良前的實驗裝置

在改良前實驗裝置有許多缺點，會造成實驗結果有非常大的誤差。其一，因為放置吸附物與靜置的位置為較大的試管，通入二氧化氮後會使管內充滿空氣與二氧化氮的混合氣體，無法有效的讓二氧化氮接觸到吸附物進行吸附。其二，若管內用以連接試劑的玻璃管過長直接打入空氣將二氧化氮通入試劑時，會造成管內吸附物因為氣流的擾動導致吸附物顆粒經由玻璃管進入試劑中，而使試劑受到汙染。若管內用以連接試劑的玻璃管過短，會因為二氧化氮的密度大於空氣密度導致大部分二氧化氮會沉積在管底而無法經由玻璃管進入試劑中。其三，每次藉由打氣筒打入的空氣體積沒有固定，若空氣中有少許的氮氧化物便會與試劑進行反應，會造成吸收度的不準確性。其四，將二氧化氮通入試劑中的玻璃管口徑較大，形成較大的氣泡，因此可能造成氣泡在試劑中上升的過程中無法將氣泡中的二氧化氮完全溶解，而導致二氧化氮的逸散。

〈改良後〉

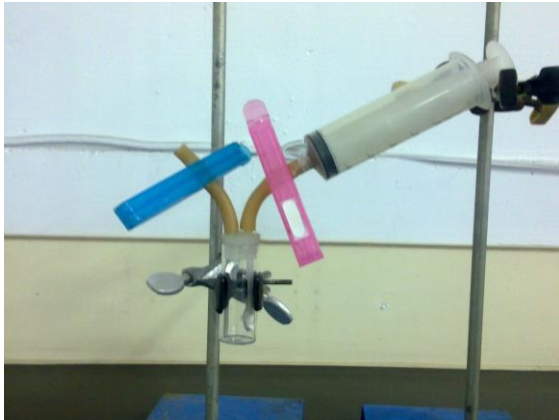
先取一有蓋的小玻璃瓶及兩支塑膠滴管。首先，將瓶蓋打兩個洞，並插入兩支相同長度之塑膠滴管前段，將其以不同深度置於瓶中，其中一支伸至瓶底，另一支則至瓶口處，接著，將接合處以熱熔膠密封，再分別在瓶上兩開口套上一小段橡皮管做為保鮮夾密封之處。

另取一支塑膠滴管，將其前段剪下並以封口膜在口徑較大的一端與玻璃管接合，用細針在較細端鑽出數個小洞，再以封口膜將細端的管口密封作為二氧化氮通入試劑的途徑。



▲圖八 通入試劑的自製管道與靜置用的小玻璃瓶

在本實驗裝置中，先把吸附物放入小玻璃瓶中，將 10 mL 二氧化氮緩緩打入瓶中，然後以保鮮夾密封，靜置五分鐘。靜置完成後，先將伸至瓶底的一頭接上空針筒並打開保鮮夾，以 1 mL/sec 的速率將瓶中二氧化氮抽出至 60 mL 刻度線，再將接上針筒的橡膠管以保鮮夾密封，接上先前製作的通入二氧化氮用之玻璃管，並將之插入以 30x150 試管盛裝的 50 mL 試劑，再度打開保鮮夾，以 5 mL/min 的固定速率將針筒內氣體打入。



▲圖九 改良後的實驗裝置



▲圖十 收集的待測氣體



▲圖十一 將待測氣體通入試劑

本實驗主要是針對改良前的缺失進行改正。其一，實驗過程中用以靜置吸附的試管改為容量 25 mL 的小玻璃瓶，使 10 mL 二氧化氮在氣體中佔的比例較大，能更有效地進行吸附，而多餘的 15 mL 空間則可以有效減少通入二氧化氮時氣體擾動所造成的逸散量（其中亦包含吸附物所佔的體積）。其二，改用塑膠滴管前段進行實驗可以更有效的控制其管口伸入的距

離，選擇將管口設置在接近瓶底處可以將剩餘的二氧化氮收集的更徹底，而改用針筒進行吸附更可以減少收集氣體時所造成的氣壓差距，達到防止吸附物隨收集的氣體一同進入針筒中的效果。其三，固定每次收集的氣體體積及收集氣體時的速率可以確定每次額外打入試劑的空氣體積，此外，適當的稀釋收集的二氧化氮亦可使試劑更完全的吸收所有二氧化氮。其四，改用自製的管道將收集的氣體通入試劑中，可以使釋出的氣泡含有較少體積的氣體，即在同樣的氣體體積溶解時獲得的較大的接觸面積，進而增加溶解的效率，大幅減少二氧化氮之逸散量。簡而言之，改良後的實驗確實能大幅減少二氧化氮的逸散量。

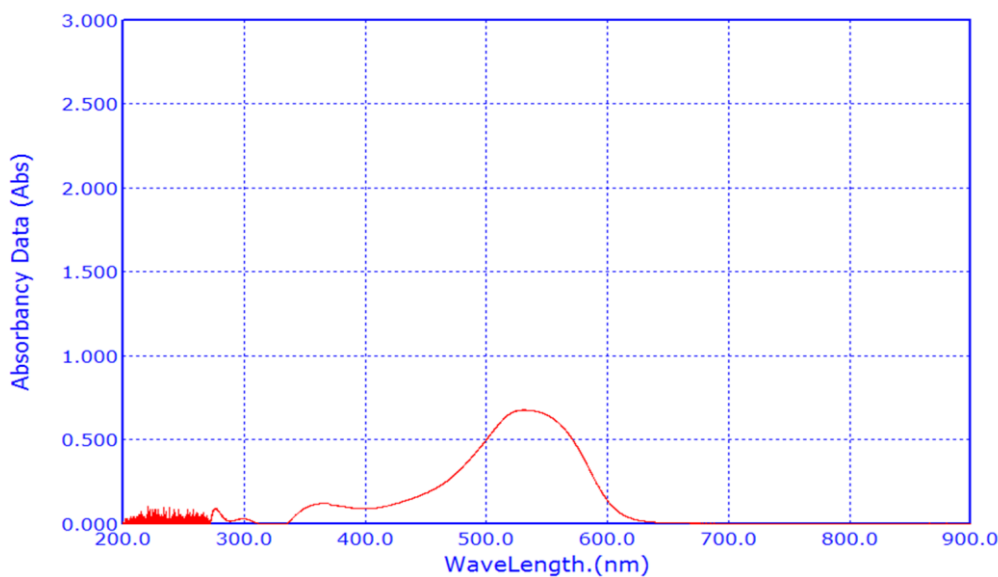
【數據測定】分光光度計測定二氧化氮殘留量

分光光度計 (Photometer) 可以量測不同波長光的強度，分析波長與光強度的關係。分光光度計可以將含有各種波長的混合光分散為各種單色光，使每種單色光依次通過某一濃度溶液，測定溶液對每種光波的吸光度，繪出吸收光譜。由於物質的吸收光區域和強度與結構密切相關，根據特有的吸收光譜可作分子結構分析。

此外，利用特定波長的單色光分別透過標準溶液與待測溶液，比較其吸光度，可作定量分析，亦可檢測連續光譜以找出待測溶液的吸收峰。



▲圖十二 分光光度計



▲圖十三 反應後試劑的連續光譜

本實驗中格里斯試劑所產生的玫瑰紅色偶氮染料之吸收波長約介於 540~550 nm 之間，故實驗中皆以 540 nm 為測定波長。

在測定反應後之試劑前，先以未反應之試劑將分光光度計歸零。由於直接以反應後之試劑進行測定會使其吸收度超過分光光度計所能測定之最大吸收度(3.000 Abs.)，所以在測定前將試劑與蒸餾水以 1：9 的體積比進行稀釋，再放入分光光度計中測定其吸收度。

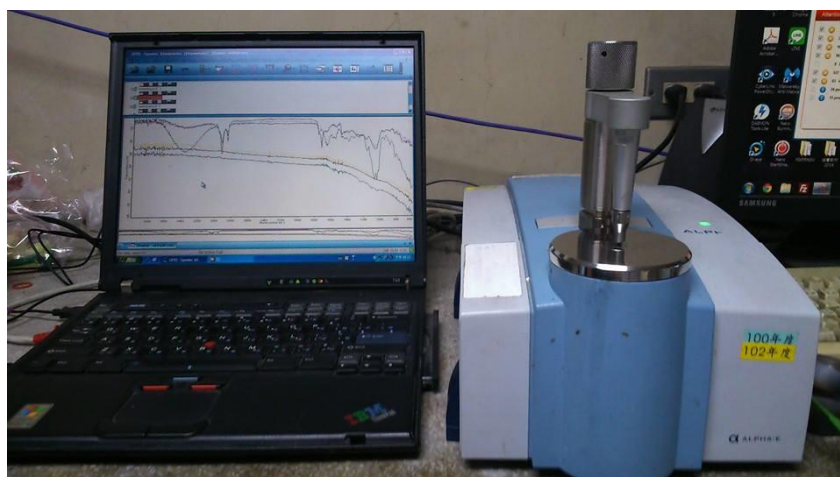
測定吸收度完成後，再以【實驗一】探討二氧化氮與試劑吸收度的關係所繪出的檢量線之斜率對應其殘留量。為了卻保實驗結果不會因為試劑本身吸收度的變化所造成的影響，又其吸收度與亞硝酸根含量呈線性關係，實驗中簡易計算殘留量的公式如下：

$$\Delta V_A = \left(\frac{\Delta A}{\Delta W \times M \times R} \right)$$

(ΔV_A = 二氧化氮吸收量、 ΔA = 吸收度變化量、 ΔW = 重量變化量(g)、 M = 實際吸收度斜率、 R = 殘留率)

【數據測定】利用固體紅外線光譜儀測量物質上官能基

紅外線光譜儀是藉由含有特定鍵結原子的有機物，進行相互振動運動時，所產生特定波長的紅外線，來斷定特定官能基在物質上的存在量。



▲圖十四 利用紅外線光譜儀檢測官能基

【實驗一】探討二氧化氮與試劑吸收度的關係

本實驗分別將 2.5 mL、5 mL、7.5 mL、10 mL 的二氧化氮打入小玻璃瓶中，不放入吸附物，靜置五分鐘。靜置完成後隨即以 60 mL 的乾淨針筒將瓶內氣體抽出至 60 mL 刻度線，然後將氣體通入試劑使二氧化氮溶於試劑中與試劑反應，稀釋後以分光光度計測量其吸收度。

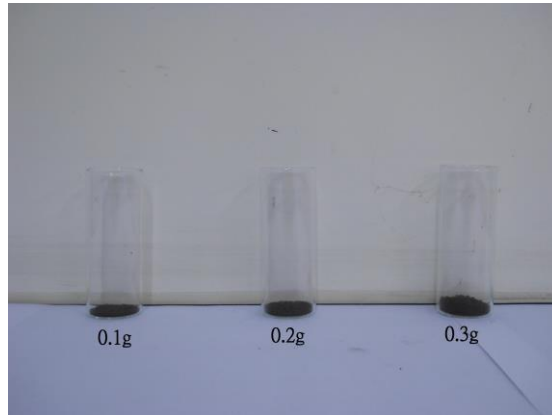
【實驗二】找出咖啡渣對二氧化氮的單位吸收量

本實驗分別將 2.5 mL、5 mL、7.5 mL、10 mL 的二氧化氮通入含有對應體積量空氣的針筒使各針筒內充滿 60 mL 混和氣體，直接通入試劑使二氧化氮溶於試劑中與試劑反應，稀釋後以分光光度計測量其吸收度。

接著將結果與實驗一之結果比較，得出實驗一裝置與十次測量量的誤差值，故可藉由殘留率(R)推知單位重量咖啡渣的吸收量。

【實驗三】探討咖啡渣重量對吸附二氧化氮效果的影響

本實驗將 10 mL 的二氧化氮打入小玻璃瓶中，分別以 0.1 g、0.2 g、0.3 g、0.4 g、0.5 g 的咖啡渣作為吸附物，靜置五分鐘。靜置完成後隨即以 60 mL 的乾淨針筒將瓶內氣體抽出至 60 mL 刻度線，然後通入試劑使二氧化氮溶於試劑中與試劑反應，稀釋後以分光光度計測量其吸收度。



▲圖十五 不同重量的咖啡渣

【實驗四】探討咖啡渣顆粒大小對吸附二氧化氮效果的影響

本實驗將 10mL 的二氧化氮打入小玻璃瓶中，分別以不同顆粒大小的咖啡渣 0.1 g、0.2 g、0.3 g 作為吸附物，靜置五分鐘。靜置完成後隨即以 60 mL 的乾淨針筒將瓶內氣體抽出至 60 mL 刻度線，然後通入試劑使二氧化氮溶於試劑中與試劑反應，稀釋後以分光光度計測量其吸收度。

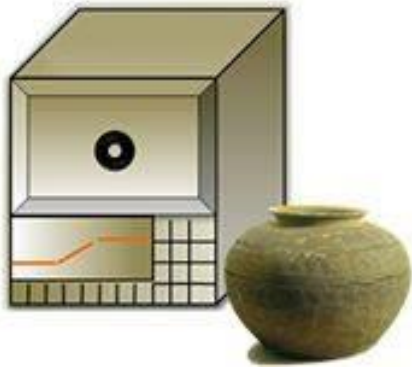


▲圖十六 過濾粒徑大小的分析篩

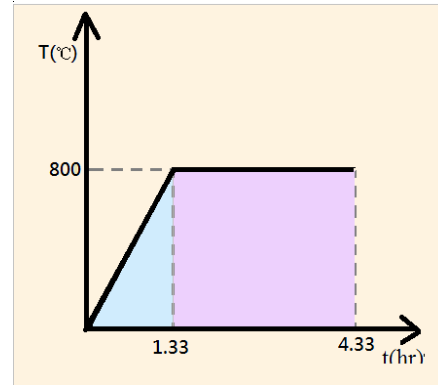
【實驗五】探討碳化咖啡渣對吸附二氧化氮效果的影響

〈實驗準備〉咖啡渣的碳化

將咖啡渣置於陶甕內，並把陶甕放入炭化爐內，以 $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min.}$ 的速率加熱，待溫度達 $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ 後恆溫三小時，然後取出冷卻備用。



▲圖十七 碳化示意圖



▲圖十八 碳化溫度-時間圖

本實驗將 10 mL 的二氧化氮打入小玻璃瓶中，分別以碳化及無碳化之咖啡渣 0.1 g 、 0.2 g 、 0.3 g 作為吸附物，靜置五分鐘。靜置完成後隨即以 60 mL 的乾淨針筒將瓶內氣體抽出至 60 mL 刻度線，然後通入試劑使二氧化氮溶於試劑中與試劑反應，稀釋後以分光光度計測量其吸收度。



▲圖十九 碳化後的咖啡渣

【實驗六】探討吸附時間對吸附二氧化氮效果的影響

本實驗將 10 mL 的二氧化氮打入小玻璃瓶中，以無碳化的咖啡渣 0.2 g 作為吸附物，分別靜置 0、1、3、5、7、9 分鐘。待靜置完成後隨即以 60 mL 的乾淨針筒將瓶內氣體抽出至 60 mL 刻度線，然後通入試劑使二氧化氮溶於試劑中與試劑反應，稀釋後以分光光度計測量其吸收度。

【實驗七】探討咖啡渣與二氧化氮接觸面積對吸附二氧化氮效果的影響

〈實驗準備〉製作有不同接觸面積的吸附系統

量測 0.1 g 之無碳化咖啡渣，以寬 1 cm、不同長度（4、5、6 cm）的雙面膠的其中一面黏滿咖啡渣後，將剩餘的咖啡渣緩緩倒入小玻璃瓶中，以兩支小鑷子夾起其邊緣並以水平捲曲的方式以黏著咖啡渣之一面向內置入瓶中，輕敲使咖啡渣均勻鋪滿底面，作為二氧化氮的吸附系統。其接觸面積即為（底面積 + 雙面膠面積）。



▲圖二十 將咖啡渣鋪滿雙面膠

本實驗將 10 mL 的二氧化氮打入小玻璃瓶中，分別以額外接觸面積為 4、5、6 cm² 的 0.1 g 咖啡渣作為吸附物，靜置五分鐘。靜置完成後隨即以 60 mL 的乾淨針筒將瓶內氣體抽出至 60 mL 刻度線，然後通入試劑使二氧化氮溶於試劑中與試劑反應，稀釋後以分光光度計測量其吸收度。



▲圖二十一 變化面積的吸附系統

【實驗八】探討經酸鹼處理後之咖啡渣對二氧化氮的吸附效果

〈實驗準備〉咖啡渣的酸鹼處理

分別取碳化後及未碳化咖啡渣 6.0 g 與 60 mL 硫酸（5%）或氫氧化鈉（5%）與磁攪拌子加入圓底燒瓶中再 80 °C 下以 120 RPM 攪拌 1 小時。待時間到達後加入大量蒸餾水稀釋並以抽氣漏斗過濾，將咖啡渣放入坩鍋後置入烘箱 12 小時取出備用。



▲圖二十二 攪拌的回流裝置



▲圖二十三 以抽氣漏斗過濾出咖啡渣

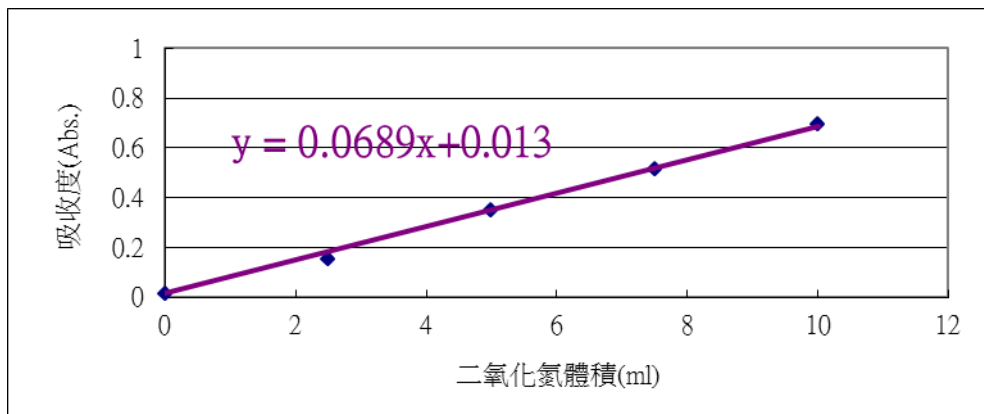
本實驗將 10 mL 的二氧化氮打入小玻璃瓶中，分別用以 NaOH、H₂SO₄ 修飾過後的咖啡渣及碳化咖啡渣 0.1 g、0.2 g、0.3 g 作為吸附物，靜置五分鐘。靜置完成後隨即以 60 mL 的乾淨針筒將瓶內氣體抽出至 60 mL 刻度線，然後通入試劑使二氧化氮溶於試劑中與試劑反應，稀釋後以分光光度計測量其吸收度。

伍、 研究結果與討論

【實驗一】 探討二氧化氮試劑吸收度的關係

表三 二氧化氮體積對試劑吸收度的關係

體積(mL)	吸收度(Abs.)
0	0.013
2.5	0.152
5	0.347
7.5	0.514
10	0.695
12.5	0.735
15	0.749



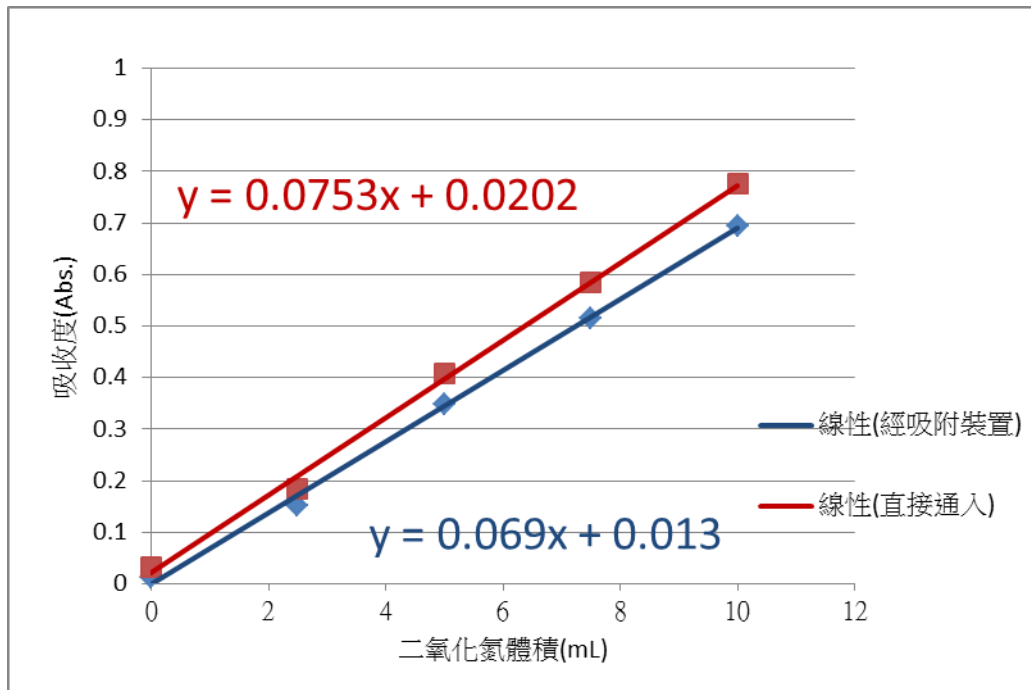
▲圖二十四 二氧化氮體積對試劑吸收度的關係圖

根據表三及圖二十四可知試劑之吸收度在通入 10 mL 以下的二氧化氮時皆保持穩定的線性成長。其截距即為通入 60 mL 空氣之吸收度 0.013 Abs.，故試劑一旦接觸到少量的空氣就會使吸收度產生明顯的變化(對應稀釋前即為 0.130 Abs./60 mL 空氣)，而其吸收度對應二氧化氮體積之變化量(M)保持在 0.0689 Abs./mL。

【實驗二】找出咖啡渣對二氧化氮的單位吸收量

表四 稀釋後直接通入二氧化氮之吸收度

體積(mL)	吸收度(Abs.)
0	0.033
2.5	0.185
5	0.407
7.5	0.584
10	0.775



▲圖二十五 經過實驗裝置後的誤差值比較

由圖二十四、二十五及表三、四所得到的實驗結果可以算出本實驗裝置與實際吸收量的對應函數為：

$$Y = 0.918X - 0.020 \quad (Y=\text{實驗吸收度} \quad X=\text{實際吸收度})$$

根據此數據可知道其逸散量所造成的吸收度差為 $0.082X + 0.020 \text{ Abs}$ 而 0.918 即本實驗裝置的殘留率(R)，可藉此數據帶入吸收量計算方程式得到：

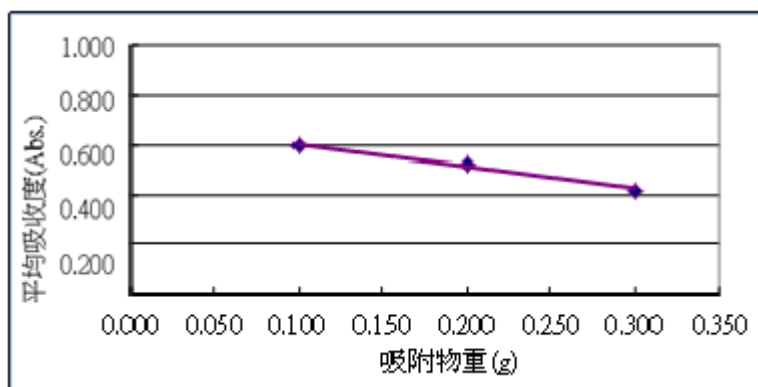
$$\Delta V_A = \left(\frac{\Delta A}{\Delta W \times M \times R} \right) = \left(\frac{14.47 \Delta A}{\Delta W} \right) (\text{mlNO}_2 \cdot \text{g}^{-1})$$

(ΔV_A = 二氧化氮吸收量、 ΔA =吸收度變化量、 ΔW =重量變化量(g)、
M=實際吸收度斜率、R=殘留率)

【實驗三】探討咖啡渣重量對吸附二氧化氮效果的影響

表五 重量大小對咖啡渣吸附效果的影響

重量(g)	吸收度 1 (Abs.)	吸收度 2 (Abs.)	平均吸收度 (Abs.)
0.100	0.644	0.623	0.634
0.200	0.626	0.610	0.619
0.300	0.600	0.579	0.590



▲圖二十六 吸附物重對吸附二氧化氮效果的影響

根據圖二十六、圖二十七及表五可以看出不論咖啡渣的顆粒大或小，其重量較重吸附效果皆較輕者佳，經推測，是因為重量較重其顆粒數也會比較多，因此可以吸附二氧化氮之孔隙總數便比重量輕者多，故呈現此趨勢。

【實驗四】探討咖啡渣顆粒大小對吸附二氧化氮效果的影響

表六 A 顆粒咖啡渣的吸附效果

重量(g)	吸收度 1 (Abs.)	吸收度 2 (Abs.)	平均吸收度 (Abs.)
0.100	0.560	0.654	0.607
0.200	0.473	0.614	0.544
0.300	0.349	0.574	0.462

表七 B 顆粒咖啡渣的吸附效果

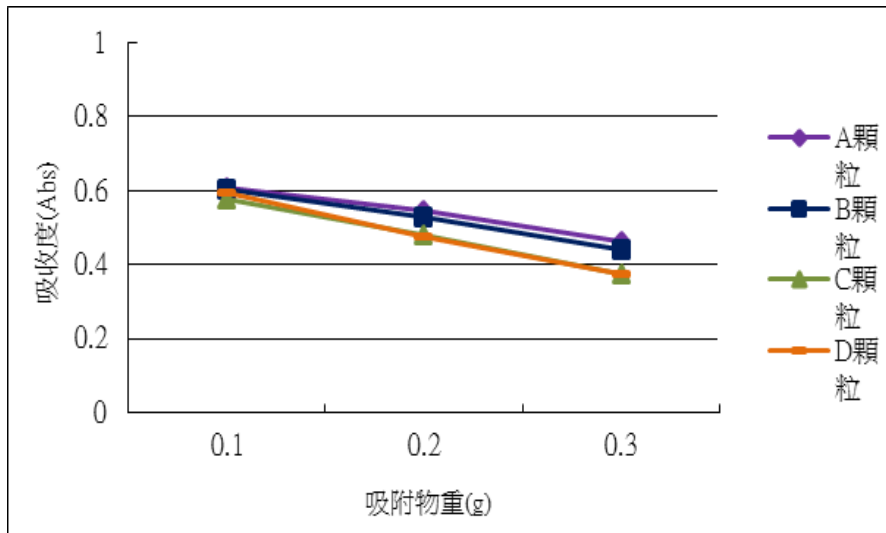
重量(g)	吸收度 1 (Abs.)	吸收度 2 (Abs.)	平均吸收度 (Abs.)
0.100	0.559	0.643	0.601
0.200	0.468	0.584	0.526
0.300	0.386	0.492	0.439

表八 C 顆粒咖啡渣的吸附效果

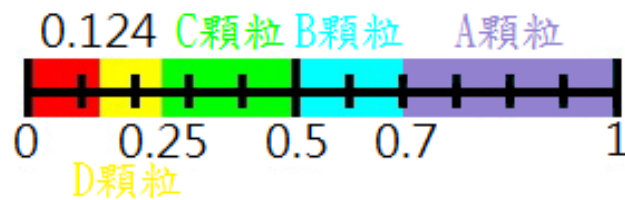
重量(g)	吸收度 1 (Abs.)	吸收度 2 (Abs.)	平均吸收度 (Abs.)
0.100	0.520	0.630	0.575
0.200	0.422	0.540	0.481
0.300	0.323	0.424	0.374

表九 D 顆粒咖啡渣的吸附效果

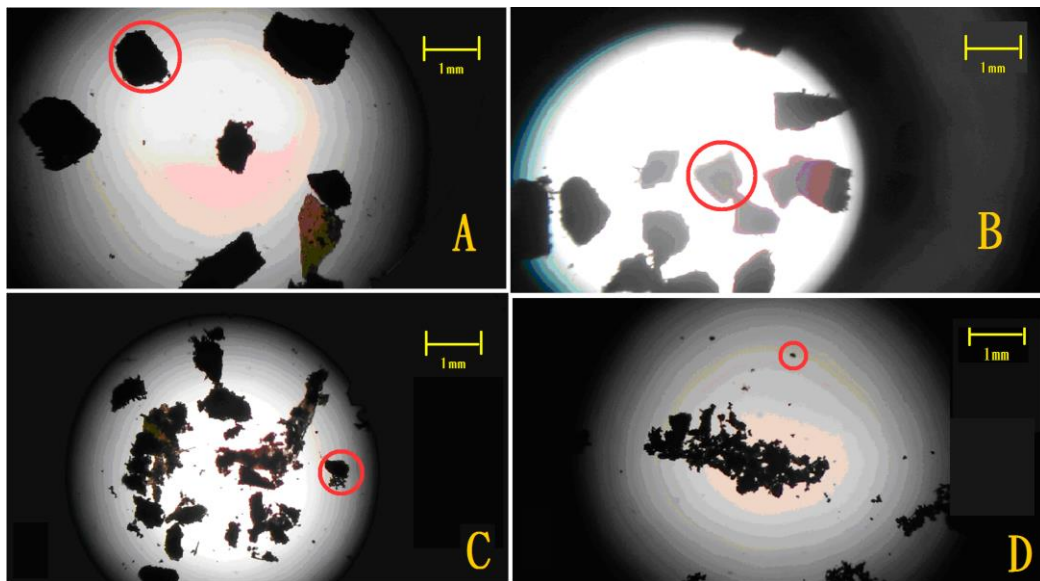
重量(g)	吸收度 1 (Abs.)	吸收度 2 (Abs.)	平均吸收度 (Abs.)
0.100	0.560	0.630	0.595
0.200	0.424	0.523	0.474
0.300	0.293	0.450	0.372



▲圖二十七 顆粒大小對吸附二氧化氮效果的影響



▲圖二十八 粒徑大小的分界



▲圖二十九 以顯微鏡觀測粒徑大小

而從圖二十七及表六、表七、表八、表九可以發現 A 與 B 顆粒咖啡渣的吸附力較不明顯，趨勢較緩；而 C 顆粒咖啡渣及 D 顆粒咖啡渣趨勢較明顯且接近，由此可知，C 顆粒咖啡渣及 D 顆粒咖啡渣的吸附效果較 A 顆粒與 B 顆粒咖啡渣佳。經由推測，A 與 B 顆粒咖啡渣的吸附力較 C 顆粒咖啡渣及 D 顆粒咖啡渣不明顯是因為 A 與 B 顆粒咖啡渣顆粒大，有些孔洞未在其表面，故其所吸附二氧化氮的量較其他兩者少；而 C 顆粒咖啡渣及 D 顆粒咖啡渣之吸附趨勢接近是因為其二者體積皆較小，孔洞也幾乎分布於其表面，即使 D 顆粒咖啡渣之孔洞較中顆粒咖啡渣小，但其孔洞總表面積相近，故其二者所吸附的二氧化氮體積也較相近，所以在圖表中所呈現的趨勢相似。

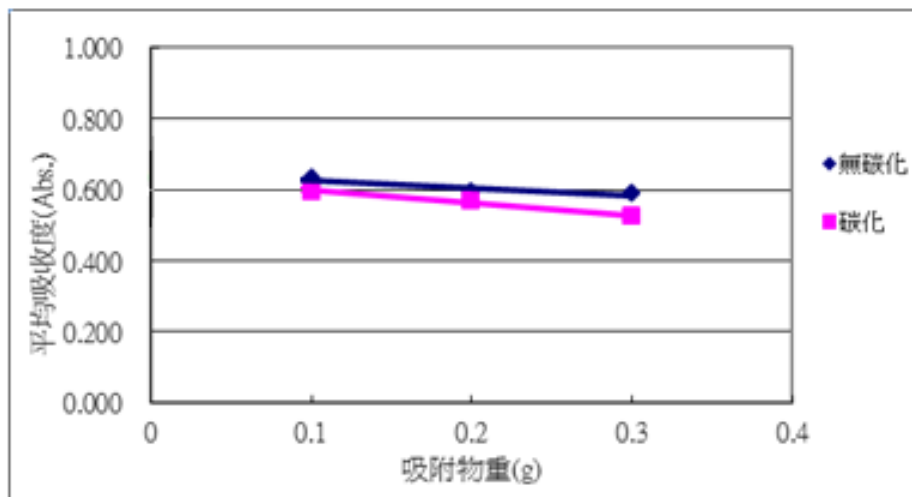
【實驗五】 探討碳化咖啡渣對吸附二氧化氮效果的影響

表十 碳化咖啡渣的吸附效果

重量(g)	吸收度 1 (Abs.)	吸收度 2 (Abs.)	平均吸收度 (Abs.)
0.100	0.611	0.580	0.596
0.200	0.578	0.554	0.566
0.300	0.540	0.510	0.525

表十一 無碳化咖啡渣的吸附效果

重量(g)	吸收度 1 (Abs.)	吸收度 2 (Abs.)	平均吸收度 (Abs.)
0.100	0.644	0.623	0.634
0.200	0.626	0.610	0.618
0.300	0.600	0.579	0.590



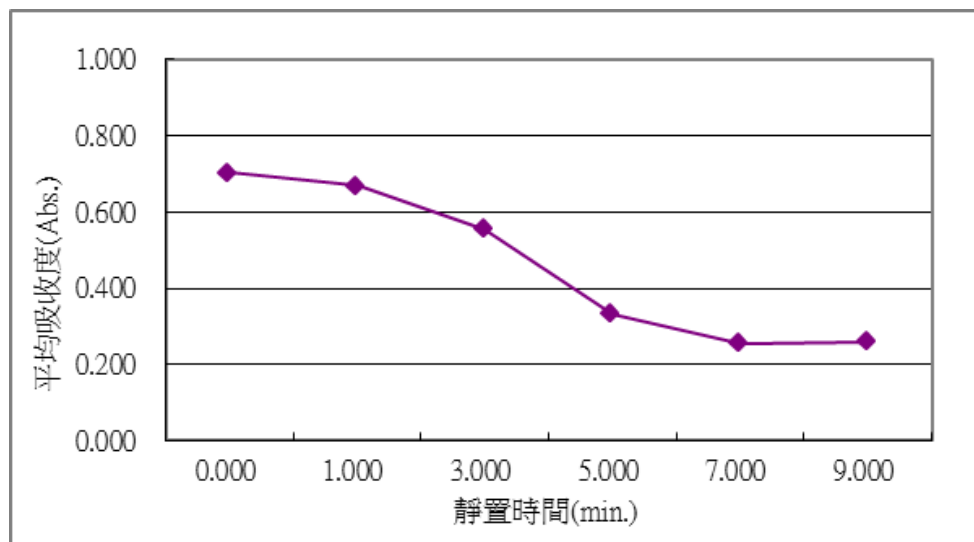
▲圖三十 碳化咖啡渣對吸附二氧化氮效果的影響

根據圖三十及表十、表十一可以發現碳化後的咖啡渣之吸附效果較無碳化的咖啡渣佳。咖啡渣本質為纖維素，故其有許多的官能基，經由推測，經過高溫碳化後，咖啡渣上的官能基會被鍛燒而斷鍵，使原本為官能基的位置空出而能吸附更多的二氧化氮，故碳化後的咖啡渣之吸附效果較無碳化的咖啡渣佳。

【實驗六】 探討吸附時間對吸附二氧化氮效果的影響

表十二 靜置時間對二氧化氮吸附效果的影響

吸附時間(min)	吸收度 1 (Abs.)	吸收度 2 (Abs.)	平均吸收度 (Abs.)
0 min.	0.716	0.692	0.704
1 min.	0.677	0.663	0.670
3 min.	0.564	0.548	0.556
5 min.	0.346	0.320	0.333
7 min.	0.250	0.260	0.255
9 min.	0.264	0.254	0.259



▲圖三十一 靜置時間對二氧化氮吸附效果的影響

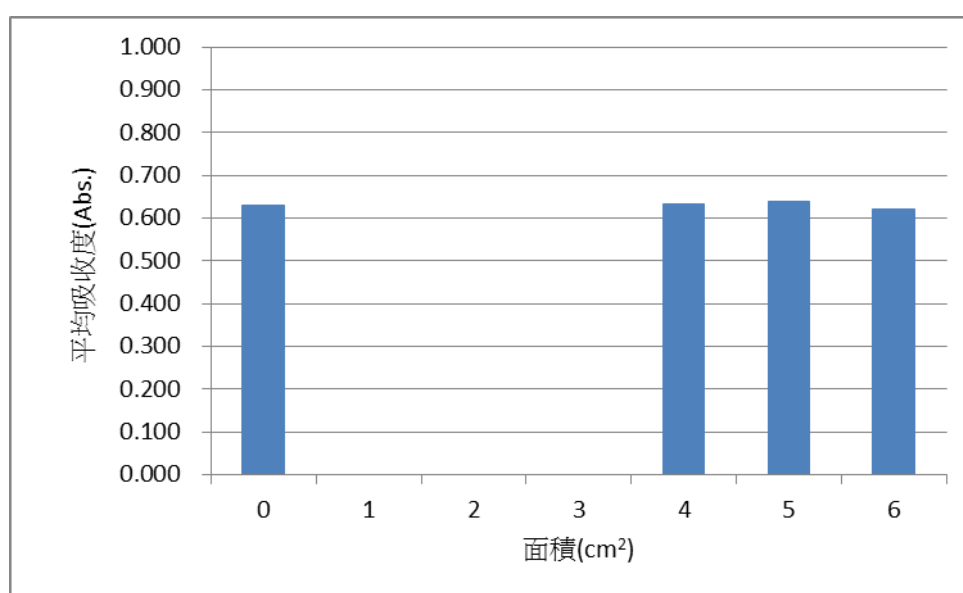
根據圖三十一及表十二可知，吸收度在沒有靜置時達到最高，整體來說吸收度隨著靜置時間的增長而減少。在前幾分鐘的單位時間吸收度變化量較大，而後幾分鐘變化的趨勢則越趨趨緩，甚至出現非常接近的結果。

可知靜置時間越長，咖啡渣所吸收的二氧化氮體積越多，但大約七分鐘後吸收的效果便大幅下降，初步推測是因為吸附的孔洞大多都已填滿，無法容納更多二氧化氮。

【實驗七】探討咖啡渣與二氧化氮接觸面積對吸附二氧化氮效果的影響

表十三 接觸面積對二氧化氮吸附效果的影響

額外面積 (cm ²)	吸收度 1 (Abs.)	吸收度 2 (Abs.)	吸收度 3 (Abs.)	平均吸收度 (Abs.)
0	0.634	0.614	0.644	0.631
4	0.651	0.613	0.636	0.633
5	0.668	0.620	0.630	0.639
6	0.634	0.618	0.610	0.621



▲圖三十二 接觸面積對吸附效果的影響

根據圖三十二及表十三可看出不同的接觸面積下其吸收度並沒有一定的趨勢。因為二氧化氮是奈米尺度大小，所以咖啡渣的堆疊並不會對其吸附量造成很大影響故以雙面膠額外增加吸附面積對實際吸附面積並無很大的影響。所以無論咖啡渣是否堆積，二氧化氮均能進入咖啡渣之間的縫隙並附著於其上，

此結論也可說明咖啡渣重量的增加與吸收度應呈線性關係，較不受堆疊覆蓋的影響。

【實驗八】探討修飾不同官能基之咖啡渣對吸附二氧化氮效果的影響

表十四 以氫氧化鈉修飾之咖啡渣吸附效果

重量(g)	吸收度 1 (Abs.)	吸收度 2 (Abs.)	平均吸收度 (Abs.)
0.100	0.579	0.601	0.579
0.200	0.500	0.540	0.520
0.300	0.425	0.483	0.454

表十五 以硫酸修飾之咖啡渣吸附效果

重量(g)	吸收度 1 (Abs.)	吸收度 2 (Abs.)	平均吸收度 (Abs.)
0.100	0.582	0.643	0.613
0.200	0.514	0.604	0.559
0.300	0.442	0.597	0.520

表十六 咖啡渣之吸附效果

重量(g)	吸收度 1 (Abs.)	吸收度 2 (Abs.)	平均吸收度 (Abs.)
0.100	0.623	0.644	0.634
0.200	0.610	0.575	0.593
0.300	0.579	0.600	0.590

表十七 以氫氧化鈉修飾之碳化咖啡渣吸附效果

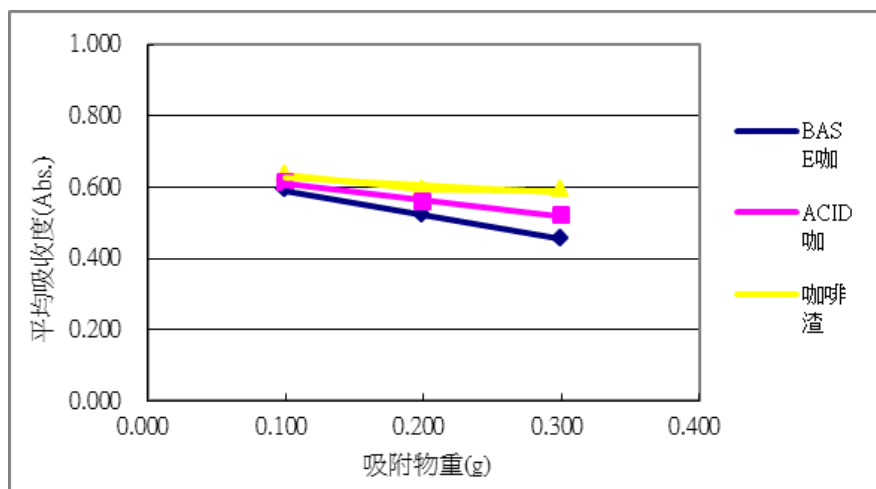
重量(g)	吸收度 1 (Abs.)	吸收度 2 (Abs.)	平均吸收度 (Abs.)
0.100	0.631	0.600	0.616
0.200	0.611	0.591	0.601
0.300	0.585	0.583	0.584

表十八 以硫酸修飾之碳化咖啡渣吸附效果

重量(g)	吸收度 1 (Abs.)	吸收度 2 (Abs.)	平均吸收度 (Abs.)
0.100	0.623	0.603	0.613
0.200	0.612	0.576	0.594
0.300	0.601	0.544	0.573

表十九 碳化咖啡渣之吸附效果

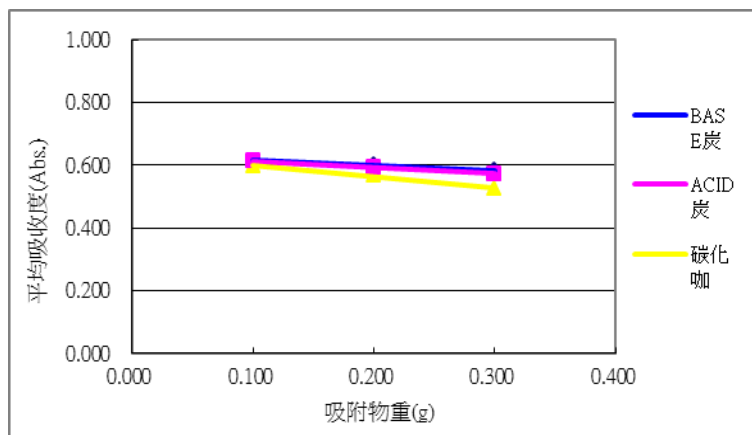
重量(g)	吸收度 1 (Abs.)	吸收度 2 (Abs.)	平均吸收度 (Abs.)
0.100	0.611	0.580	0.596
0.200	0.578	0.554	0.566
0.300	0.540	0.510	0.525



▲圖三十三 比較不同種類無碳化咖啡渣的吸附效果

由圖三十三可知，鹼化後的咖啡渣之吸附效果最好，而酸化後的咖啡渣之吸附效果又比原咖啡渣好，其中還可以發現重量越重其吸附二氧化氮的能力差距越大。

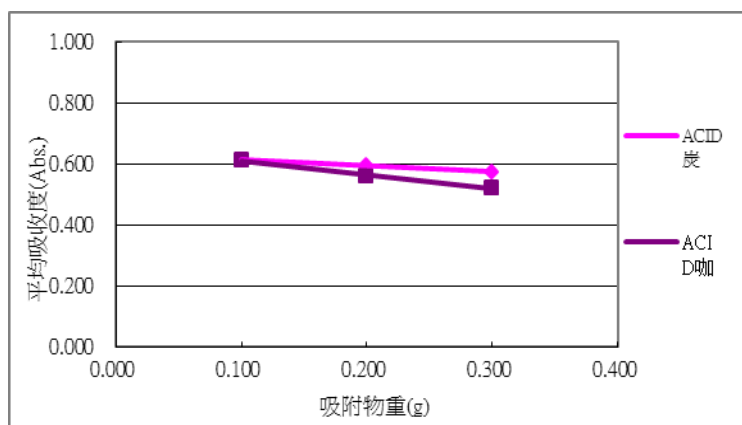
由圖三十七中可知鹼處理者在 $3200\sim 3500\text{ cm}^{-1}$ 的波長區段有氫氧基的特徵峰，故推測造成本實驗結果的原因為以硫酸修飾之咖啡渣會有少量的纖維素被水解成葡萄糖，而以氫氧化鈉修飾之咖啡渣有鹼性官能基，故以氫氧化鈉修飾之咖啡渣吸附效果較佳。



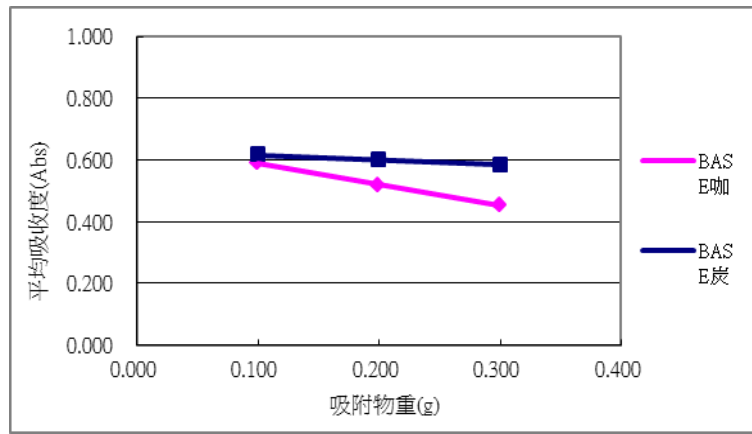
▲ 圖三十四 比較不同種碳化咖啡渣的吸附效果

由圖三十四可知，鹼化或酸化之碳化咖啡渣的吸附效果較原碳化咖啡渣差。

由圖三十八可知，碳化咖啡渣上的官能基不會因為經過酸鹼處理而改變。故推測造成本實驗結果的原因為將由氫氧化鈉及硫酸將處理後，碳材崩解，造成原有孔洞被碳材占據，導致經過處理後的碳化咖啡渣之吸附效果較未修飾官能基的碳化咖啡渣差。

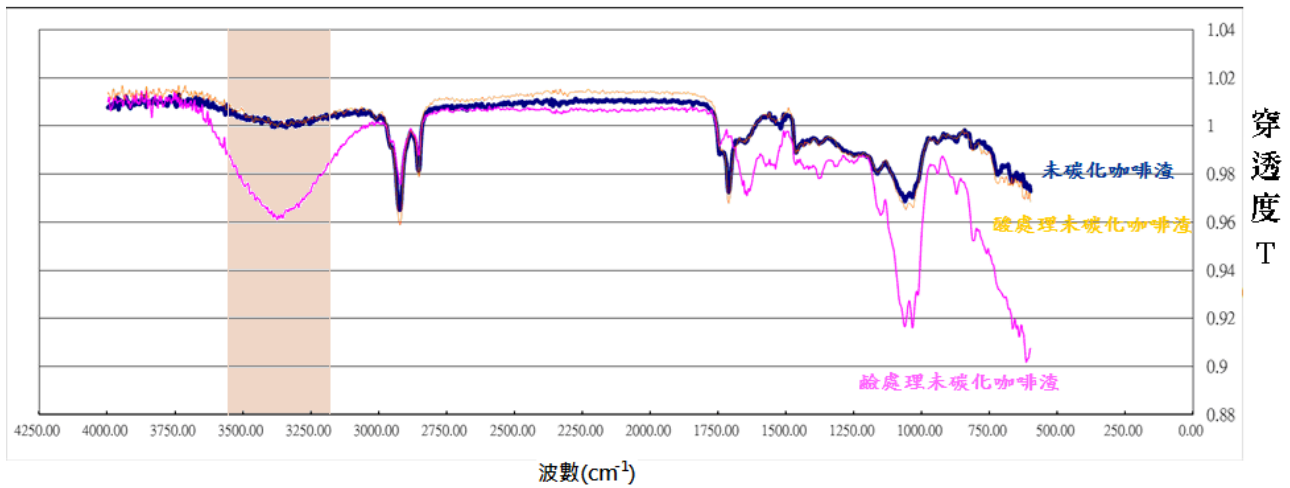


▲ 圖三十五 比較是否碳化對酸化咖啡渣的效果的影響

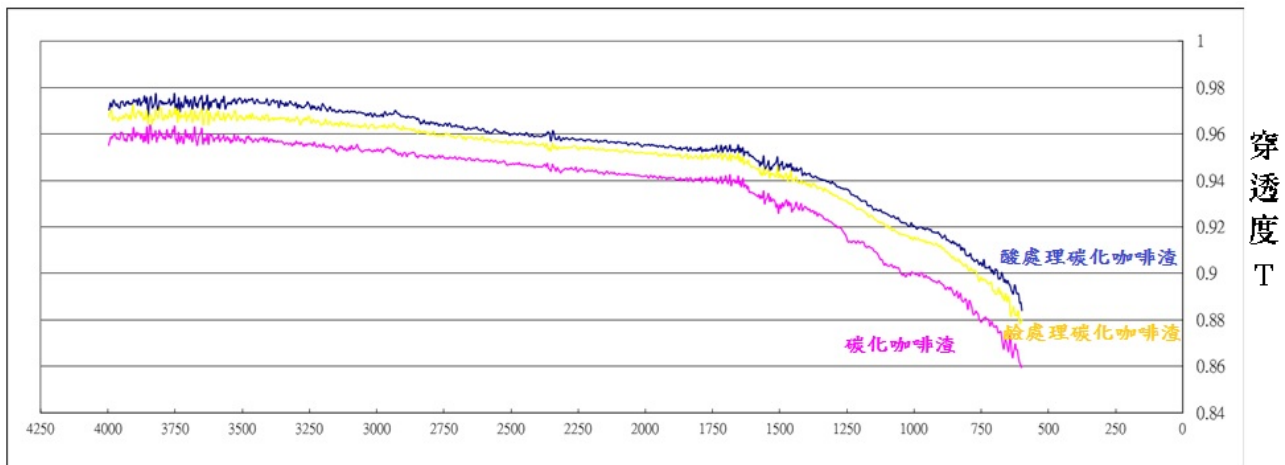


▲圖三十六 比較是否碳化對加鹼處理之咖啡渣的效果的影響

由圖三十四與三十五可知，碳化咖啡渣經酸鹼修飾後無明顯吸附效果，但咖啡渣經酸鹼修飾後有較佳的效果，而又以鹼性尤佳。



▲圖三十七 咖啡渣經修飾後的紅外線光譜



▲圖三十八 碳化咖啡渣經修飾後的紅外線光譜

陸、 結論

- 一、由實驗一的結果可知，在通入 10 mL 前試劑對二氧化氮的吸收度有明顯線性關係，其吸收度對應二氧化氮體積之變化量(M)保持在 0.0689 Abs. / mL NO₂。
- 二、由實驗二的結果可知，在本實驗的裝置及流程下，殘留率(R) 為 0.918，將每克咖啡渣所造成的單位吸收度差乘以 14.47 即是該咖啡渣 1 g 所能吸收二氧化氮的體積(mL)
- 三、由實驗三與實驗四的結果可知，重量較重的吸附物可以吸收較多的二氧化氮。當吸附物孔徑大小大於 0.5mm 時即會出現吸附效果變差的現象，大小在 0.5 mm 以下的吸附物則有相近的吸附效果。
- 四、由實驗五的結果可知，經碳化咖啡渣會使其組成纖維素的官能基受到鍛燒而產生孔洞增加了碳與碳之間可以吸附的空間，進而增強了吸附效果。
- 五、由實驗六的結果可知，咖啡渣吸附的二氧化氮會隨著靜置時間的延長而增加，但在 7 分鐘後增加的幅度即有明顯的下降，應為咖啡渣上可吸附的孔隙大多都已被二氧化氮填滿。
- 六、由實驗七的結果可知，增加接觸面積對咖啡渣的吸附量並沒有太大的影響，可推知咖啡渣的堆疊並不會使其接觸到二氧化氮的面積有明顯的減少。
- 七、由實驗八的結果可知，鹼化或酸化之碳化咖啡渣因為酸鹼處理後，導致原本可以吸附二氧化氮的空間被佔據，故吸附效果較原碳化咖啡渣差。以硫酸修飾之咖啡渣會有少量的纖維素被水解成葡萄糖，而以氫氧化鈉修飾之咖啡渣有鹼性官能基，故以氫氧化鈉修飾之咖啡渣吸附效果較佳。

柒、 未來展望

- 一、我們希望能研究出可以更有效而方便的檢測空氣中二氧化氮濃度的方法，以偵測空氣中二氧化氮濃度是否超標。
- 二、我們希望能研究出如何能使咖啡渣能更有效率的吸附二氧化氮，在最短的時間內能將空氣中超標得二氧化氮濃度降至安全範圍內，以減少二氧化氮對人體的傷害。
- 三、我們希望能研究出能讓咖啡渣吸附更大量二氧化氮的方法，使咖啡渣能發揮最大的利用價值。
- 四、我們希望能找出無論是碳化後或是未碳化咖啡渣，鹼化者的吸收度都高於酸化者的吸收度的原因。
- 五、我們希望能找出格里斯試劑能吸收二氧化氮的最大值，並探討在超過最大值後是否會有其他的反應發生。
- 六、我們希望能以日常生活中可取得的酸鹼對咖啡渣進行修飾。

捌、 參考資料

陳秋炳（102年），高中-基礎化學課本(二)，台北：翰林出版社，第四章－化學與化工

陳秋炳（102年），高中-選修化學課本(上)，台北：翰林出版社，第四章－氧化還原

姜明華，” 鹽酸萘乙二胺分光光度法測定水中亞硝酸鹽氮的不確定度評定 “

<http://www.doc88.com/p-7788767267420.html>

大氣污染檢測 <http://wlkc.gdqy.edu.cn/jpkc/portal/blob?key=5775652&menuNavKey=5893184>

吳俊哲，張薇馥，銀/活性碳複合材料備製與過濾消毒之研究，” 逢甲大學環境與科學學系碩士論文 ”（民96）

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會-染色密碼-紅棕殺手NO₂的偵測

<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/53/pdf/040209.pdf>

重氮化反應、重氮偶聯反應

<http://zh.wikipedia.org/wiki/Wiki>

二氧化氮

<http://baike.baidu.com/view/77656.htm>

有機官能基IR特徵鋒

<http://blog.udn.com/mobile/Gabriel33/3269831>

【評語】 040210

優點：

- (1) 主題包含二氧化氮議題，具環保價值。
- (2) 作者在分析上有先行建立檢量線的測量。

可改進之處：

- (1) 此主題題目和主要內容相差較大，應修正。
- (2) 可選擇較適合的材料來進行此研究。