

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 化學科

最佳團隊合作獎

040201

自製氣體吸附儀

學校名稱：新北市立樹林高級中學

作者： 高二 施志逸 高二 林佳宏	指導老師： 陳佩琪
-------------------------	--------------

關鍵詞：活性炭、吸附劑

壹、摘要

我們利用化學課本上製氧的方法，設計製造及收集氧氣的儀器，再依照活性碳在水中吸附氣體的方式，測試其吸附氧氣的能力，結果以茶渣、橘子皮、磁磚及咖啡渣為最佳吸附劑，因此以這四種製造氣體吸收劑。

我們由實驗測試有孔洞的廢棄物可以吸附氣體。我們實驗結果顯示，應用自製的廢氣吸收劑，配合嚴密的攔阻設計，可有效降低空氣中的廢氣，進一步減緩地球暖化及空氣污染。

貳、研究動機

每當我們上、下學的尖峰時刻，馬路上來來往往的汽、機車及大眾交通運輸工具所排放出的黑煙及臭味便會充斥在我們的左右。後來在我們多次收到同學們一連串的抱怨及不快的感受，這讓我們開始思考是否可以利用廢棄物來吸附氣體達到廢氣吸收的功效，因此我們便利用有孔洞的廢棄物來吸附氣體的性質，找出較佳的氣體吸附劑。

參、研究目的

- 一、利用自製的廢氣收集器，收集交通工具的廢氣。
- 二、利用活性碳吸附氣體的方法，找出有效吸附氣體的廢棄物。
- 三、觀察廢棄物對廢氣的吸附量。
- 四、檢驗自製氣體吸附劑的吸附效果。

肆、研究器材及設備

一、器材：

改良前：玻璃管、橡皮管、注射筒、橡皮塞、錐形瓶、漏斗、濾紙、秤量紙、滴管、電子秤、刮勺、鉢、烘箱、茶包袋、保鮮夾、L型管、鐵架、Y型管、防水膠、單向頭、量筒、氣球、燒杯、鐵鎚、萃取瓶.....

改良後：玻璃管、橡皮管、注射筒、橡皮塞、錐形瓶、漏斗、濾紙、秤量紙、滴管、電子秤、刮勺、鉢、烘箱、保鮮夾、鐵架、量筒、燒杯、鐵鎚、磁攪石、防水膠、血心塞.....

二、藥品及材料介紹：

活性碳、過氧化氫、二氧化錳、凡士林、茶渣、咖啡渣、柳丁皮、磁磚、粉筆

伍、吸附物成分

一、茶葉：

茶葉中含有咖啡因、兒茶素、單寧...等成分，由於兒茶素類對除去甲硫醇臭味有良好效果，日本已使用兒茶素類製成商品化之除臭口香糖、香菸濾嘴，以除去抽菸者的口臭。此外。日本也透過豬、雞及人體實驗顯示餵食兒茶素兩週後，排泄糞臭味有顯著減輕，此原因在兒茶素類對腸內產生惡臭細菌有抗菌效果。

二、柳丁皮：

柑橘類果皮含豐富的成分，尤其在中果皮之含量。類黃酮能有效抑制巨大細胞可預防過敏反應。類黃酮可促進膠原蛋白的合成。與柑橘精油中一些成分協同作用，提供某程度抵抗被微生物感染的能力。各種柑橘屬植物之果皮含有多種 SOD 同功酶。柑橘皮精油成分以 limonene 為主，至少佔 48%，最高可達 97%，其他成分如 pinene、myrcene、terpinene、linalool 等含量約在 1-10% 之間。柑橘精油亦可用於除臭的功用，因此常被作為天然芳香劑。

三、咖啡渣：

咖啡豆的主要成分為纖維質，經過高溫烘培後，其實有部分已經碳化，如活性碳。還有咖啡渣結構相當膨鬆。也就是說咖啡渣的結構非常像活性碳有非常多孔隙，這些都可以幫助吸附一些有機物質，咖啡渣中還殘留一點咖啡的香氣，也可以掩蓋一部份不好的氣味，不只是咖啡渣很多纖維質的東西經過烘培或炭化後都有一樣的效果。

至於吸收的化學反應，我們可以大致以下列反應來說明：

(一般的臭味分子大多含有 N 等官能基)

1、臭味分子上的 N 官能基可以和酸基 $-\text{CO}_2\text{H}$ 。

中和反應生成 $-\text{CO}_2(-)\text{NR}_2\text{H}(+)$ 。

2、臭味分子上的 N, S 官能基和醛基/酮基 $\text{C}=\text{O}$ 。

反應生成 $\text{C}=\text{NR}_2$, $\text{HO}-\text{C}-\text{SR}$ 。

3、臭味分子上的 N, S 官能基可以加成到不飽和基 $\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{O}$ 反應生成

$\text{RNC}-\text{CH}-\text{C}=\text{O}$, $\text{RSC}-\text{CH}-\text{C}=\text{O}$

經過以上化學反應將臭味分子轉換成高沸點化合物降低臭味。

而咖啡渣上的眾多 $\text{C}=\text{C}$ 、 OH 基團還可以透過極化及氫鍵與臭味分子產生物理吸附的效果。

四、活性碳：

活性碳的主成分為碳，並摻有少量的氫、氧、氮、硫等化合而成，為黑色且表面複雜的多孔性物質，結構則為碳所形成的六環狀物，粒形可以從圓柱形粗顆粒到細粉末粒子，故有粒狀及粉末狀兩種型態。

活性碳無臭、無味，不溶於水和有機溶劑，對有機高分子物質有很強的吸附

力，而對於液相中的微量成分、色素、臭氣物質等具有高度的去除能力。最適用 pH 值為 4.0~4.8，最佳應用溫度為 60~70°C。比如除臭用活性炭以微孔含量高者為佳，但此種活性炭卻不見得適用於脫色。

陸、研究過程及結果

(改良前)

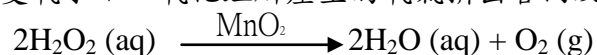
一、製造及收集氧氣的方法

依化學課本的方法製造並收集氧氣：

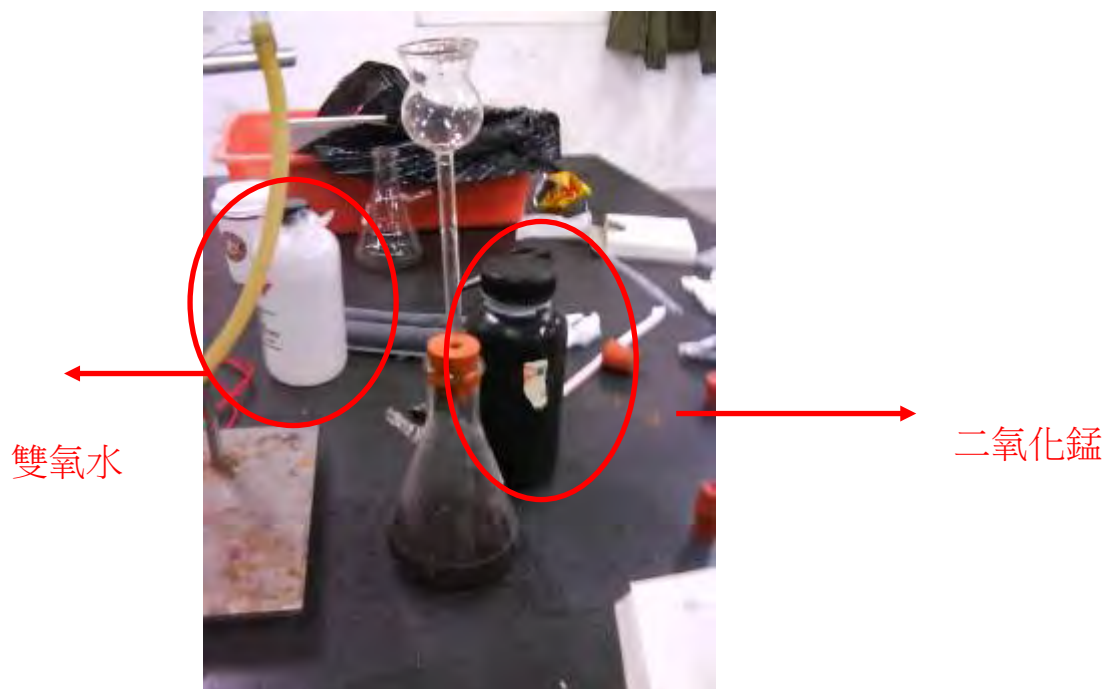
先在錐形瓶中裝少許的水，再放入二氧化錳並滴入雙氧水，塞上橡皮塞，搖晃錐形瓶。一開始的氣體不要收集，後以橡皮管及玻璃管收集。

依自製的方法收集氧氣：

- 1、玻璃管及橡皮管內灌滿水。
- 2、以雙氧水+二氧化錳所產生的氧氣擠出管內及橡皮管內的水。



- 3、橡皮管及玻璃管內充滿氧氣 (56.5 mL)。



討論：製造氧氣的方法(水+雙氧水+適量的二氧化錳)，將小孔用凡士林塗抹以防止氣體洩出。

(改良後)：

二、依自製的儀器收集氧氣

- 1.先在錐形瓶 A 中裝少許的水。
- 2.加入些許的二氧化錳並套上血心塞。
- 3.以針筒 C 吸滿雙氧水，並慢慢打進 A 瓶內，如果一次加入的量太多或注入速度過快，會因為瓶內外的壓力差距而衝出錐形瓶。
- 4.在錐形瓶 A 的另一頭套上透明塑膠管，連接到另一個錐形瓶 B。
- 5.也在 B 瓶的瓶口套上另一個血心塞，將針頭 D 穿過血心塞插進 B 瓶內，使針頭可以進入充純氧的錐形瓶 B 中，收集到純氧。

註：此裝置需不停的製造氧



三、收集廢氣的方法

1. 依自製的廢氣收集器收集汽機車及大眾交通工具的廢氣：

- (1) 用小漏斗放置於排氣孔前。
- (2) 用針筒抽取廢氣並打入氣球內。
- (3) 以保鮮夾夾住氣球以防廢氣外逸。



2. 廢氣收集器：將針筒接上 Y 型管，一邊接氣球、另一邊接漏斗（中間放單向頭使氣體不會回灌），以針筒抽取廢棄再打入氣球中。



3. 收集廢氣，因為排氣孔熱度很高，實驗過程中必須戴手套或將手伸入袖口中防止熱氣造成的危險。



4. 廢氣：

用氣球收集汽、機車及大眾交通運輸工具所排放出來的廢氣，於氣球吹氣口套上單向頭以防止氣體外漏在於吹氣口前端夾上保鮮夾確保氣體的純度。



5. 灌入廢氣：

以雙手將廢氣灌入玻璃管中，把氣球的吹氣口接上 A 管，擠壓氣球使廢氣可以快速灌入 A 管。

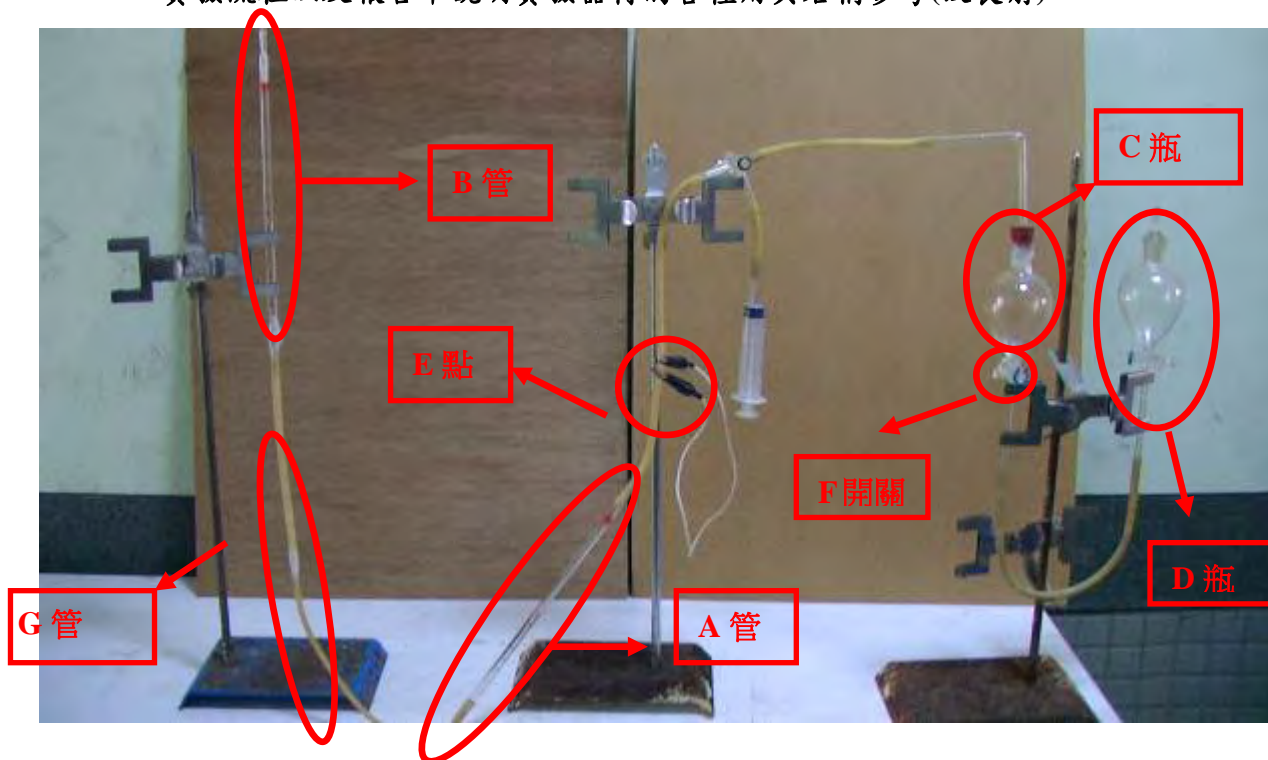
四、實驗流程(氣體吸附儀改良前)

- 1、將 B 管升高，讓 B 管的水灌滿 A 管及橡皮管 G，使 A 管及橡皮管 G 中的氣體排出(真空)。
- 2、將氧氣製造瓶接上橡皮管 G。
- 3、用氣體壓力將 A 管及橡皮管 G 中的水擠回 B 管，使氧氣充滿 A 管及橡皮管 G。
- 4、以保鮮夾夾住 E 點(橡皮管與 L 型管的連接處)。
- 5、將 C 瓶及橡皮管 H 中灌滿活性碳水，D 瓶中裝入少量的活性碳水，接著關緊 F 開關。
- 6、於 C 瓶中放入吸附物。
- 7、使 C 瓶與 A 管同高，然後用橡皮管 G 連接 C 瓶並拉直後，D 瓶放置低於 C 瓶。
- 8、打開 E 點與 F 開關，待氧氣全擠入 C 瓶，夾緊 E 點並關起 F 開關。

註:若氧氣未完全擠入 C 瓶，先將 E 及 F 關閉，再將 B 管注滿水。

- 9、靜置三分鐘。
- 10、將 D 瓶舉高，B 管降低，打開 E 點的保鮮夾及 F 開關，讓 D 瓶的水回流至 C 瓶，讓 C 瓶裝滿水使瓶子中剩餘的氣體擠回 A 管。
- 11、測量 A 管剩餘的水量，得知氣體的吸收量。

實驗流程以及報告中說明實驗器材的各種用具名稱參考(改良前)



五、實驗流程(氣體吸附儀改良後)

- 1、先將錐形瓶 A 裝滿活性碳水(不可任何的氣泡在內)。
- 2、於錐形瓶 A 中放入磁攪石，並於瓶口套上血心塞。
- 3、用針筒穿過錐形瓶 A 的血心塞抽出 3 筒的水量。
- 4、加入吸附物，將錐形瓶 A 抽成真空，再打入大約 39 毫升以雙氧水和水所收集出的純氧。
- 5、將橡皮管一頭接上玻璃管，於玻璃管和橡皮管中注滿水，並在將橡皮管中的氣體擠出。
- 6、在 A 瓶的另一個接口接上已經裝滿水的橡皮管及玻璃管，夾上保鮮夾以防水外漏。
- 7、分別靜等 5 分鐘及 10 分鐘。
- 8、打開保鮮夾並將錐形瓶內剩餘的氣體排至橡皮管及玻璃管。
(玻璃管及橡皮管的水擠進錐形瓶內裝滿)
- 9、將橡皮管及玻璃管內剩餘的水到出並測量，測量出的水量即為吸附物吸收氣體的量。

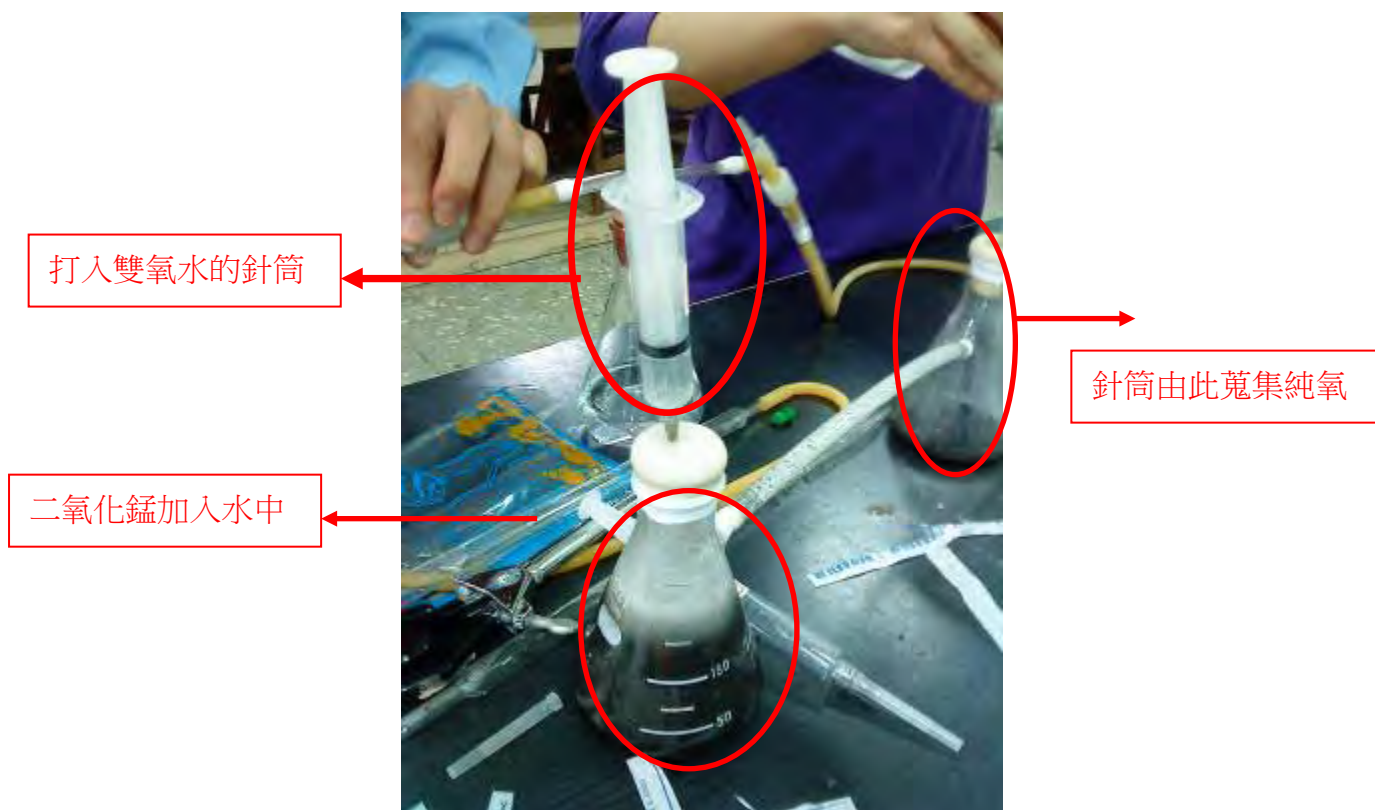


六、所需的材料製備

1. 過濾活性碳水，避免吸附物與水中氣體反應，先將水中放入活性碳，靜置到水中無氣泡產生，後將其以濾紙(紙上依然灑上活性碳)過濾收集滴落餘瓶中的水，並以凡士林塗抹於小孔洞以防氣體進入。



2. 製造及蒐集純氧 將二氧化錳加入水中，以血心塞塞住瓶口，用針筒打入雙氧水，所製造出的純氧會經由連接的管子到另一個錐形瓶，用另一枝針筒插入充滿純氧的錐形瓶，便可以蒐集到所製備出的純氧。



3. 將吸附物及鉢烘乾、剪成碎屑狀，再將碎屑物磨成粉。



七、改進的儀器及方式

1. 改進方法一：

在萃取瓶旁接上裝滿水的針筒，擠壓針筒裡的水注入萃取瓶中，並將剩餘的氣體擠回玻璃管，但是針筒水量不足，在替換針筒的時間差時會跑入空氣，因此，便將針筒換成萃取瓶，利用連通管原理(水位的高低差)將 D 瓶的水擠回 C 瓶，使剩餘的氣體完全注入玻璃管內，且不會跑入空氣。



(1) 改進前：以針筒將水擠回萃取瓶，若水量不足會跑入空氣。



(2) 改進後：將針筒換為萃取瓶以連通管原理將剩餘的氣體完全注入玻璃管內。

2. 改進方法二：

將吸收物直接放入萃取瓶的水中，有些顆粒較小的吸收物會堵住萃取瓶的開關，使水無法順暢流動，所以便將吸收物置入茶包袋中，使水可以順利通過萃取瓶的開關。



(1)改進前：未使用茶包袋的吸附劑會堵塞住開關，水無法順暢流動。



(2)改進後：使用茶包袋的吸收劑，水可以順利的通過萃取瓶的開關。

3. 改進方法三：

以鱷魚夾夾住E點使蒐集的氣體不會外逸及逆流，可是鱷魚夾太小，無法完全使氣體留在橡皮管及玻璃管中，使實驗數據不精確。在無意中發現保鮮夾可以完全防止氣體外逸、逆流，且可以方便操作。



(1)改進前：

使用鱷魚夾的裝置無法完全使氣體留在橡皮管及玻璃管中，且實驗進行中需兩人操作。



(2) 改進後：使用保鮮夾的裝置以完全防止氣體外逸、逆流，而且不需兩個人便可以操作。

4. 改進方法四：

玻璃管上會有一些小洞，一開始以小紙片塞住洞口或直接用塑膠袋蓋住洞口，但容易因為壓力或人為移動、施力而掉落，導致實驗數據的準確度有些許的誤差，後來在網路上查詢，發現我們可以用凡士林塗抹在孔隙後再塞上小紙團，便不容易掉落。



(1) 改進前：

直接以塑膠袋蓋住瓶口，容易有我們沒有注意到的空隙，使氣體近入過濾完成的活性碳水，導致實驗數據不精確。



(2)改進後：以凡士林塗抹於孔隙，紙片較不易掉落，實驗數據的準確度正確。

5. 用氧氣將水推出橡皮管及玻璃管外，被排出的水可以由另一管懸空的橡皮管中溢出，將水以量筒蒐集後便可以得知被水被排出的體積及氧氣灌入的體積。



6. 實驗完成之後，將最後在玻璃管中剩餘的水倒入試管中，便可得知氣體吸附的水量多寡及實際體積。



測出的水量

柒、研究與討論

一、利用以氧氣篩選可做為吸收劑的材料

- 1.將活性碳水注入萃取瓶(C瓶)中，在連用橡皮管接至A管，將A管中的氣體擠入萃取瓶(C瓶)內。
- 2.利用連通管原理將C瓶中剩餘的氣體擠回A管，測量A管內剩餘的水量，得知吸附物吸收的氣體體積。選出最佳的四種作為廢氣的吸收劑。雖然現在市面上有所謂的活性碳口罩，成分為活性碳，但我們可以從以上的數據中發現咖啡渣、未磨的磁磚、以磨過的茶渣以及未磨過的橘子皮，吸附氣體的效果遠遠大過活性碳的效果。

各萃取瓶中裝入物質的質量皆為3克。

	已磨	未磨
活性碳	2.0 ml	3.1 ml
咖啡渣	7.1 ml	
磁磚	4.3 ml	7.2 ml
茶渣	9.0 ml	1.8 ml
橘子皮	4.8 ml	8 ml (碎狀非粉狀)
粉筆	4.8 ml	

註：(1.)咖啡渣已為粉狀。 (2.)粉筆於水中無法呈現塊狀。

※對於數據的探討：

- 1.活性碳對氣體吸附力竟會遠小於咖啡渣、磁磚和橘子皮。
- 2.未磨過瓷磚的氣體吸附量比已磨的氣體吸附量高。

二、利用以二氧化碳篩選可做為吸收劑的材料

	重量	體積
活性炭	3.0g	3.23 mL
咖啡渣	3.0g	2.2mL
磁磚	3.0g	4.2 mL
茶渣	2.0g	4.7 mL
橘子皮	10.0g	8mL
粉筆	3g	3.8mL

吸附物	PH 值
橘子皮	6.762
茶葉	6.500
活性炭	2.540
粉筆	8.268
咖啡	5.445
磁磚	7.489

註：對於數據的探討：

1. 活性炭對氣體吸附力竟會遠小於咖啡渣、磁磚和橘子皮。
2. 廢棄物磁磚的氣體吸附量出乎意外高。可能是氣體吸附時受到物質酸鹼性而影響氣體被吸附量。進而為化學吸附作用。

三、以最佳的氧氣與二氧化碳吸附劑篩選可做為吸收廢氣的材料。

	機車	汽車	公車
茶渣(磨)	7.2 ml	7.6 ml	6.6 ml
橘子皮(未磨)	6.8 ml	7.2 ml	6.4 ml
磁磚(未磨)	2.7 ml	2.0 ml	3.2 ml
咖啡渣(磨)	7.3 ml	6.1 ml	6.6 ml

註：以上為依照氧氣的吸附量所排出的前四名。

※操作方式及過程皆和氧氣組的操作方式相同。

(一)、汽機車排放的廢氣主要成份：

無害成份：氮、水氣、二氧化碳。

有害成份：一氧化碳、碳氫化合物、氮氧化化合物、及其他較微量的成分。一氧化碳和血紅素結合，影響血液輸送氧氣，造成一氧化碳中毒。碳氫化合物濃度低時會對呼吸系統產生刺激，較高濃度時則會對中樞神經系統產生影響。

(二)、大眾交通運輸工具(以公車為例)的廢氣主要成分：

大部分柴油車等機械工具車、公車、運輸車.....等，他們所排出的氣體除了上述的廢氣外，還有許多碳的懸浮微粒，這些粒子都是呈現黑色的，故我們常見黑色的氣體從較古老的公車排出。

捌、結果與討論

- 一、化學課本中只有教如何製造氧氣，我們便和化學老師討論如何更進一步將氧氣擠入玻璃管，不過實際操作時仍會遇到困難，比如：橡皮塞爆開、氣體外洩.....等等問題，幸好經過不斷的嘗試及改良，使我們可以順利收集到純氧。
- 二、不知如何收集廢氣，一開始先以夾鍊帶(及塑膠袋)收集，再以針筒抽取及打入，但是，由於針筒的大小粗細有限，在替換針筒的時候會有些許的空氣跑入或洩氣，後來和老師討論後，建議以氣球加上自製的廢氣收集器(漏斗、橡皮管、Y型管、單向頭及針筒)收集廢氣。
- 三、我們尋找氣體吸附劑的方法是依照〈工業定量分析〉一書中氣體分析的方法，進一步找出較佳的吸附劑。

- 四、原本我們以氣球直接接上 B 管，導入廢氣，但是發現水的壓力大於氣體的壓力，因此水會將廢氣擠回氣球中，所以我們利用單向頭，將廢氣在擠入 B 管，使廢氣不會逆流。
- 五、實驗顯示，未磨的活性碳吸附力較磨過的佳，因為磨過的活性碳中的孔洞被堵塞，以致於吸附量減少，而磁磚與橘子皮的吸附量變化原因和活性碳相同。
- 六、因為橘子皮、茶葉、粉筆、磁磚微鹼性物質，而若吸附二氧化碳較為容易，所以為化學吸附作用。
- 七、磨過茶渣適合當汽機車及大眾交通工具排放廢氣的吸附劑。
- 八、吸收劑雖能吸收廢氣，但必須在氣體不好流通的空間內才可以達到效果。
- 九、製備氧氣的過程中應該要將橡皮塞塞上，以免壓力不夠大，使得水會回流至製氧瓶。

玖、未來展望

1. 若將時間拉長，我們可以嘗試將萃取瓶放置的時間增加至 5 分鐘、30 分鐘、一小時，一天，甚至是一個星期，便可在得知吸收物的吸收量會不會因時間的長短而有所變化。而將吸收物置於排氣孔附近吸收廢氣，已達到減少二氧化碳，減緩地球暖化的危險。
2. 而且，因為礙於有限的資源及器材，在蒐集氣體時可能會有一些氣體外漏，以於些微的實驗誤差而在製作活性碳泡水(以下簡稱活性碳水)時，會因為錐形瓶的一些細微的孔洞以及在倒水的過程中不經意的小疏忽，可能會造成活性碳水不完全去除氣體，未來，如果可以克服這一個問題，實驗數據的誤差便會降低。
3. 我們也可以將現在市面上的活性碳口罩做一些變化，例如將活性碳改為咖啡渣、橘子皮或茶渣……等附有天然香氣的吸附劑，製造出具有不同香味的口罩，也可以將吸收劑放入茶包中，自製芳香吸收劑，可以放入衣櫃或鞋子中除臭，工業區中工廠所排放出來的廢氣，可以先將收集起來，以廢氣吸收劑吸附後再排放到我們的大自然，可以減少空氣的汙染及人類呼吸道感染的疾病。現今的咖啡廳雅座，為了群眾對於二手菸的排斥而分為吸菸區及禁菸區，若可以於吸菸區將吸附劑放於空間的角落或桌面，便可以有效降低二手菸的傷害，二來也可以達到芳香除臭的功效。
4. 未來也可以利用廢棄物自製像濾水器一樣的吸附儀。



拾、資料參考來源

歷屆科展作品：

1、第 49 屆中小學科學展覽會作品說明書：

乙烯吸收劑。私立東海高級中學。自治乙烯吸收劑，且有效吸收乙烯的試劑。

2、第 48 屆中小學科學展覽會作品說明書：

木炭竹碳誰好「色」。國立善化高級中學。探討竹碳及木炭何種吸附顏色效果較佳。

3、第 48 屆中小學科學展覽會作品說明書：

一氧化碳現形劑，基隆女子高級中學。

4、中等學校學生科學研究獎助作品說明書：

真的假的?! 甲殼素在不同條件下對金屬吸附於染色劑吸附的研究。麗山高級中學

5、國立交通大學工學院專班永續環境科技學程碩士班：

以一氧化鈣捕獲廢氣中二氧化碳溫室氣體之吸附與再生效能研究。

研究生：黃欽銘，指導教授：白曠綾。

書面資料報告：

1、不同除臭材質對氨氣除臭效果之探討。

台南高級海事水產職業學校。

2、活性碳吸附劑之選擇與吸附塔。

3、〈工業定量分析〉：

楊思廉主編，五洲出版社出版。

第二十五章：氣體分析，第 194 頁：黑培爾氏氣體分析裝置。

網路資料：

1、柑橘果皮成分及開發利用：<http://fswww.npust.edu.tw/007/N/N92/citrus.htm>

2、活性碳的成分：<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1607072006386>

3、咖啡渣的成分：

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1508052501681>

4、茶葉渣的成分：<http://www.taipingbird.net/health/newmsg2.asp?id=000110>

【評語】 040201

本研究旨在與生活材料如茶渣、咖啡渣、陶瓷...等進行吸附氣體實驗。基本數據可信度不佳，但將課本實驗的壓力計引入，以體積差測氣體量的做法，在資源不足下，值得鼓勵。