

新竹市第四十一屆中小學科學展覽會

作品說明書

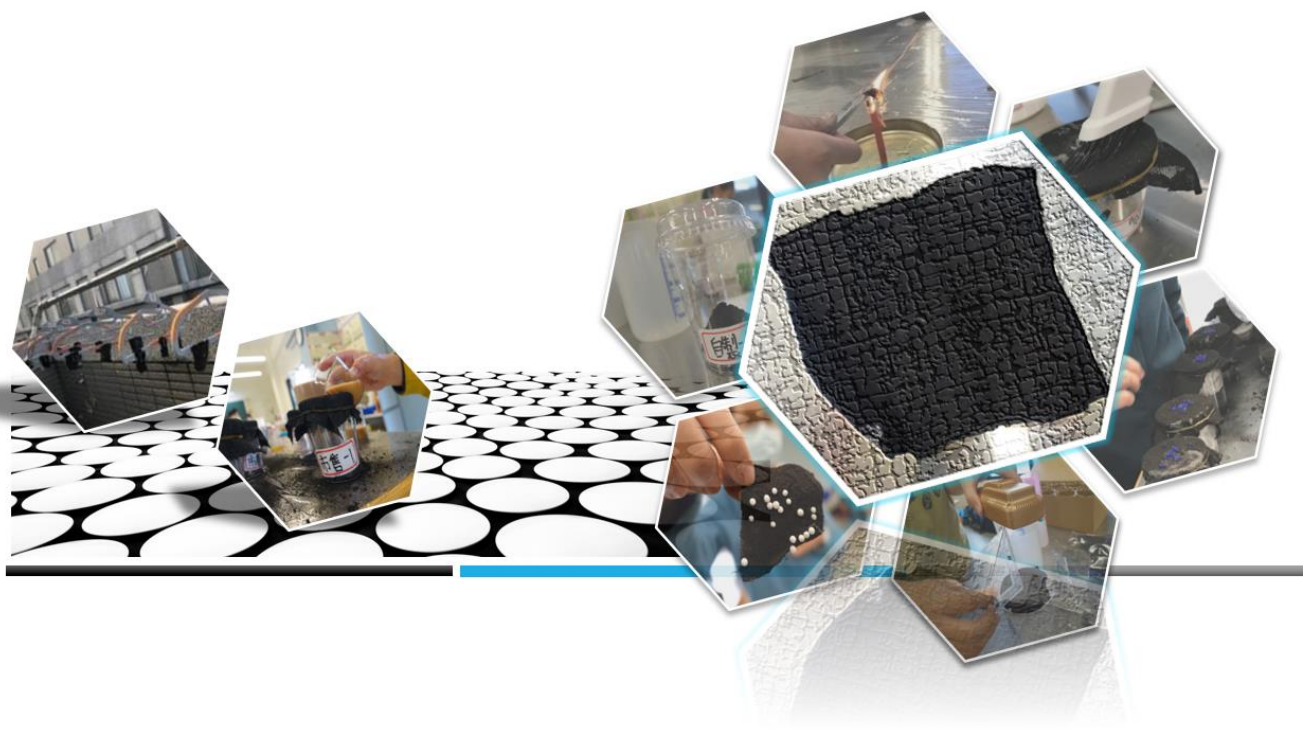
科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：「粽」望所歸，讚「碳」不已—以粽葉悶燒製作活性碳
之相關研究

關 鍵 詞： 活性碳、回收粽葉、口罩

編 號：



目錄

參考文獻回顧.....	2
摘要.....	3
壹、研究動機.....	3
貳、研究目的.....	3
參、實驗流程圖.....	4
肆、實驗材料.....	5
伍、相關課程與實驗.....	6
陸、實驗方法與結果.....	7
一、吸水實驗.....	7
二、耐候實驗.....	8
三、防水實驗.....	9
四、透氣實驗.....	10
五、掩埋實驗.....	11
六、蒸發實驗.....	12
七、燃燒實驗.....	13
八、耐摺實驗.....	14
九、靜電實驗.....	15
十、濾水實驗.....	16
十一、食用實驗.....	17
十二、防塵實驗.....	18
十三、吸附實驗.....	19
十四、再生實驗.....	20
十五、保存實驗.....	21
十六、紫外線實驗.....	22
十七、密封實驗.....	23
柒、討論.....	24
捌、結論.....	26
玖、生活應用.....	27
拾、參考文獻.....	28

參考文獻回顧

看完科展報告後，我們也上網尋找資料，發現很多人利用各式材料製作活性碳，例如：咖啡渣、落葉、銀合歡...等，但是目前沒有人利用粽葉來製作活性碳，也沒有現成資料可以查詢，因此我們決定利用已經曬乾沒有水分的粽葉來製作活性碳。

(一)、主要參考文件

此為參考文件及閱讀後心得。

來源	作品名稱	相關概念及研究
全國科展第51屆	「水」中送「碳」-活性碳對各類水溶液的吸附研究	他們做的活性碳無法阻隔水溶液。
全國科展第61屆	碳為觀止-回收式生物碳吸附光解膠囊	他們將生物碳回收，並與市售生物碳做比較。

(二)、活性碳材料

本研究主要探討粽葉是否能製成活性碳，查閱了以前的資料發現：他們使用不同種類的材料分別製作活性碳。

來源	作品名稱	相關概念及研究
全國科展第44屆	口罩中的精靈-活性碳 DIY	利用不同材料做成活性碳，然後比較各個活性碳的功能。
全國科展第59屆	澎湖銀合歡活性碳製備與性質之探討	利用銀合歡製作活性碳，並與市售的活性碳做相關實驗的比較。

(三)、活性碳實驗(靜電)

本研究要探討自製粽葉的活性碳是否能產生靜電，查閱了以前的資料發現：他們使用不同方式來觀察靜電的效果。

來源	作品名稱	相關概念及研究
全國科展第43屆	灰頭土臉—校園灰塵的觀察研究	他們發現灰塵裡有可以懸浮或隨著空氣流動的細小物體，而灰塵沉降的方式並不一定，有因材質不同所造成之靜電。
全國科展第57屆	靜電 in, 粉塵 out!-靜電板擦研究	他們利用"靜電吸附能力"結合板擦布摩擦吸粉的效果，製造出新一代靜電板擦。

摘要

我們將粽葉以鋁箔紙包覆後，壓平去除空氣隔絕氧氣，再放入裝滿沙子的鍋中，用沙子覆蓋以卡式爐加熱悶燒，碳化後磨製成粉，以紗布噴上完稿噴膠並均勻撒上粽葉活性碳粉，與市售材料進行比較，發現粽葉活性碳相對於市售產品具有以下優點：

1. 較透氣，不會讓戴口罩者感到不舒服，還能阻隔灰塵或粉筆灰被吸入身體。
2. 不因吸汗而沾黏，故通透性能持續保持良好，長時間配戴也很舒適。
3. 粽葉活性碳紗布的耐摺功能最好，禁得起重覆彎折的考驗。
4. 粽葉活性碳紗布在正常環境下不易分解，能長期保存維持相關功用。
5. 粽葉活性碳粉還可以用來淨化水質、減少水質汙染。

粽葉活性碳因為是天然竹葉乾燥，棉質紗布也是天然材質，製成口罩使用後，無論掩埋在土壤裡或者以焚燒方式處理廢棄物，都不會產生異味跟有毒氣體而造成空氣汙染。

壹、研究動機

有一天我們在上自然課時，做了有關燃燒的實驗，老師請大家戴上活性碳口罩，可是為什麼一定要戴活性碳口罩？活性碳又有什麼功用呢？回家後我們查了歷屆科展資料以及相關活性碳知識，發現活性碳具有吸附有機物質及淨化空氣的功用。但製作過程與總是需要兩周、14 天以上，還需要砍伐高達 10 公尺以上直徑 15 公分的竹子，耗費許多能源才能燒製成功！過程中產生許多空氣汙染微粒，反而是空汙的原凶啊！

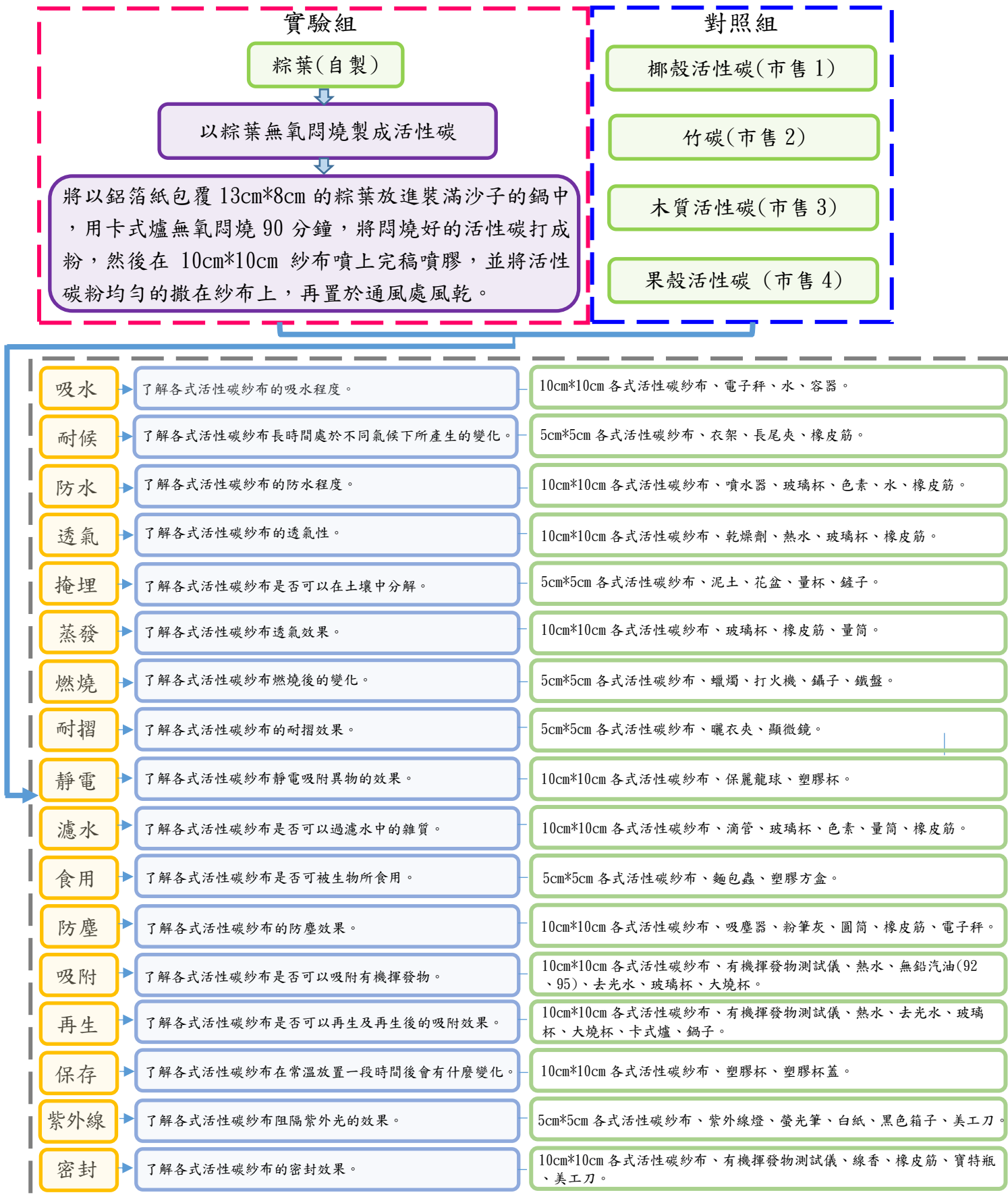
我們找自然老師討論時，想到端午節在吃粽子的時候，粽葉本身就是含有乾燥植物纖維的材質，如果用粽葉自製環保活性碳，還可以將用過的粽葉回收再利用！減少一些廢棄物。到底會不會成功且有效果呢？於是我們決定開始大量蒐集粽葉，把它用砂子悶燒後磨成活性碳粉，撒在紗布上來製作環保活性碳紗布，並開始做了一連串的實驗……。



貳、研究目的

一、吸水實驗	了解各式活性碳紗布的吸水程度。
二、耐候實驗	了解各式活性碳紗布長時間處於不同氣候下所產生的變化。
三、防水實驗	了解各式活性碳紗布的防水程度。
四、透氣實驗	了解各式活性碳紗布的透氣性。
五、掩埋實驗	了解各式活性碳紗布是否可以在土壤中分解。
六、蒸發實驗	了解各式活性碳紗布透氣效果。
七、燃燒實驗	了解各式活性碳紗布燃燒後的變化。
八、耐摺實驗	了解各式活性碳紗布的耐摺效果。
九、靜電實驗	了解各式活性碳紗布靜電吸附異物的效果。
十、濾水實驗	了解各式活性碳紗布是否可以過濾水中的雜質。
十一、食用實驗	了解各式活性碳紗布是否可被生物所食用。
十二、防塵實驗	了解各式活性碳紗布的防塵效果。
十三、吸附實驗	了解各式活性碳紗布是否可以吸附有機揮發物。
十四、再生實驗	了解各式活性碳紗布是否可以再生及再生後的吸附效果。
十五、保存實驗	了解各式活性碳紗布在常溫放置一段時間後會有什麼變化。
十六、紫外線實驗	了解各式活性碳紗布阻隔紫外光的效果。
十七、密封實驗	了解各式活性碳紗布的密封效果。

參、實驗流程圖















肆、研究設備及器材

實驗名稱	實驗材料
一、吸水實驗	10cm*10cm 各式活性碳紗布、電子秤、水、容器。
二、耐候實驗	5cm*5cm 各式活性碳紗布、衣架、長尾夾、橡皮筋。
三、防水實驗	10cm*10cm 各式活性碳紗布、噴水器、玻璃杯、色素、水、橡皮筋。
四、透氣實驗	10cm*10cm 各式活性碳紗布、乾燥劑、熱水、玻璃杯、橡皮筋。
五、掩埋實驗	5cm*5cm 各式活性碳紗布、泥土、花盆、量杯、鏟子。
六、蒸發實驗	10cm*10cm 各式活性碳紗布、玻璃杯、橡皮筋、量筒、橡皮筋。
七、燃燒實驗	5cm*5cm 各式活性碳紗布、蠟燭、打火機、鑷子、鐵盤。
八、耐摺實驗	5cm*5cm 各式活性碳紗布、曬衣夾、顯微鏡。
九、靜電實驗	10cm*10cm 各式活性碳紗布、保麗龍球、塑膠杯。
十、濾水實驗	10cm*10cm 各式活性碳紗布、滴管、玻璃杯、色素、量筒、橡皮筋。
十一、食用實驗	5cm*5cm 各式活性碳紗布、麵包蟲、塑膠方盒。
十二、防塵實驗	10cm*10cm 各式活性碳紗布、吸塵器、粉筆灰、圓筒、橡皮筋、電子秤。
十三、吸附實驗	10cm*10cm 各式活性碳紗布、有機揮發物測試儀、熱水、無鉛汽油(92、95)、去光水、大燒杯、玻璃杯。
十四、再生實驗	10cm*10cm 各式活性碳紗布、有機揮發物測試儀、熱水、去光水、大燒杯、玻璃杯、卡式爐、鍋子。
十五、保存實驗	10cm*10cm 各式活性碳紗布、塑膠杯、塑膠杯蓋。
十六、紫外線實驗	5cm*5cm 各式活性碳紗布、紫外線燈、螢光筆、白紙、黑色箱子、美工刀。
十七、密封實驗	10cm*10cm 各式活性碳紗布、有機揮發物測試儀、線香、橡皮筋、寶特瓶、美工刀。

伍、相關課程與實驗

科目	學期	單元	單元名稱	相關實驗
自然	三下	第二單元	水的變化	透氣實驗、蒸發實驗
自然	四下	第三單元	水的奇妙現象	吸水實驗、防水實驗
自然	四下	第四單元	光的世界	紫外線實驗
自然	五上	第三單元	熱對物質的影響	蒸發實驗
自然	五上	第四單元	空氣與燃燒	燃燒實驗
自然	五下	第四單元	防鏽與食品保存	保存實驗
自然	六上	第三單元	地表的變化	掩埋實驗
自然	六下	第三單元	生物、環境與自然資源	食用實驗、掩埋實驗、耐候實驗
自然	國一	第二單元	顯微鏡的使用	耐摺實驗

◆活性炭紗布製作流程

		
1. 將粽葉裁切成 13cm*8cm 的大小。	2. 將粽葉包在 30cm*18cm 的鋁箔紙裡。	3. 將包好的粽葉(6片)埋入裝滿沙子的鍋子底層 5cm，再覆蓋上 10cm 沙子。
		
4. 用卡式爐加熱，悶燒 60 到 90 分鐘。	5. 將烤好的活性炭放進打粉機打碎。	6. 自製活性炭粉完成，放入容器儲存。
		
7. 將 10cm*10cm 紗布攤平鋪在托盤上，並用完稿噴膠噴灑在紗布上。	8. 將活性炭粉均勻撒在紗布上。	9. 將紗布翻面。
		
10. 重複步驟 7 ~ 8。	11. 置於通風處風乾。	12. 完成活性炭紗布。

陸、實驗方法與結果

一、吸水實驗

- (一)實驗目的：了解各式活性碳紗布的吸水程度。
 (二)實驗材料：10cm*10cm 各式活性碳紗布、電子秤、水、容器。
 (三)實驗步驟：

1. 將活性碳紗布裁剪成 10cm*10cm 的大小。
2. 先用電子秤測量 10cm*10cm 各式活性碳紗布原本的重量。
3. 將容器盛裝水，再把活性碳紗布放入水中浸泡 5 秒鐘。
4. 再次用電子秤測量浸泡水後的活性碳紗布的重量。
5. 計算吸水前後的重量差異並記錄。

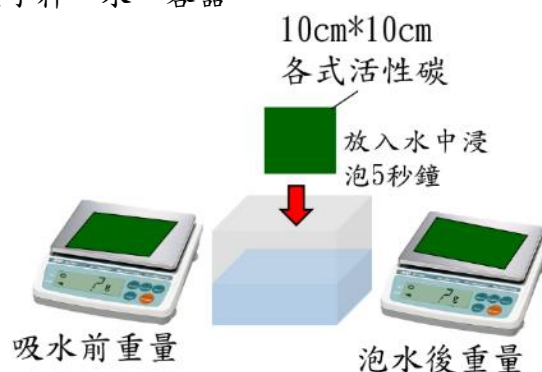


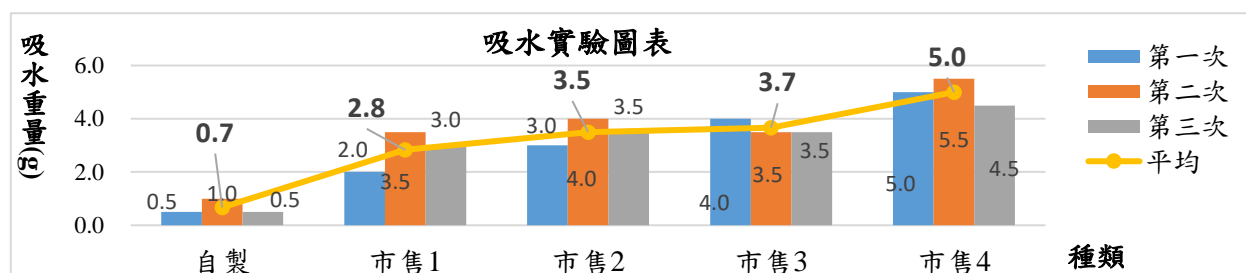
圖 1-1：實驗操作圖

(四)實驗表格：觀察記錄(單位:公克)

種類		自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
第一次	吸水前重量	6.0	5.0	2.5	3.0	2.0
	吸水後重量	6.5	7.0	5.5	7.0	7.0
	吸水重量	0.5	2.0	3.0	4.0	5.0
第二次	吸水前重量	5.0	3.0	3.0	2.5	2.0
	吸水後重量	6.0	6.5	7.0	6.0	7.5
	吸水重量	1.0	3.5	4.0	3.5	5.5
第三次	吸水前重量	6.5	4.0	3.0	3.5	3.0
	吸水後重量	7.0	7.0	6.5	7.0	7.5
	吸水重量	0.5	3.0	3.5	3.5	4.5
平均吸水重量		0.7	2.8	3.5	3.7	5.0

(五)實驗結果：

自製活性碳紗布吸的水量最少，因為比較不會吸汗，適合製做成運動時所使用的口罩，透氣性能持續保持良好且口罩壽命較長。市售活性碳紗布吸水量較多，較容易吸取汗水，使口罩壽命減少，也會讓口罩又濕又悶，不適合拿來做成運動類型的口罩。



以電子秤測量各式活性碳紗布吸水前重量。



放入水盆吸水浸泡。



5 秒鐘後取出。



以電子秤測量各式活性碳紗布吸水後重量。

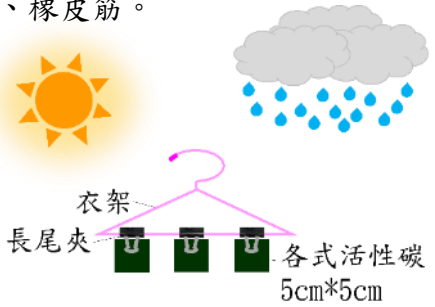
二、耐候實驗

(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布長時間處於不同氣候下所產生的變化。

(二)實驗材料：5cm*5cm 各式活性碳紗布、衣架、長尾夾、橡皮筋。































(三)實驗步驟：

1. 將活性碳紗布裁剪成 5cm*5cm 的大小。
2. 將衣架擺在可淋到雨的地方。
3. 將活性碳紗布以長尾夾固定至衣架上。
4. 重複以上動作將每個活性碳紗布都固定至衣架上。
5. 每週觀察活性碳紗布的外貌並記錄。






(四)實驗表格：觀察記錄

圖 2-1：實驗操作圖

種類 次數	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
第一次	許多碳粉脫落、捲曲 	無碳粉脫落、完好如初 	無碳粉脫落、微捲曲 	無碳粉脫落、完好如初 	無碳粉脫落、無破損 
第二次	許多粉脫落、有凹槽 	無碳粉脫落、無變化 	無碳粉脫落、微捲曲 	無碳粉脫落、無缺口 	無碳粉脫落、完好無缺 
第三次	許多碳粉脫落、捲曲 	無碳粉脫落、無破損 	無碳粉脫落、無變形 	無碳粉脫落、完好無缺 	些微碳粉脫落、有皺褶 
第四次	過半碳粉脫落、不平整 	無碳粉脫落、完好無缺 	些微碳粉脫落、微變化 	些微碳粉脫落、微破損 	些微碳粉脫落、有皺褶 
第五次	過半碳粉脫落、嚴重破損 	無碳粉脫落、無皺褶 	些微碳粉脫落、變形 	些微碳粉脫落、微變化 	些微碳粉脫落、有凹槽 
第六次	過半碳粉脫落、嚴重捲曲 	無碳粉脫落、無變化 	些微碳粉脫落、微捲曲 	些微碳粉脫落、微變形 	些微碳粉脫落、捲曲 

(五)實驗結果：

自製活性碳紗布曝露在風吹、日曬、雨淋(只有 3/25 傍晚開始下雨)下，第一次即開始脫粉，至第四次時碳粉已脫落一半，且外觀有明顯皺褶和捲曲的現象。而市售活性碳前兩次外觀都無變化，從第三次開始才有些微脫粉，一直到第六次，脫粉現象都不嚴重。

		
將活性碳紗布以長尾夾固定至衣架上。	將衣架擺在可淋到雨的地方。	每周觀察活性碳紗布的外貌並記錄。

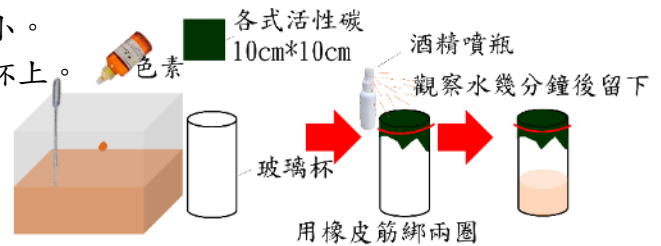
三、防水實驗

(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布的防水程度。

(二)實驗材料：10cm*10cm 各式活性碳紗布、噴水器、玻璃杯、色素、水、橡皮筋。

(三)實驗步驟：

1. 將活性碳紗布裁剪成 10cm*10cm 的大小。
2. 將活性碳紗布用橡皮筋綁兩圈在玻璃杯上。
3. 將色素和清水混合製成色素水，方便觀察。
4. 將色素水噴灑在活性碳紗布上。
5. 記錄色素水多久滴入玻璃杯中。



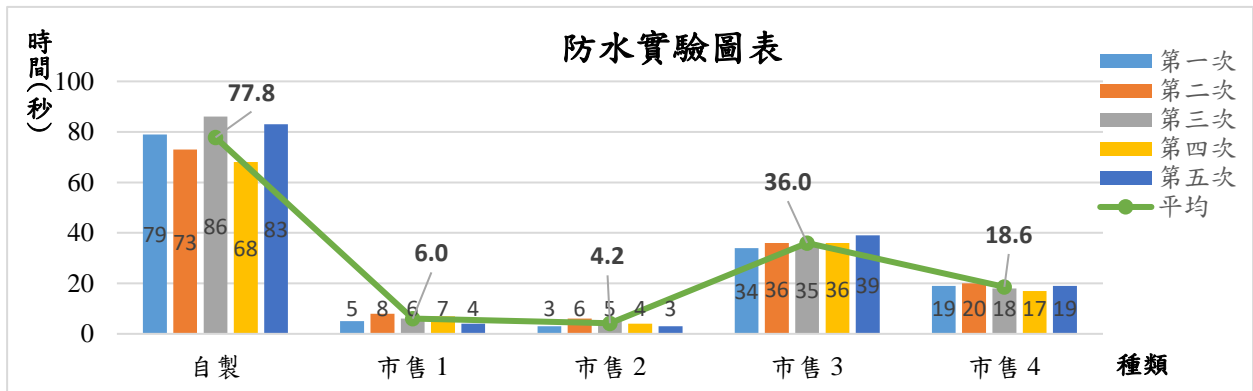
(四)實驗表格：觀察記錄(單位:秒鐘)

圖 3-1：實驗操作圖

種類 編號	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
1	79	5	3	34	19
2	73	8	6	36	20
3	86	6	5	35	18
4	68	7	4	36	17
5	83	4	3	39	19
平均	77.8	6	4.2	36	18.6

(五)實驗結果：

市售活性碳紗布滴入玻璃杯的時間都小於 1 分鐘，而我們自製的活性碳紗布 1 分多鐘才會滲入玻璃杯中。由此可知，自製活性碳紗布若製作成口罩，在雨天時使用，防水功能較佳；而市售口罩較不防水，在雨天時使用，防水功能較差。



四、透氣實驗

(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布的透氣性。

(二)實驗材料：10cm*10cm 各式活性碳紗布、乾燥劑、熱水、玻璃杯、橡皮筋。

(三)實驗步驟：

1. 將活性碳紗布裁剪成 10cm*10cm 大小。
2. 在玻璃杯內倒入 50ml 的熱水。
3. 用橡皮筋將活性碳紗布綁在裝熱水的玻璃杯上。
4. 在活性碳紗布放置 30 顆未變色的乾燥劑。
5. 每 10 分鐘記錄乾燥劑變色的數量，計時 60 分鐘(共記錄 6 次)。

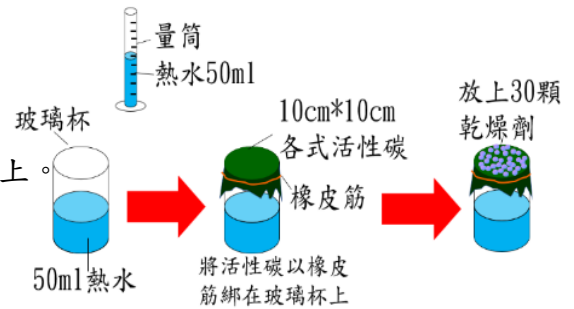
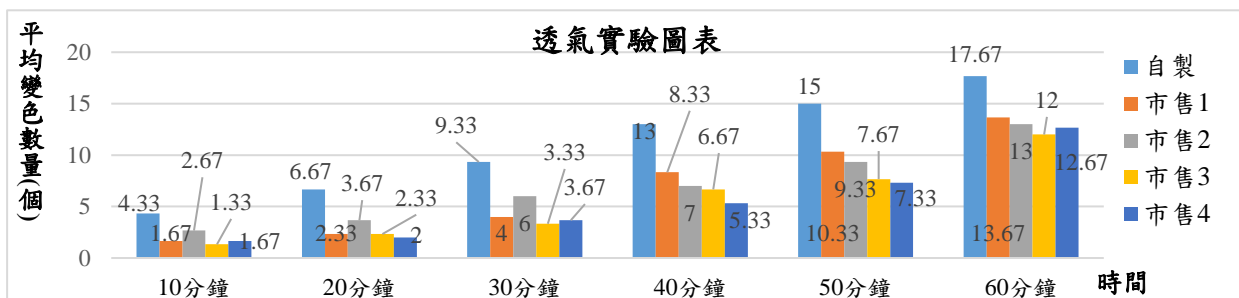


圖 4-1：實驗操作圖

(四)實驗表格：(單位：顆)

時間	自製				市售 1				市售 2				市售 3				市售 4			
	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
10 MINS	3	4	6	4.33	1	2	2	1.67	3	2	3	2.67	1	2	1	1.33	0	3	2	1.67
20 MINS	4	7	9	6.67	2	2	3	2.33	4	3	4	3.67	2	3	2	2.33	1	3	2	2.0
30 MINS	6	10	12	9.33	4	3	5	4.0	6	5	7	6.0	3	4	3	3.33	3	4	4	3.67
40 MINS	11	13	15	13.0	10	8	7	8.33	7	6	8	7.0	5	7	8	6.67	4	6	6	5.33
50 MINS	14	16	15	15.0	12	10	9	10.3	9	10	9	9.33	6	8	9	7.67	7	8	7	7.33
60 MINS	16	18	19	17.6	14	13	14	13.6	13	13	13	13.0	9	13	14	12.0	13	12	13	12.67



(五)實驗結果：

自製活性碳紗布的平均變色乾燥劑數量最多，且不會隨著時間變長而衰弱，在 60 分鐘內，乾燥劑變色數量一直都保持領先，分析應是自製活性碳紗布的透氣性比其它市售活性碳紗布還要好且持久，水氣能一直順暢地通過活性碳紗布排解出去，較不存在悶熱、排氣不順的問題。



玻璃杯內倒入 50ml 熱水。



在玻璃杯口綁上活性碳紗布，並放置 30 顆乾燥劑。



每 10 分鐘記錄乾燥劑變色數量。

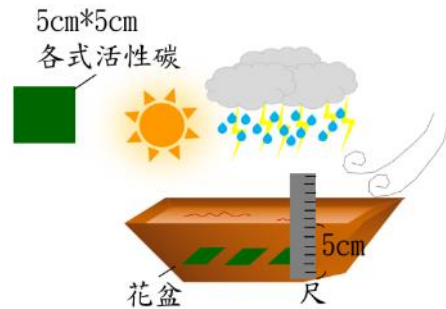
五、掩埋實驗

(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布是否可以在土壤中分解。

(二)實驗材料：5cm*5cm 各式活性碳紗布、泥土、花盆、量杯、鏟子。

(三)實驗步驟：

1. 將活性碳紗布裁剪成 5cm*5cm 的大小。
2. 用鏟子將泥土鏟入花盆內。
3. 把各式活性碳紗布埋入深 5 公分的土壤裡。
4. 每天澆 100ml 的水在花盆內。
5. 於 40 天後取出觀察(掩埋日 2/9, 3/21 挖出, 共掩埋 40 天)。












(四)實驗表格：觀察記錄

圖 5-1：實驗操作圖

種類 編號	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
1	大部分已分解， 只留下一堆殘渣	極少部分 已分解	少部分 已分解	極少部分 已分解	無分解， 完好無損
2	大部分已分解， 一挖就碎掉	極少部分 已分解	少部分 已分解	極少部分 已分解	無分解， 完好無損
3	大部分已分解， 非常易裂	極少部分 已分解	部分 已分解	極少部分 已分解	無分解， 完好無損

(五)實驗結果：

自製活性碳紗布在掩埋 40 天後，結構變得非常脆弱，輕輕一碰就會碎裂成殘渣，而且大部分組織已分解不見，而其它市售活性碳紗布則沒有分解的現象，幾乎完好無損，這顯示自製活性碳紗布比其它市售活性碳紗布環保，能被生物分解，不會遺害地球。

				
在土深 5 公分的地方挖洞。	放入各式活性碳紗布並用土覆蓋住。	每天澆水 100ml。	40 天後取出並觀察。	
				
自製活性碳紗布經過 40 天掩埋後的結果。	市售 1-4 活性碳紗布經過 40 天掩埋後的結果。			

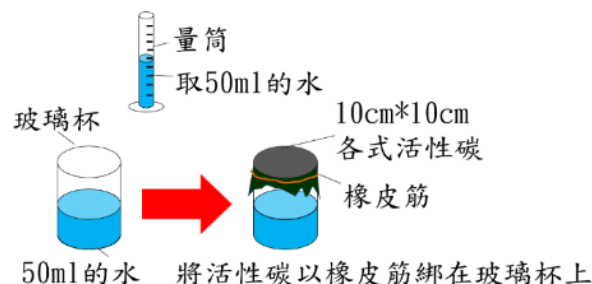
六、蒸發實驗

(一)實驗目的:了解各式活性碳紗布的透氣效果。

(二)實驗材料: 10cm*10cm 各式活性碳紗布、玻璃杯、橡皮筋、量筒。

(三)實驗步驟:

1. 將活性碳紗布裁剪成 10cm*10cm 大小。
2. 將 50ml 的水倒入玻璃杯中。
3. 將活性碳紗布用橡皮筋網綁在玻璃杯上。
4. 每日觀察燒杯中水量的變化並記錄之。



(四)實驗表格: 觀察記錄(單位:毫升)

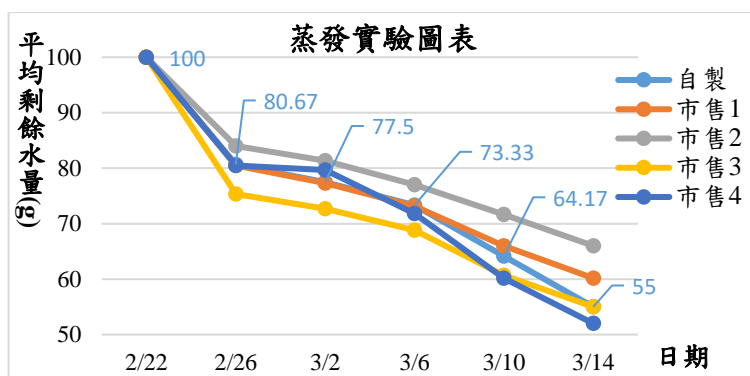
圖 6-1: 實驗操作圖

種類	日期	2/26		3/2		3/6		3/10		3/14	
		水量	平均	水量	平均	水量	平均	水量	平均	水量	平均
自製	1	85	80.67	82	77.50	77.5	73.33	61.5	64.17	55.5	55.00
	2	77		73.5		69.5		63		57.5	
	3	80		77		73		68		52.0	
市售 1	1	82	80.50	78.5	77.33	74.5	73.17	64	66.00	58.5	60.17
	2	76.5		73.5		68.5		63		56.5	
	3	83		80		76.5		71		65.5	
市售 2	1	86.5	84.00	83.5	81.33	79	77.00	73	71.67	67.0	66.00
	2	85		82.5		78		73		68.0	
	3	80.5		78		74		69		63.0	
市售 3	1	71.5	75.33	68.5	72.67	62.5	68.83	51.5	60.67	46.0	55.00
	2	79		77		73		67.5		61.5	
	3	75.5		72.5		71		63		57.5	
市售 4	1	81.5	80.50	85.5	79.67	73	71.83	47.5	60.17	40.5	52.00
	2	78		76		70.5		65.5		57.0	
	3	82		77.5		72		67.5		60.0	

*玻璃杯+橡皮筋+活性碳紗布=122.0g, 水 100g

(五)實驗結果:

在 4~21 天的觀察下, 自製活性碳紗布的平均剩餘水量介於中間排序, 不是最好, 也不是最差, 此數據顯示自製活性碳紗布的長期透氣性並無特殊優越性, 但也在平均水準之上。



將活性碳紗布用橡皮筋網綁在玻璃杯口上。



將 50ml 的水倒入玻璃杯中。



每日觀察玻璃杯中水量變化。

七、燃燒實驗

(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布燃燒後的變化。

(二)實驗材料：5cm*5cm 各式活性碳紗布、蠟燭、打火機、鑷子、鐵盤。

(三)實驗步驟：

1. 將活性碳紗布裁剪成 5cm*5cm 大小。
2. 將蠟燭固定至鐵盤上，點燃蠟燭。
3. 將活性碳紗布靠近蠟燭燃燒 10 秒。
4. 記錄活性碳紗布燃燒情況及味道。

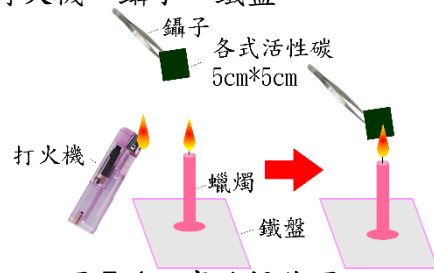


圖 7-1：實驗操作圖

(四)實驗表格：觀察記錄

種類		自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
項目						
火焰大小		只有火芯	只有火芯	只有火芯	只有火芯	小
火焰顏色		紅色火芯	橘紅色火芯	橘紅色火芯	橘紅色火芯	橘紅色
續燃性		無續燃。	無續燃。	無續燃。	無續燃。	有續燃，續燃性好
煙	顏色	白色。	黑色。	黑色。	黑色，偶爾飄出微微白煙。	黑色。
	味道	燒金紙味	燒塑膠味	燒塑膠味	燒塑膠味	燒金紙味

(五)實驗結果：

自製活性碳紗布的燃燒火焰呈紅色，煙霧是白色，氣味像燒金紙的味道，而其它市售活性碳紗布的火焰顏色偏橘紅，冒黑煙而且有燒塑膠的氣味。經查詢後得知紅焰溫度較低，橘焰溫度較高，而煙的顏色與其成分有關，例如：石化材料燃燒會產生黑煙，含水的木質材料燃燒則生成白煙。自製活性碳紗布的原料是棕葉，本身就屬於草木類，所以燃燒後冒白煙，而市售活性碳紗布推測含有微量石化材料，故會冒黑煙且有塑膠味。

		
將蠟燭固定至鐵盤上。	將活性碳紗布靠近蠟燭燃燒 10 秒。	觀察並記錄活性碳紗布的燃燒情況與味道。

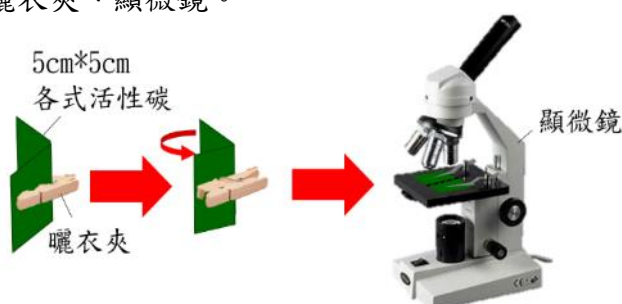
八、耐摺實驗

(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布的耐摺效果。

(二)實驗材料：5cm*5cm 各式活性碳紗布、曬衣夾、顯微鏡。

(三)實驗步驟：

1. 將活性碳紗布裁剪成 5cm*5cm 大小。
2. 將活性碳紗布固定於桌面。
3. 以曬衣夾反覆彎折活性碳紗布。
4. 以顯微鏡觀察活性碳紗布結構是否受損。
5. 記錄各式活性碳紗布的耐摺效果。



觀察活性碳是否受損

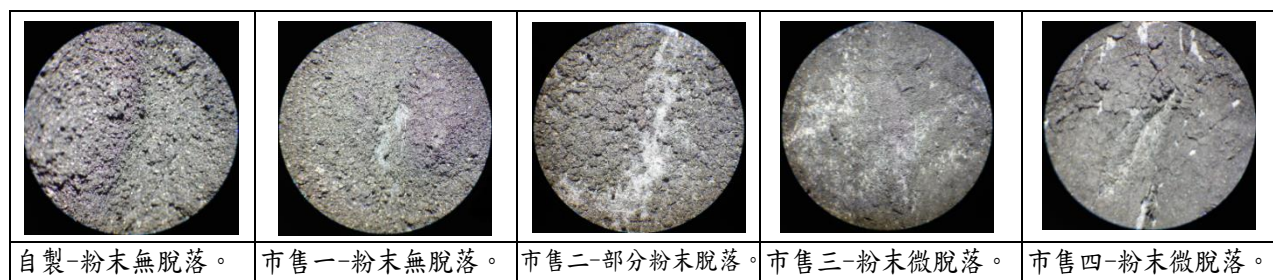
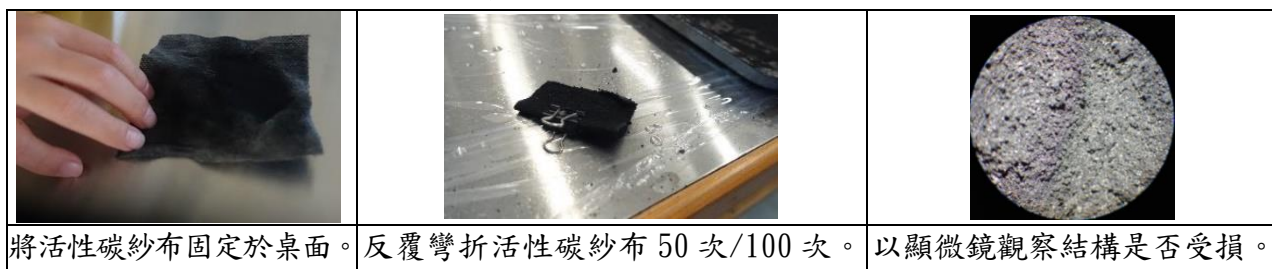
(四)實驗表格：

圖 8-1：實驗操作圖

種類 編號	自製		市售 1		市售 2		市售 3		市售 4		
	反覆彎折次數										
	50 次	100 次	50 次	50 次	100 次	100 次	50 次	100 次	50 次	100 次	
1	無碳粉 脫落	無碳粉 脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	許多碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	許多碳 粉脫落
2	無碳粉 脫落	無碳粉 脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落
3	無碳粉 脫落	無碳粉 脫落	許多碳 粉脫落	許多碳 粉脫落	許多碳 粉脫落	許多碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	許多碳 粉脫落
4	無碳粉 脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	許多碳 粉脫落	許多碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	許多碳 粉脫落	許多碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落
5	無碳粉 脫落	無碳粉 脫落	些微碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	許多碳 粉脫落	許多碳 粉脫落	許多碳 粉脫落	許多碳 粉脫落	許多碳 粉脫落	些微碳 粉脫落	許多碳 粉脫落

(五)實驗結果：

市售活性碳紗布經過反覆彎折後，都會有粉末掉落，彎折次數越多，掉粉越嚴重，但我們的自製活性碳紗布就算反覆彎折了 100 次幾乎都不會掉粉。這代表自製活性碳紗布的耐摺功能最佳，禁得起重覆彎折的考驗，若製成口罩，就算每半小時彎折一次，一天使用 16 小時，也能撐 3 天都不會掉粉，可以耐久使用。



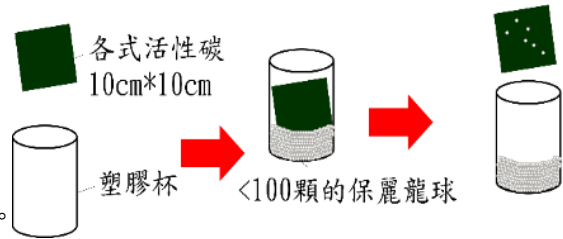
九、靜電實驗

(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布靜電吸附異物的效果。

(二)實驗材料：10cm*10cm 各式活性碳紗布、保麗龍球、塑膠杯。

(三)實驗步驟：

1. 將活性碳紗布裁剪成 10cm*10cm 大小。
2. 將保麗龍球放置於塑膠杯內。
3. 將各式活性碳紗布放置於保麗龍球杯內，等待 10 秒鐘後取出紗布。
4. 計算活性碳紗布上吸附的保麗龍球數量。

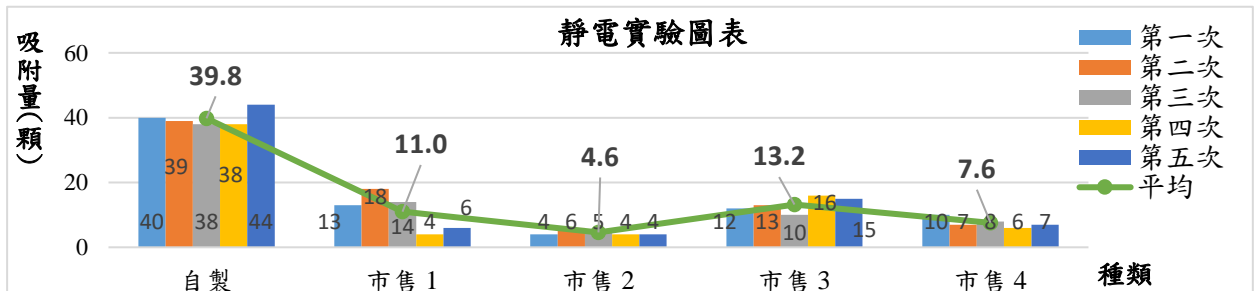


計算被吸附的保麗龍球數量

(四)實驗表格：觀察記錄(保麗龍球數量，單位：顆)

圖 9-1：實驗操作圖

種類 \ 次數	自製					市售 1					市售 2				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
實驗前	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100
實驗後	>60	>61	>62	>62	>56	>87	>82	>86	>96	>94	>96	>94	>95	>96	>96
吸附量	40	39	38	38	44	13	18	14	4	6	4	6	5	4	4
平均吸附量	39.8					11					4.6				
種類 \ 次數	市售 3					市售 4									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
實驗前	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100					
實驗後	>88	>87	>90	>84	>85	>90	>93	>92	>94	>93					
吸附量	12	13	10	16	15	10	7	8	6	7					
平均吸附量	13.2					7.6									



(五)實驗結果：

自製活性碳紗布所吸附的保麗龍數量最多，平均吸附數量甚至比其它市售活性碳紗布多達 2 倍以上，故分析自製活性碳紗布的靜電吸附能力遠優於其它種類，如果將自製活性碳製成口罩，應能有效吸附有帶電的塑膠微粒、煙塵或棉絮，避免吸入人體造成危害。



將保麗龍球裝入塑膠杯中。

將活性碳紗布放進塑膠杯中。

10 秒鐘後取出並計算紗布吸附之保麗龍球數量。

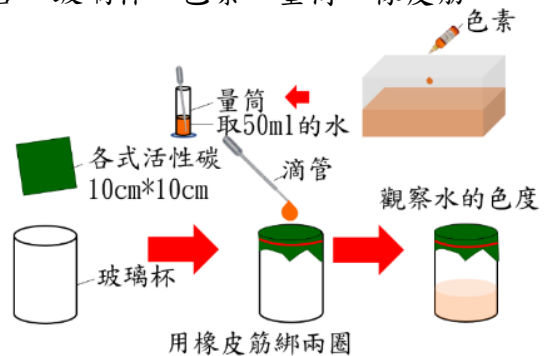
十、濾水實驗

(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布是否可以過濾水中的雜質。

(二)實驗材料：10cm*10cm 各式活性碳紗布、滴管、玻璃杯、色素、量筒、橡皮筋。

(三)實驗步驟：

1. 將活性碳紗布裁剪成 10cm*10cm 的大小。
2. 將活性碳紗布用橡皮筋綁在玻璃杯上。
3. 將色素和 50ml 水混合，製成色素水，方便觀察。
4. 將色素水滴在活性碳紗布上。
5. 記錄色素水滴入玻璃杯中色度，並記錄。



(四)實驗表格：觀察記錄

圖 10-1：實驗操作圖

種類 編號	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
1	透明澄清	透明澄清	混濁微透明	半透明清澈	半透明清澈
2	半透明清澈	透明澄清	混濁微透明	透明澄清	混濁微透明
3	透明澄清	半透明清澈	混濁微透明	混濁微透明	半透明清澈
4	透明澄清	透明澄清	混濁不透明	透明澄清	混濁不透明
5	半透明清澈	半透明清澈	混濁微透明	半透明清澈	半透明清澈

(五)實驗結果：

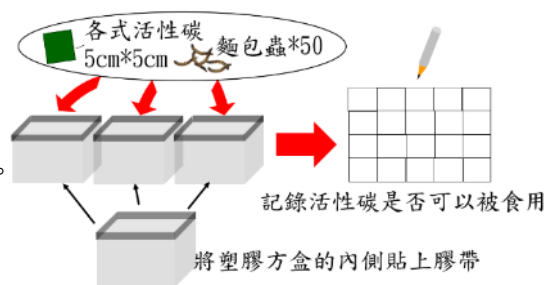
自製活性碳紗布的色素水色度最低，有 3 杯水溶液呈現全透明狀態，而通過其它市售活性碳紗布的水，多呈半透明和微透明，這表示自製活性碳紗布的過濾效果優於其它市售活性碳紗布，連細小的色素都能過濾乾淨，分析可作淨化水質應用，減少水質汙染。

將活性碳紗布用橡皮筋綁在玻璃杯口上。	將色素和 50ml 的水混合成色素水。	將色素水滴在活性碳紗布上，觀察記錄色素水滴入玻璃杯中之顏色。

十一、食用實驗

- (一)實驗目的：了解各式活性碳紗布是否可被生物所食用。
 (二)實驗材料：5cm*5cm 各式活性碳紗布、麵包蟲、塑膠方盒。
 (三)實驗步驟：

1. 將活性碳紗布裁剪成 5cm*5cm 大小。
2. 將活性碳紗布和麵包蟲放入塑膠碗中。
3. 每日將每碗麵包蟲調整成一樣的數量 (50 隻)。
4. 觀察各式活性碳紗布被食用狀況並記錄。







(四)實驗表格：觀察記錄

圖 11-1：實驗操作圖

種類 日期	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
2/10	部分活性碳被啃食。	活性碳粉從紗布脫落。	活性碳粉從紗布脫落。	活性碳粉從紗布脫落。	活性碳粉從紗布脫落。
2/13	部分活性碳被啃食。	活性碳粉從紗布脫落。	活性碳粉從紗布脫落。	沒有被啃食的痕跡。	活性碳粉從紗布脫落。
2/15	有些微紗布被啃食。	沒有明顯被啃食的痕跡。	活性碳粉從紗布脫落。	活性碳粉從紗布脫落。	許多活性碳粉從紗布脫落。
2/17	有些微紗布被啃食。	沒有被明顯啃食的痕跡。	許多活性碳粉從紗布脫落。	有些微活性碳粉脫落。	許多活性碳粉從紗布脫落。
2/18	有些微紗布被啃食。	活性碳粉從紗布脫落。	沒有明顯被啃食的痕跡。	有些微活性碳被啃食。	許多活性碳粉從紗布脫落。
2/20	有些微紗布被啃食。	沒有明顯被啃食的痕跡。	活性碳粉從紗布脫落。	有些微活性碳被啃食。	許多活性碳粉從紗布脫落。
2/22	有些微活性碳被啃食。	沒有明顯被啃食的痕跡。	沒有明顯被啃食的痕跡。	有些微活性碳被啃食。	活性碳粉從紗布脫落。
2/24	有些微紗布被啃食。	有些微活性碳被啃食。	有些微活性碳被啃食。	有些微活性碳被啃食。	活性碳粉從紗布脫落。

(五)實驗結果：

自製活性碳紗布在兩日後就被麵包蟲啃食，而市售活性碳紗布約經過一個禮拜的時間才被啃食，分析自製活性碳紗布是以粽葉純天然植物燒製而成，因此被小動物誤食也不會造成太大傷害，而市售活性碳紗布雖是標榜植物碳，但製作過程可能摻雜金屬等雜質。

			
餵食 50 隻麵包蟲活性碳紗布。	將各碗麵包蟲調整成一樣的數量。	觀察麵包蟲啃食活性碳紗布情況。	比較自製/市售活性碳紗布被麵包蟲啃食狀況。

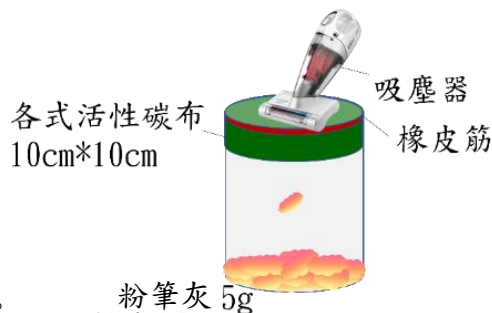
十二、防塵實驗

(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布的防塵效果。

(二)實驗材料：10cm*10cm 各式活性碳紗布、吸塵器、粉筆灰、圓筒、橡皮筋、電子秤。

(三)實驗步驟：

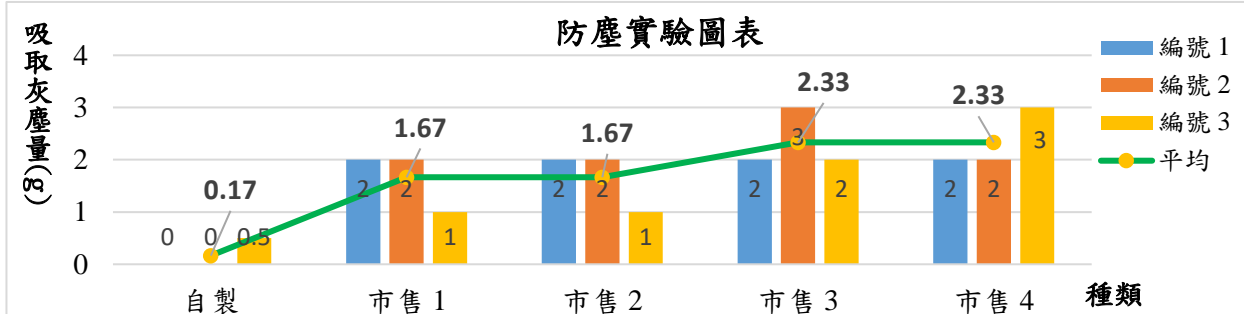
1. 將活性碳紗布裁剪成 10cm*10cm 大小。
2. 將 5g 粉筆灰放入圓筒內。
3. 用橡皮筋把活性碳紗布固定於圓筒上，測量重量並記錄於表格。
4. 將吸塵器拿到活性碳紗布上方吸取粉筆灰，吸取 10 秒鐘後，觀察是否有吸到粉筆灰。
5. 測量吸取粉筆灰後之圓筒重量並記錄於表格。



(四)實驗表格：觀察記錄(單位：公克)

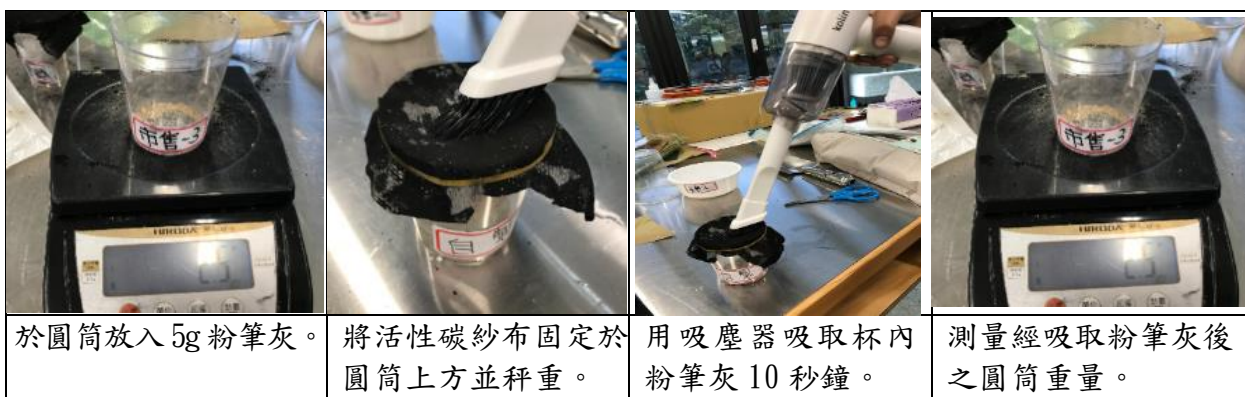
圖 12-1：實驗操作圖

活性碳種類	自製			市售 1			市售 2			市售 3			市售 4		
測量次數	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
吸取前之圓筒重量 (含灰塵 5g)	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
吸取後之圓筒重量 (含剩餘灰塵)	17	17	16.5	15	15	16	15	15	16	15	14	15	15	15	14
吸取灰塵量	0	0	0.5	2	2	1	2	2	1	2	3	2	2	2	3
平均吸取灰塵量	0.17			1.67			1.67			2.33			2.33		



(五)實驗結果：

自製活性碳紗布的平均吸取灰塵量只有 0.17 公克，而其它市售活性碳紗布的灰塵量都大於 1.67 公克，由實驗數據分析，自製活性碳紗布阻隔灰塵或粉筆灰的效果比市售的好接近 10 倍以上，可以有效避免這些粉塵被吸入身體中，危害生活健康；但市售活性碳紗布對於灰塵以及粉筆灰的阻隔效率則較差，故較易被人體吸入。



於圓筒放入 5g 粉筆灰。

將活性碳紗布固定於圓筒上方並秤重。

用吸塵器吸取杯內粉筆灰 10 秒鐘。

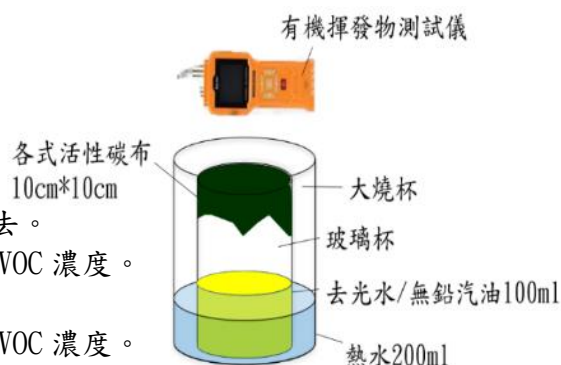
測量經吸取粉筆灰後之圓筒重量。

十三、吸附實驗

- (一)實驗目的：了解各式活性碳紗布是否可以吸附有機揮發物。
 (二)實驗材料：10cm*10cm 各式活性碳紗布、有機揮發物測試儀、無鉛汽油(92、95)、熱水、去光水、玻璃杯、大燒杯。

(三)實驗步驟：

1. 將活性碳紗布裁剪成 10cm*10cm 大小。
2. 在大燒杯內裝 200ml 的熱水。
3. 在玻璃杯內裝 100ml 的去光水/無鉛汽油。
4. 將玻璃杯放入大燒杯，使去光水/無鉛汽油散發出去。
5. 利用有機揮發物測試儀測量蓋上活性碳紗布前的 TVOC 濃度。
6. 再蓋上活性碳紗布。
7. 利用有機揮發物測試儀測量蓋上活性碳紗布後的 TVOC 濃度。
8. 記錄活性碳能阻隔多少有機揮發物。









(四)實驗表格：(TVOC 濃度 單位：ppm)

圖 13-1：實驗操作圖

去光水															
活性碳種類	自製			市售 1			市售 2			市售 3			市售 4		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
原本去光水濃度	>9.999														
蓋上活性碳紗布後的濃度	4.58	5.67	7.03	8.33	7.96	8.27	7.69	7.79	7.84	8.63	8.93	8.82	7.92	8.03	8.09
濃度減少	5.41	4.31	5.03	3.61	3.96	3.5	4.02	4.31	4.34	4.61	4.3	4.56	3.39	3.5	3.49
95 無鉛汽油															
活性碳種類	自製			市售 1			市售 2			市售 3			市售 4		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
原本汽油濃度	>9.999														
蓋上活性碳紗布後的濃度	3.04	2.92	2.96	5.09	5.04	4.73	4.42	4.13	4.36	5.06	4.98	5.02	3.47	3.49	3.57
濃度減少	6.95	7.07	7.03	4.91	4.99	5.26	5.59	5.86	5.63	4.99	5.01	4.97	6.52	6.52	6.49
92 無鉛汽油															
活性碳種類	自製			市售 1			市售 2			市售 3			市售 4		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
原本汽油濃度	>9.999														
蓋上活性碳紗布後的濃度	2.14	1.74	1.96	7.04	7.96	7.83	9.86	9.76	9.83	3.69	3.97	4.02	5.79	6.02	5.97
濃度減少	7.85	8.25	8.03	2.95	2.03	2.16	0.13	0.23	0.16	6.30	6.02	5.97	4.20	3.97	4.02

(五)實驗結果：

我們發現自製活性碳紗布可有效阻隔有機揮發物，自製活性碳紗布可以過濾 60~70% 的有機揮發物，但是市售的活性碳紗布卻只能過濾 40~50%。因此建議在加油站工作、刷油漆... 等人，可使用我們的自製活性碳紗布。

		
在大燒杯內裝 200ml 的熱水。		在玻璃杯內裝 100ml 去光水/無鉛汽油。
		
將玻璃杯放入大燒杯。		用有機揮發物測試儀測量 TVOC 濃度。

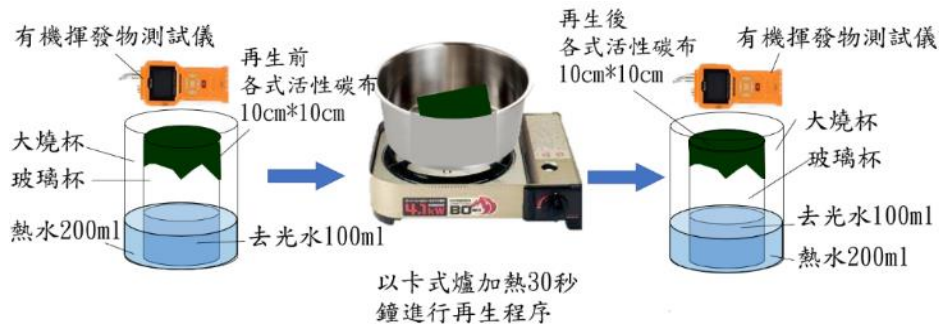
十四、再生實驗

(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布是否可以再生及再生後的吸附效果。

(二)實驗材料：10cm*10cm 各式活性碳布、有機揮發物測試儀、熱水、去光水、玻璃杯、大燒杯、卡式爐、鍋子。

(三)實驗步驟：

1. 將活性碳紗布裁剪成 10cm*10cm 大小。
2. 在大燒杯內裝 200ml 的熱水。
3. 在玻璃杯內裝 100ml 的去光水。
4. 將玻璃杯放入大燒杯，使去光水散發出去。
5. 利用有機揮發物測試儀測量蓋上活性碳紗布前的 TVOC 濃度。
6. 再蓋上活性碳紗布。
7. 利用有機揮發物測試儀測量蓋上活性碳紗布後的 TVOC 濃度。
8. 再記錄活性碳能阻隔多少有機揮發物。
9. 利用卡式爐再生法將活性碳紗布進行再生程序。
●將各式活性碳紗布放入卡式爐中加熱 30 秒。
10. 重複步驟 1~8。
11. 觀察再生前與再生後的差異，看哪一種活性碳紗布再生後，功能也很好。






(四)實驗表格：(單位：ppm)

圖 14-1：實驗操作圖

活性碳種類	自製			市售 1			市售 2			市售 3			市售 4		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
原來去光水濃度	>9.999														
再生前濃度減少	5.41	4.31	5.03	3.61	3.96	3.5	4.02	4.31	4.34	4.61	4.3	4.56	3.39	3.5	3.49
再生後濃度減少	2.68	3.03	2.96	1.66	2.03	1.72	2.34	2.2	2.15	1.36	1.06	1.17	2.07	1.96	1.91
再生前後濃度差異	2.73	1.28	2.07	1.95	1.93	1.78	1.71	2.1	2.18	3.24	3.24	3.39	1.32	1.54	1.58

(五)實驗結果：

我們的自製活性碳紗布經過卡式爐加熱再生後，都還是可以維持大部分的過濾效果，可以重複使用，效果也不會有太大的變化，既環保又方便。但是市售活性碳紗布經過再生後，效能有明顯的退步，顯示市售活性碳紗布再生後效果會變差，不建議再生它。

		
用有機揮發物測試儀測量鋪上再生前活性碳的 TVOC 濃度。	利用卡式爐加熱 30 秒鐘再生活性碳。	用有機揮發物測試儀測量鋪上再生後活性碳的 TVOC 濃度。

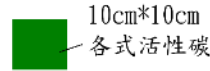
十五、保存實驗

(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布在常溫放置一段時間後會有什麼變化。

(二)實驗材料：10cm*10cm 各式活性碳紗布、塑膠杯、塑膠杯蓋。

(三)實驗步驟：

1. 將活性碳紗布裁剪成 10cm*10cm 大小。



2. 把活性碳紗布放置於塑膠杯中，

蓋上塑膠杯蓋密封。

3. 與市售活性碳紗布做比較。

4. 每個禮拜觀察一次並記錄。

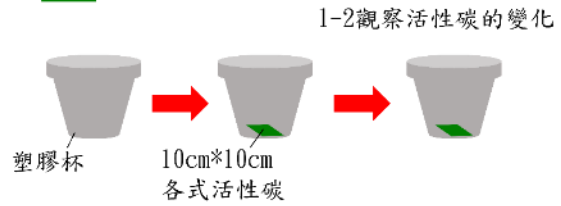


圖 15-1：實驗操作圖

(四)實驗表格：

種類 週數	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
1	沒有活性碳粉脫落。	些微活性碳粉脫落。	極少活性碳粉脫落。	極少活性碳粉脫落。	極少活性碳粉脫落。
2	沒有活性碳粉脫落。	些微活性碳粉脫落。	極少活性碳粉脫落。	極少活性碳粉脫落。	些微活性碳粉脫落。
3	極少活性碳粉脫落。	極少活性碳粉脫落。	些微活性碳粉脫落。	些微活性碳粉脫落。	些微活性碳粉脫落。

(五)實驗結果：

觀察自製活性碳紗布放置於室溫時，不會有粉脫落，而大部分的市售活性碳(市售 1 和市售 4)都在第一週、第二週就有活性碳粉脫落的跡象，代表它如果製成口罩的話，於放置一段時間後，碳粉可能會自動脫落，進而導致降低活性碳口罩基本的過濾功能。

把活性碳紗布放到塑膠杯。	將塑膠杯蓋蓋上塑膠杯。	與市售活性碳紗布比較，觀察並記錄。

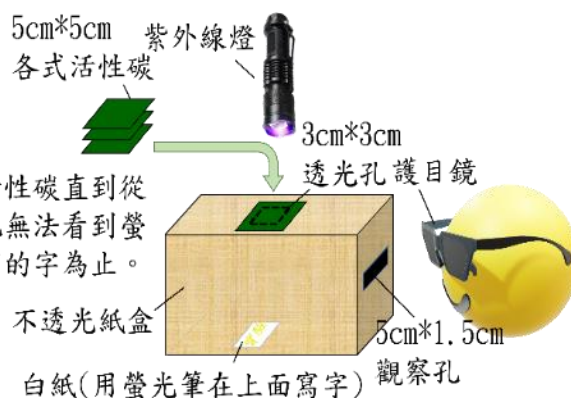
十六、紫外線實驗

(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布耐紫外光的效果。

(二)實驗材料：5cm*5cm 各式活性碳紗布、紫外線燈、螢光筆、白紙、黑色箱子、美工刀。

(三)實驗步驟：

1. 將活性碳紗布裁剪成 5cm*5cm 大小。
2. 在黑箱側面及頂端各切割一個洞。
3. 在白紙上以螢光筆寫字，並放入黑箱。
4. 以活性碳紗布遮蓋黑箱頂部的透光孔。
5. 使用紫外線燈照射活性碳紗布。
6. 戴上護目鏡透過側邊觀察孔看白紙字跡。
7. 疊放活性碳紗布直到看不到字跡為止，記錄紗布疊放片數。



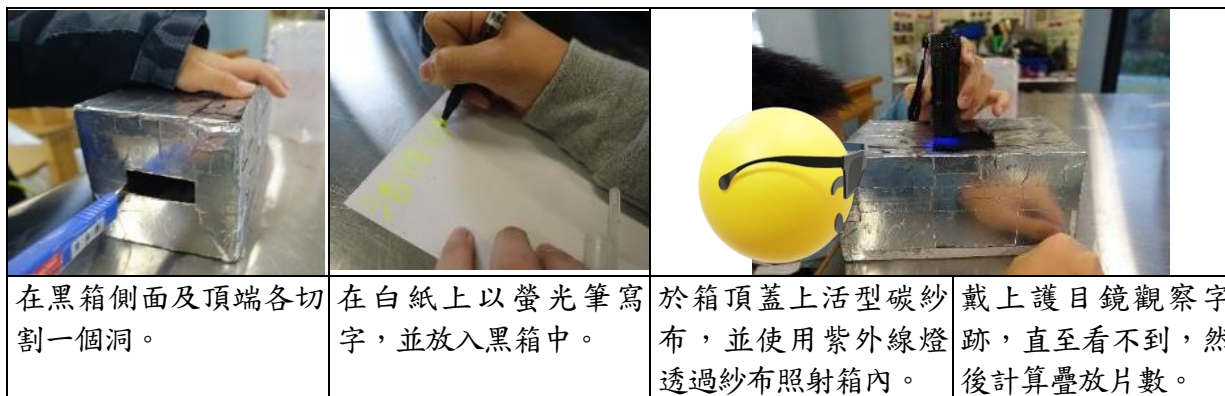
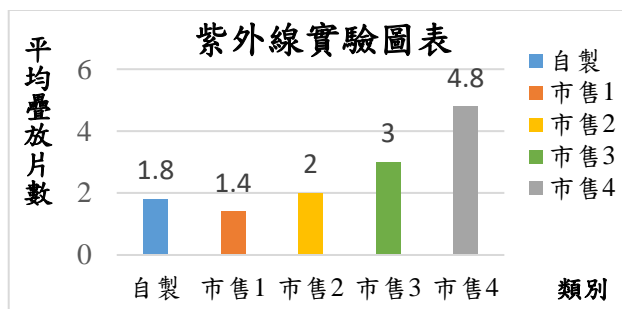
(四)實驗表格：觀察記錄(單位：片)

圖 16-1：實驗操作圖

種類 編號	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
1	2	1	2	3	5
2	2	1	2	2	4
3	2	1	2	3	5
4	2	2	3	3	6
5	1	2	1	4	4
平均	1.8	1.4	2.0	3.0	4.8

(五)實驗結果：

市售活性碳(編號市售 2-4)都需要至少 2 片以上的活性碳紗布，才能阻擋紫外線，而自製和編號市售 1 的活性碳則只需 1~2 片活性碳紗布就可以阻擋紫外線。由此實驗數據指出：自製以及市售 1(椰殼活性碳)與其它活性碳紗布相比，比較能防止配戴者受到紫外光的照射而曬傷。



在黑箱側面及頂端各切割一個洞。

在白紙上以螢光筆寫字，並放入黑箱中。

於箱頂蓋上活型碳紗布，並使用紫外線燈透過紗布照射箱內。

戴上護目鏡觀察字跡，直至看不到，然後計算疊放片數。

十七、密封實驗

(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布的密封效果

(二)實驗材料：10cm*10cm 各式活性碳紗布、有機揮發物測試儀、線香、橡皮筋、寶特瓶、美工刀。

(三)實驗步驟：

1. 將活性碳紗布裁剪成 10cm*10cm 的大小。
2. 用美工刀把寶特瓶的瓶底切掉。
3. 用橡皮筋將活性碳紗布綁在寶特瓶瓶口上。
4. 點燃線香，並放置於寶特瓶瓶底開口處下方。
5. 將有機揮發物測試儀放至寶特瓶上方，等待 10 秒後進行測量。
6. 把實驗結果記錄於表格。



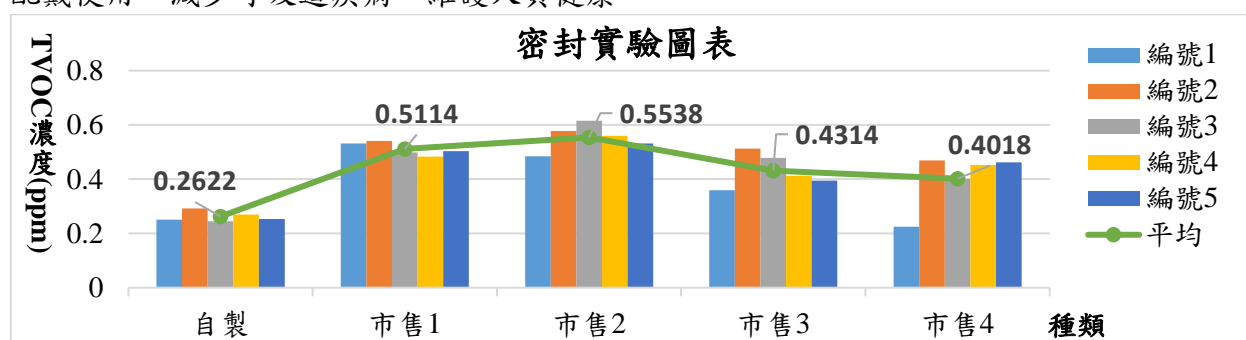
(四)實驗表格：(TVOC 濃度 單位：ppm)

圖 17-1：實驗操作圖

種類 編號	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
1	0.251	0.532	0.484	0.359	0.225
2	0.292	0.541	0.578	0.513	0.469
3	0.245	0.498	0.615	0.478	0.400
4	0.270	0.483	0.560	0.412	0.453
5	0.253	0.503	0.532	0.395	0.462
平均	0.2622	0.5114	0.5538	0.4314	0.4018

(五)實驗結果：

由實驗數據得知，通過自製活性碳紗布飄散出去的有機揮發物比其它市售活性碳低了將近 2 倍，這表示自製活性碳紗布的密封效果最佳，相較其它能較佳阻擋線香燃燒後所產生的甲醛、TVOC...等危害人體的揮發性氣體，適合製作成口罩，在寺廟、佛堂等場所配戴使用，減少呼吸道疾病，維護人員健康。



切除寶特瓶瓶底。

將活性碳紗布綁在瓶口上。

點燃線香。

將線香放置瓶底開口處，等待 10 秒。

持有機揮發物測試儀於紗布上方測量濃度。

柒、討論

一、吸水實驗：

自製活性碳紗布吸的水量最少，因為比較不會吸汗，適合製做成運動時所使用的口罩，透氣性能持續保持良好且口罩壽命較長。市售活性碳紗布吸水量較多，較容易吸取汗水，使口罩壽命減少，也會讓口罩又濕又悶，不適合拿來做成運動類型的口罩。

二、耐候實驗：

自製活性碳紗布曝露在風吹、日曬、雨淋(只有 3/25 傍晚開始下雨)下，第一次即開始脫粉，至第四次時碳粉已脫落一半，且外觀有明顯皺褶和捲曲的現象。而市售活性碳前兩次外觀都無變化，從第三次開始才有些微脫粉，一直到第六次，脫粉現象都不嚴重。

三、防水實驗：

市售活性碳紗布滴入玻璃杯的時間都小於 1 分鐘，而我們自製的活性碳紗布 1 分多鐘才會滲入玻璃杯中。由此可知，自製活性碳紗布若製作成口罩，在雨天時使用，防水功能最佳；而市售口罩較不防水，在雨天時使用，防水功能最差。

四、透氣實驗：

自製活性碳紗布的平均變色乾燥劑數量最多，且不會隨著時間變長而衰弱，在 60 分鐘內，乾燥劑變色數量一直都保持領先，分析應是自製活性碳紗布的透氣性比其它市售活性碳紗布還要好且持久，水氣能一直順暢地通過活性碳紗布排解出去，較不存在悶熱、排氣不順的問題。

五、掩埋實驗：

自製活性碳紗布在掩埋 40 天後，結構變得非常脆弱，輕輕一碰就會碎裂成殘渣，而且大部分組織已分解不見，而其它市售活性碳紗布則沒有分解的現象，幾乎完好無損，這顯示自製活性碳紗布比其它市售活性碳紗布環保，能被生物分解，不會遺害地球。

六、蒸發實驗：

在 4~21 天的觀察下，自製活性碳紗布的平均剩餘水量介於中間排序，不是最好，也不是最差，此數據顯示自製活性碳紗布的長期透氣性並無特殊優越性，但也在平均水準之上。

七、燃燒實驗：

自製活性碳紗布的燃燒火焰呈紅色，煙霧是白色，氣味像燒金紙的味道，而其它市售活性碳的火焰顏色偏橘紅，冒黑煙而且有燒塑膠的氣味。經查詢後得知紅焰溫度較低，橘焰溫度較高，而煙的顏色與其成分有關，例如石化材料燃燒會產生黑煙，含水的木質材料燃燒則生成白煙。自製活性碳紗布的原料是粽葉，本身就屬於草木類，所以燃燒後冒白煙，而市售活性碳推測含有微量石化材料，故會冒黑煙且有塑膠味。

八、耐摺實驗：

市售活性碳經過反覆彎折後，都會有粉末掉落，彎折次數越多，掉粉越嚴重，但我們的自製活性碳紗布就算反覆彎折了 100 次幾乎都不會掉粉。這代表自製活性碳紗布的耐摺功能最佳，禁得起重覆彎折的考驗，若製成口罩，就算每半小時彎折一次，一天使用 16 小時，也能撐 3 天都不會掉粉，可以耐久使用。

九、靜電實驗

自製活性碳紗布所吸附的保麗龍數量最多，平均吸附數量甚至比其它市售活性碳紗布多達 2 倍以上，故分析自製活性碳紗布的靜電吸附能力遠優於其它種類，如果將自製活性碳製成口罩，應能有效吸附有帶電的塑膠微粒、煙塵或棉絮，避免吸入人體造成危害。

十、濾水實驗

自製活性碳紗布的色素水色度最低，有 3 杯水溶液呈現全透明狀態，而通過其它市售活性碳紗布的水，多呈半透明和微透明，這表示自製活性碳紗布的過濾效果優於其它市售活性碳，連細小的色素都能過濾乾淨，分析可作淨化水質應用，減少水質汙染。

十一、食用實驗：

自製活性碳紗布在兩日後就被麵包蟲啃食，而市售活性碳紗布約經過一個禮拜的時間才被啃食，分析自製活性碳是以粽葉純天然植物燒製而成，因此被小動物誤食也不會造成太大傷害，而市售活性碳雖是標榜植物碳，但製作過程可能摻雜金屬等雜質。

十二、防塵實驗：

自製活性碳紗布的平均吸取灰塵量只有 0.17 公克，而其它市售活性碳的灰塵量都大於 1.67 公克，由實驗數據分析，自製活性碳阻隔灰塵或粉筆灰的效果比市售的好接近 10 倍以上，可以有效避免這些粉塵被吸入身體中，危害生活健康；但市售活性碳對於灰塵以及粉筆灰的阻隔效率則較差，故較易被人體吸入。

十三、吸附實驗：

我們發現自製活性碳紗布可有效阻隔有機揮發物，自製活性碳紗布可以過濾 60~70% 的有機揮發物，但是市售的活性碳紗布卻只能過濾 40~50%。因此建議在加油站工作、刷油漆... 等人，可使用我們的自製活性碳紗布。

十四、再生實驗：

我們的自製活性碳紗布經過卡式爐加熱再生後，都還是可以維持大部分的過濾效果，可以重複使用，效果也不會有太大的變化，既環保又方便。但是市售活性碳紗布經過再生後，效能有明顯的退步，顯示市售活性碳紗布再生後效果會變差，不建議再生它。

十五、保存實驗：

觀察自製活性碳紗布放置於室溫時，不會有粉脫落，而大部分的市售活性碳(市售 1 和市售 4)都在第一週、第二週就有活性碳粉脫落的跡象，代表它如果製成口罩的話，於放置一段時間後，碳粉可能會自動脫落，進而導致降低活性碳口罩基本的過濾功能。

十六、紫外線實驗：

市售活性碳(編號市售 2-4)都需要至少 2 片以上的活性碳紗布，才能阻擋紫外線，而自製和編號市售 1 的活性碳則只需 1~2 片活性碳紗布就可以阻擋紫外線。由此實驗數據指出：自製以及市售 1(椰殼活性碳)與其它活性碳紗布相比，比較能防止配戴者受到紫外光的照射而曬傷。

十七、密封實驗

由實驗數據得知，通過自製活性碳紗布飄散出去的有機揮發物比其它市售活性碳低了將近 2 倍，這表示自製活性碳紗布的密封效果最佳，相較其它能較佳阻擋線香燃燒後所產生的甲醛、甲苯、TVOC... 等危害人體的揮發性氣體，適合製作成口罩，在寺廟、佛堂等場所配戴使用，減少呼吸道疾病，維護人員健康。

捌、結論

生活中，有很多時候必須用到活性炭(活性炭口罩)，例如：在淨化空氣/水時，常常會使用到活性炭幫助過濾，可以增加濾水器濾淨效果；在除臭方面上，活性炭也佔有一席之地，大家可以將活性炭放入透氣的棉袋/紗布袋中，製成除臭包，放在冰箱、廚房流理台排水管附近，讓除臭包發揮消除異臭功用。甚至有些特殊用途使用者，例如：加油站工作者、油漆裝潢業者、噴灑染料、汽車噴漆人員、寺廟人員...等，為了減少吸入過多有毒氣體，所以多會選用活性炭口罩配戴，以上皆為活性炭使用於生活中之實例。

我們所製作的活性炭為了與市售活性炭做比較，於是我們將實驗分為以下四大類：

一、環保類：

經過食用、掩埋、耐候、燃燒實驗，發現我們的自製活性炭紗布不管在土壤中、自然環境裡應可以自然分解，甚至如果被小動物誤食，也不會造成其生病死亡；但市售活性炭紗布不但幾乎無法於自然環境分解，也無法在土壤中分解，所以較不環保。如果要保護環境與生態，建議使用我們所自製的活性炭紗布。

二、透氣性：

經過透氣和蒸發實驗，我們發現利用粽葉自製活性炭的透氣性好而且相較持久，水氣多能順暢地通過活性炭紗布排解出去，較不易產生悶熱、排氣不順的問題，適合做成口罩，減少悶熱不舒服的感受，而市售活性炭紗布的透氣性較自製活性炭紗布差很多，不建議當成口罩使用。

三、實用性：

經過靜電、吸附、防塵、防水、密封、再生、耐摺、保存實驗，發現我們的自製活性炭紗布可以吸附大量的有機揮發物，可以防水，不會因為噴灑到水而失去主要功效，且可防止灰塵被吸入體內，也不會因為反覆彎折造成活性炭粉脫落，還可避免人體吸入過多的有機揮發氣體，甚至再生後的效能也不會明顯變差，且不會在戴口罩時有碳粉脫落。

四、簡易：


我們設計的自製活性炭方法既簡單又快速，可以利用一般家裡既有的材料去製作環保又實用的活性炭紗布，除能節省採購活性炭的時間，而且可以避免市售活性炭可能存在雜質的疑慮。

五、多功能：

我們設計的自製活性炭可以製作成口罩、除臭包、濾網、濾水器...等，這些都能在生活中運用到，而且非常實用。若家裡有冷氣，可以使用我們的自製活性炭濾網；若家裡有養魚，可使用自製活性炭濾水器來淨化水質；甚至是每天都會用到的口罩，也可以使用自製活性炭紗布當成活性炭層，而且經過實驗，還發現自製活性炭比市售活性炭更加實用、便利，且環保。

玖、生活應用

我們本次實驗使用粽葉製成活性碳，優點是輕薄，且已經事先乾燥去除水分，故可很容易的燒製成活性碳，磨成粉末使用，且利用完稿噴膠即可將其附著在任何紗布、棉布表面上，居家即可自行製作。在完成所有實驗後，我們嘗試將自製的活性碳粉應用於生活中，實際使用一個月後，證實自製活性碳的相關功能是有效且可以實現的：

應用項目		成品照片	使用結果
活性碳口罩	布口罩		市售棉布夾層口罩，可於需要時自行替換 活性碳紗布襯片 ，具備重複使用性。且棉布夾層口罩透氣性佳，適合在都市運動、上下班騎車時配戴，既舒適又能避免吸入過多廢氣。
	一次性口罩		購買市售口罩布並增加自製活性碳紗布製作成的一次性口罩 ，適合加油站工作、刷油漆等人使用。由於自製活性碳抗有機揮發物效果佳，因此可避免吸入過多的揮發性氣體而危害人體健康。
各式濾網		 	<ol style="list-style-type: none"> 將自製活性碳紗布貼在空氣清淨機/除濕機/冷氣空調濾網處，引導空氣穿過，使有毒污染物如粉塵、甲醛卡在每顆活性碳的孔洞內，幫助過濾空氣。 使用一個月後，活性碳紗布均無摺損或脫粉現象，而且除臭效果良好，雖然機體出風的風量會減小一點點，但不影響整體效率。 活性碳紗布可自由製作並裁剪大小，不受機體大小限制，而且使用後可丟棄或再生重複利用，具備免洗濾網、環保等特性。
活性碳除臭包		  	<ol style="list-style-type: none"> 我們利用透氣的棉布袋裝入自製活性碳粉，製成除臭包。 然後選擇幾個家中易產生臭味/異味的地方進行放置，例如：冰箱、廚房流理台下方的封閉櫃子(內有排水管)。 擺放經過近 10 天發現，冰箱食物味道幾乎消除、流理台下面櫃子內原來從排水管飄散出的臭味也減少很多，所以自製活性碳可確實有效減少臭味/異味濃度。

拾、參考文獻

1. 中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 高中組 化學科 「水」中送「碳」——活性碳對各類水溶液的吸附研究：
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/51/pdf/040201.pdf>
2. 中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 國中組 化學科 碳為觀止-回收式生物碳吸附光解膠囊：
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/61/pdf/NPHSF2021-030211.pdf?0.6566746238214336>
3. 中華民國第 52 屆中小學科學展覽會 國小組 生活與應用科學科 咖啡王子一號店~研製咖啡渣活性碳：
<https://www.ntsec.edu.tw/Att.ashx?id=8241>
4. 維基百科活性碳：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B4%BB%E6%80%A7%E7%82%AD>
5. 中華民國第 44 屆中小學科學展覽會 國中組 化學科 口罩中的精靈-活性碳 DIY：
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/44/D/030206.pdf>
6. 中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 國小組 生活與應用科學(二)科 澎湖銀合歡活性碳製備與性質之探討：
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/61/pdf/NPHSF2021-052605.pdf?0.2108947272309234>
7. 中華民國第 49 屆中小學科學展覽會 國中組 化學科 電從哪裡來？鋁-空氣電池的製作與探討：
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/49/pdf/030205.pdf>
8. 中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 國小組 生活與應用科學科 捍「味」戰士~製「罩」保健康：
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/56/pdf/080825.pdf>
9. 【生物碳】碳鎖 | 農業廢棄物再利用，我們的島 第 856 集(2016 年 5 月 9 日) · 公共電視 · 取自：
<https://www.youtube.com/watch?v=hJjBNqT745E>
10. 百度百科
<https://baike.baidu.com/item/%E6%B4%BB%E6%80%A7%E7%82%AD/2628325>
11. 百科知識
椰殼活性碳:椰殼活性碳是以優質椰子殼為原料，採用物理法精製而成。本產品選 -
百科知識中文網 (jendow.com.tw)
12. 中文百科
<https://www.newton.com.tw/wiki/%E6%B4%BB%E6%80%A7%E7%A2%B3>
13. 資料來源: 全國中小學科展- 臺灣網路科教館
<https://twsf.ntsec.gov.tw/Article.aspx?a=41&lang=1>