

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 化學科

團隊合作獎

080210

「粽」望所歸，讚「碳」不已—以回收粽葉悶燒
製作活性碳之研究

學校名稱：新竹市東區關埔國民小學

作者： 小五 林楷軒 小五 陳昱翔 小五 洪德勛 小五 林妍熙 小五 陳維謙 小五 林益樂	指導老師： 施政宏
-----------------------------------------------------------------------------------------	------------------

關鍵詞：回收粽葉、活性碳、口罩

摘要

我們將回收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，發現自製活性碳相對於市售產品具有以下優點：

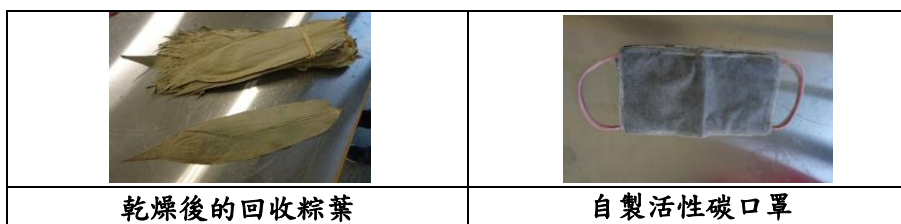
1. 較透氣，不會讓戴口罩者感到不舒服，還能阻隔灰塵吸入身體。
2. 不易吸汗，故透性能持續保持良好，長時間配戴也很舒適。
3. 粽葉活性碳紗布的耐摺程度最好，不會因彎折而導致原功能減少。
4. 粽葉活性碳紗布在正常環境下不易分解，能長期保存維持相關功用。

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，不會產生有毒氣體而造成空氣汙染。

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。但製作過程超過 14 天，且要砍伐 1 公噸以上的竹子，耗費許多能源才能燒製成功！過程中還產生許多空氣汙染微粒，反而是空汙的原凶啊！

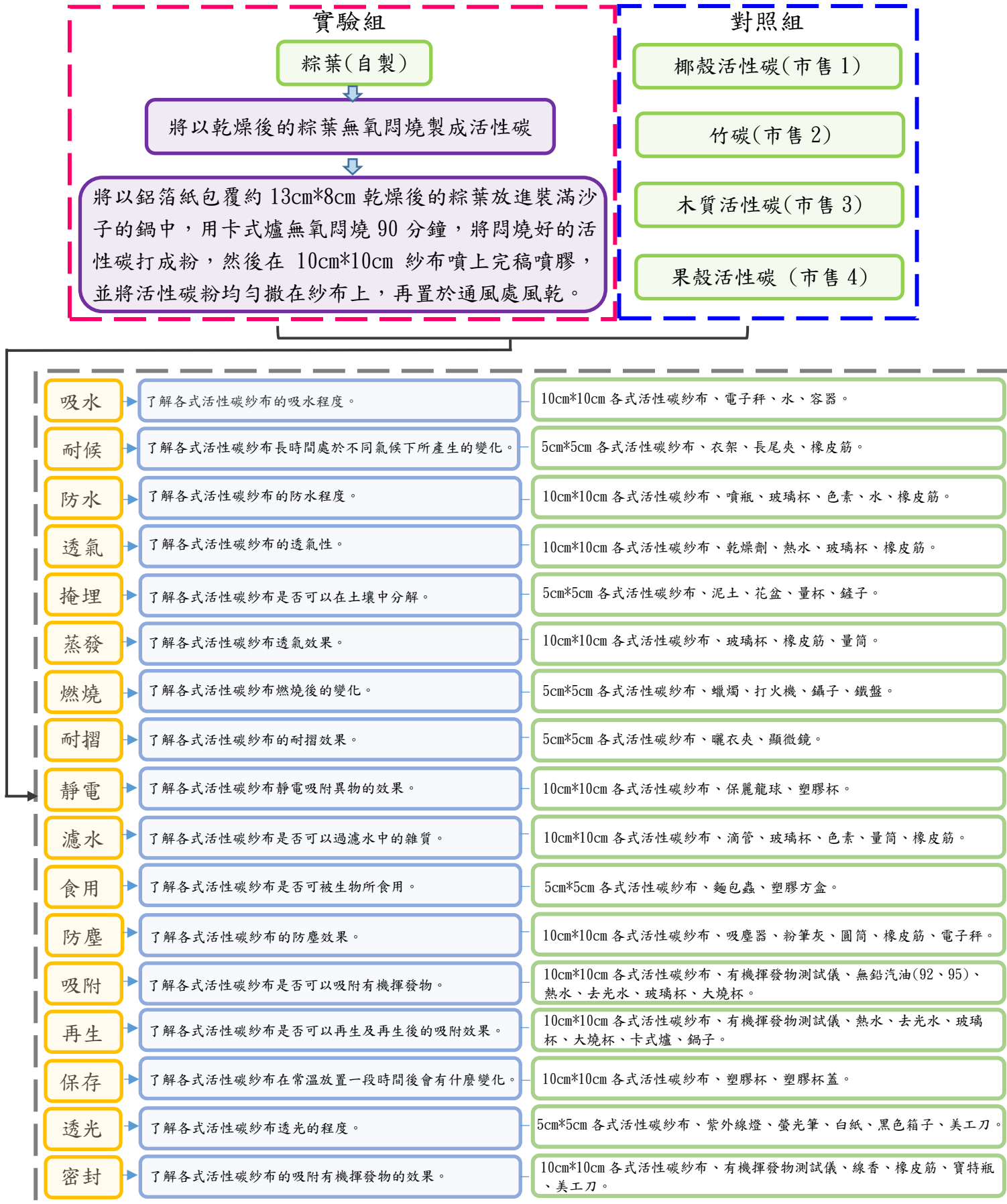
我們找自然老師討論時，想到端午節吃粽子的時候，粽葉本身就是含有乾燥植物纖維的材質，若用回收粽葉自製環保活性碳，還可以將用過的粽葉回收再利用！減少一些廢棄物。到底會不會成功且有效果呢？於是我們決定開始大量蒐集回收粽葉，把它用沙子悶燒後磨成活性碳粉，撒在紗布上來製作環保活性碳紗布，並開始做了一連串的實驗。



壹、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、透光實驗	了解各式活性碳紗布透光的程度。
十七、密封實驗	了解各式活性碳紗布的吸附有機揮發物的效果。

貳、實驗流程圖















參、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、噴瓶、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、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、無鉛汽油(92、95)、熱水、去光水、玻璃杯、大燒杯。
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、玻璃杯、大燒杯、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、透光實驗	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。

肆、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	透光實驗
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

伍、活性炭紗布製作流程

		
1. 將回收粽葉裁切成 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。

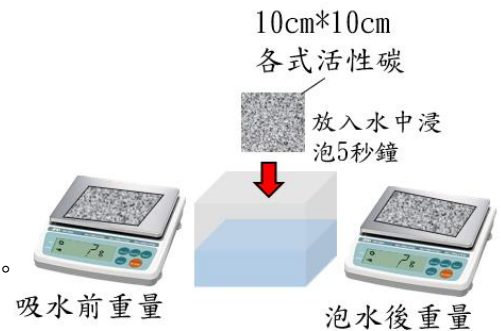


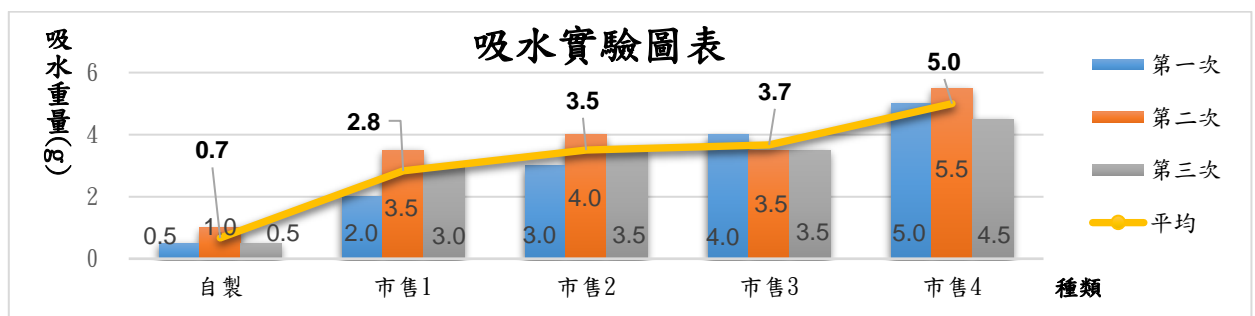
圖 1-1：實驗操作圖

(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：

由此實驗可知，自製活性碳紗布吸的水量最少。因較不會吸汗，適合製作成運動口罩。而市售活性碳紗布吸水量較多，較容易吸取汗水，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。

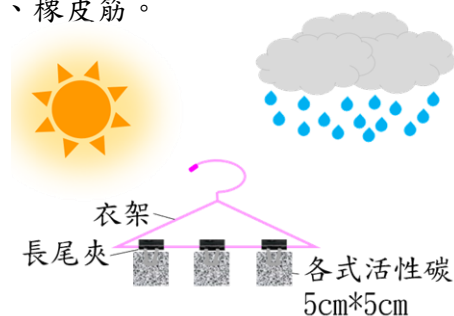





















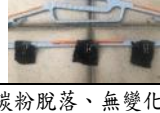

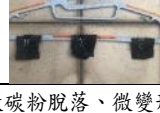











圖 2-1：實驗操作圖

(四)實驗表格：觀察記錄

種類 次數	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
第一週	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 
第二週	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 
第三週	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 
第四週	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 
第五週	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 
第六週	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：

自製活性碳紗布在風吹、日曬、雨淋下，第一週開始脫粉，第四週時，碳粉已脫落一半，且有明顯皺褶和捲曲的現象。而市售活性碳前兩週都沒有變化，從第三週開始才有些微的脫粉，到第六週，還是沒有明顯脫粉現象。因此自製活性碳可以在自然環境中分解，比市售活性碳還環保。

		
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。	每週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、噴瓶、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。

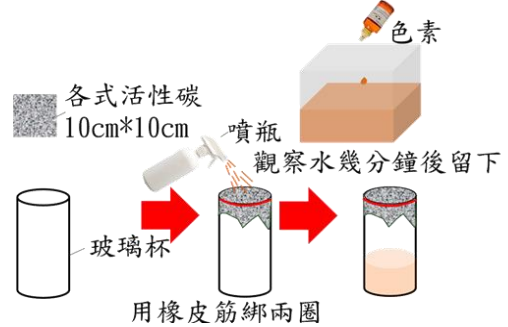


圖 3-1：實驗操作圖

(四)實驗表格：觀察記錄(單位:秒鐘)

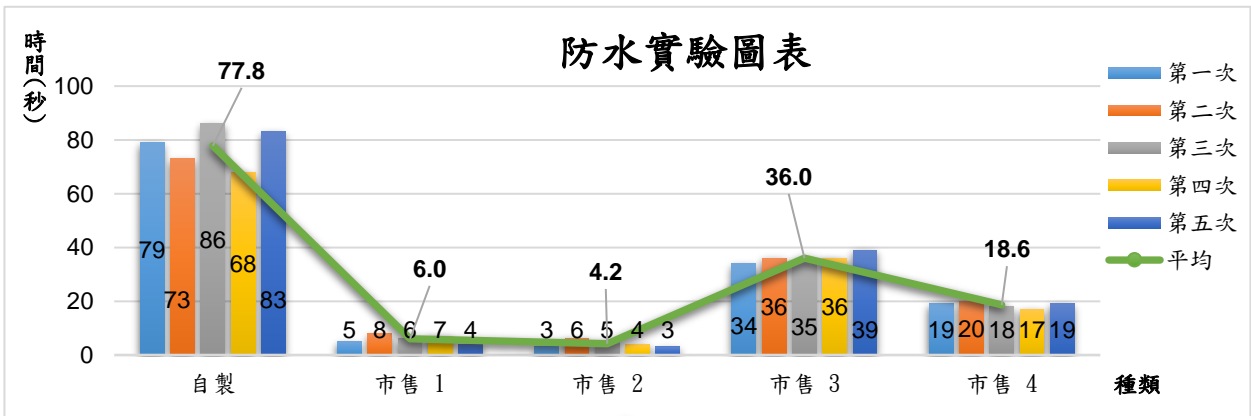
種類 編號	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
1	79	5	3	34	19
2	73	8	6	36	20
3	86	6	5	35	18
4	68	7	4	36	17
5	83	4	3	39	19
平均	77.8	6	4.2	36	18.6



將色素水噴灑在活性碳紗布上。

(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，而水經過自製的活性碳紗布需較久才會滲入玻璃杯中。因此自製活性碳紗布若製作成口罩，在雨天使用時，防水功能最佳，而市售活性碳紗布防水功能較差。



將活性碳紗布用橡皮筋綁在玻璃杯。

將色素水噴灑在活性碳紗布上。

記錄色素水滴入玻璃杯的時間。

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)。

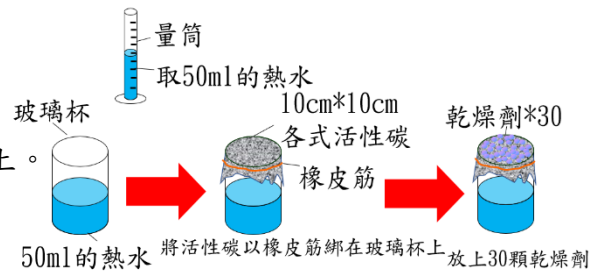
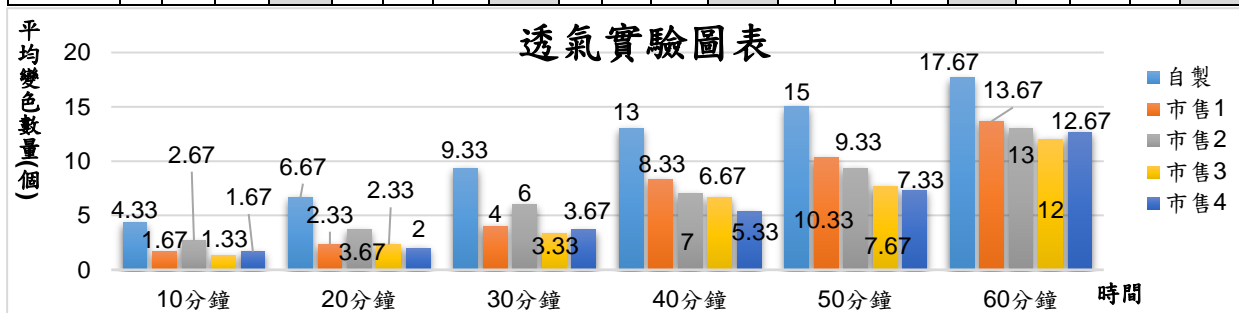


圖 4-1：實驗操作圖

(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：

自製活性碳紗布的乾燥劑變色數量最多，且不會隨著時間變長而減少。是因為自製活性碳紗布的透氣性市售活性碳紗布還要好且持久，水氣能順暢的通過自製活性碳紗布排解出去，較不會存在臉部悶熱的問題。



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)。

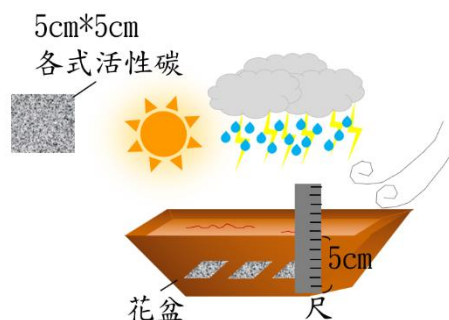


圖 5-1：實驗操作圖

(四)實驗表格：觀察記錄

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，且大部分組織已分解，而市售活性碳紗布則沒有分解的現象。顯示自製活性碳紗布比市售活性碳還環保，能在土壤中分解，不會汙染。

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。	
以上為自製和市售 1-4 活性碳紗布經過 40 天掩埋後的結果。				

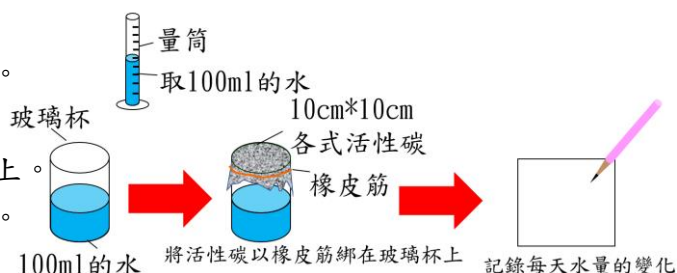
六、蒸發實驗

(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 100ml 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)

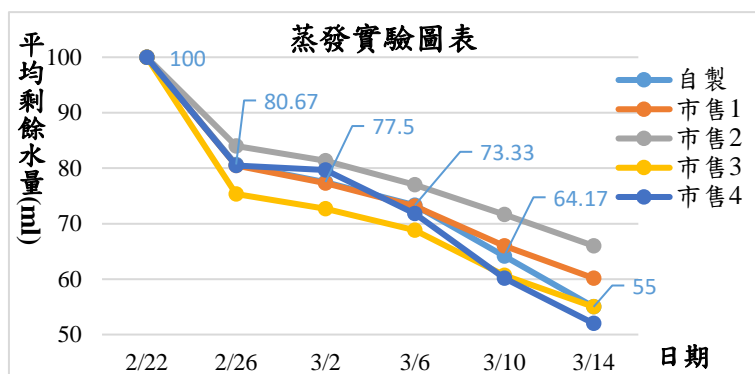
圖 6-1: 實驗操作圖

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 100ml

(五)實驗結果:

經過 4~21 天的觀察, 發現自製活性碳紗布在長時間能蒸發適量的水。而在透氣實驗中, 我們也發現, 自製活性碳紗布的透氣效果較市售活性碳紗布佳, 因此分析自製活性碳不論在短時間或長時間, 都比市售活性碳透氣。



將活性碳紗布用橡皮筋網綁在玻璃杯口上。



將 100ml 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。

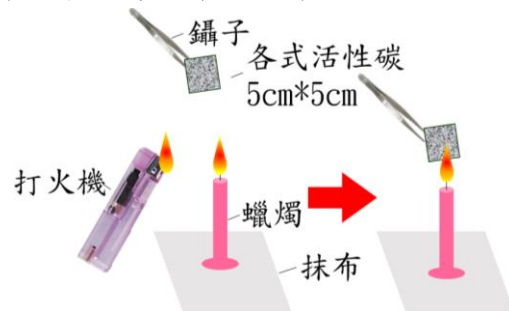


圖 7-1：實驗操作圖

(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 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：

經過實驗後，我們發現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，而市售活性碳則相反。我們推測因為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。

		
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。

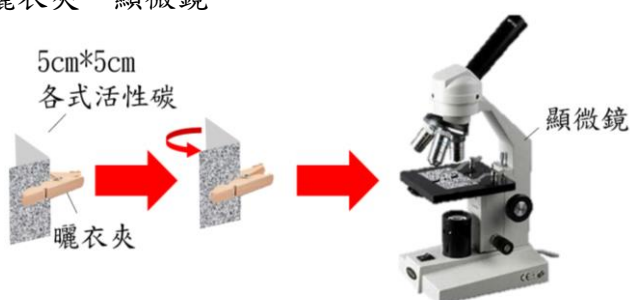
八、耐摺實驗

(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。



觀察活性碳受損情況

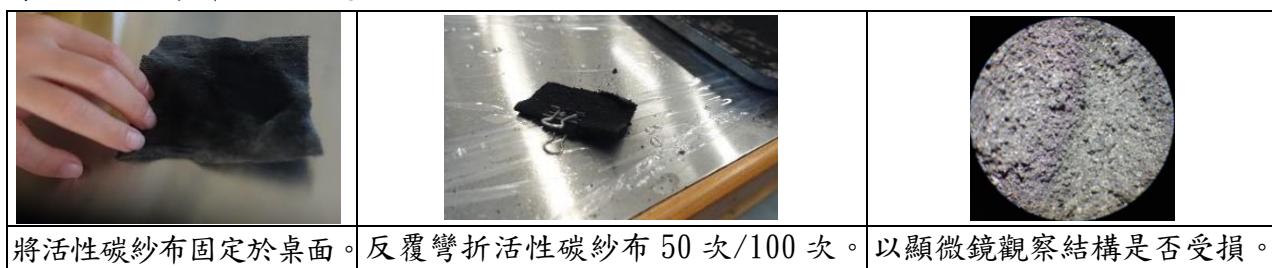
(四)實驗表格：

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	100 次	50 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	些微碳 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：

市售活性碳經過彎折後，都會有粉末脫落，但自製活性碳紗布反覆彎折後幾乎都不會掉粉。這代表自製活性碳紗布的耐摺功能最佳，如果製成口罩，也不會因粉末脫落而導致活性碳紗布的效能變差。



將活性碳紗布固定於桌面。反覆彎折活性碳紗布 50 次/100 次。以顯微鏡觀察結構是否受損。



自製-粉末無脫落 市售一-粉末無脫落 市售二-部分粉末脫落 市售三-粉末微脫落 市售四-粉末微脫落

九、靜電實驗

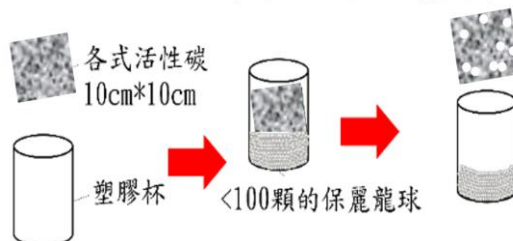
(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布靜電吸附異物的效果。

(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：

計算被吸附的保麗龍球數量

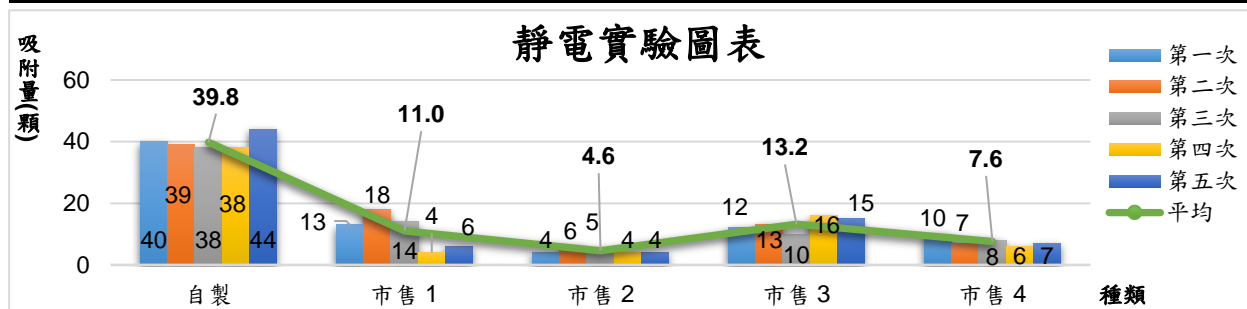
1. 將活性碳紗布裁剪成 10cm*10cm 大小。
2. 將保麗龍球放置於塑膠杯內。
3. 將各式活性碳紗布放置於保麗龍球杯內，等待 10 秒鐘後取出紗布。
4. 計算活性碳紗布上吸附的保麗龍球數量。



(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					<p>自製活性碳吸附保麗龍球</p>				
	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：

由此實驗可知，自製活性碳紗布平均所吸附的保麗龍數量比其它市售活性碳紗布多達 2 倍以上，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。

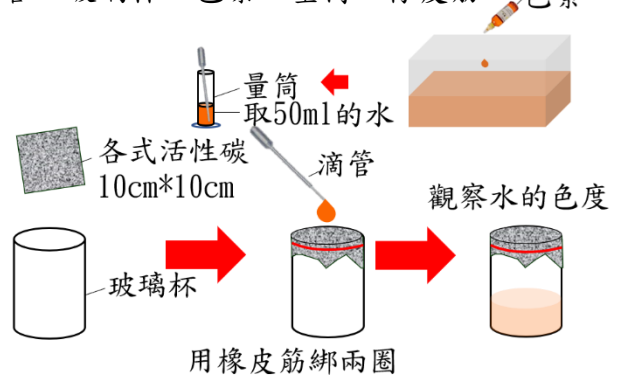
十、濾水實驗

(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	微透明	半透明	半透明
2	半透明	透明澄清	微透明	透明澄清	微透明
3	透明澄清	半透明	微透明	微透明	半透明
4	透明澄清	透明澄清	不透明	透明澄清	不透明
5	半透明	半透明	微透明	半透明	半透明

(五)實驗結果：

自製活性碳紗布的色素水色度最低，有 3 杯呈現透明狀態，而通過市售活性碳紗布的水，多半呈現半透明和微透明。這表示自製活性碳紗布的過濾效果優於市售活性碳，能過濾較多色素，故可用來當作淨化水質的材料，減少水質汙染。



將活性碳紗布用橡皮筋網綁在玻璃杯口上。



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。

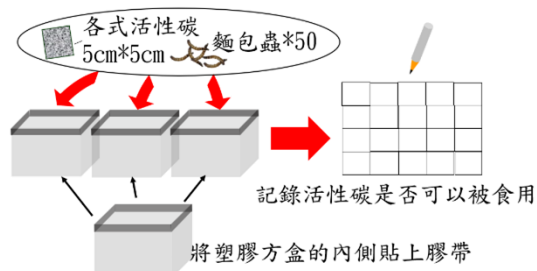






圖 11-1：實驗操作圖

(四)實驗表格：觀察記錄

種類 日期	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
2/10	部分活性碳紗布被啃食。	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	部分活性碳紗布被啃食。	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	有些微活性碳紗布被啃食。	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	有些微活性碳紗布被啃食。	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	有些微活性碳紗布被啃食。	活性碳粉從紗布脫落。	沒有明顯被啃食的痕跡。	有些微活性碳紗布被啃食。	許多活性碳粉從紗布脫落。
2/20	有些微活性碳紗布被啃食。	沒有明顯被啃食的痕跡。	活性碳粉從紗布脫落。	有些微活性碳紗布被啃食。	許多活性碳粉從紗布脫落。
2/22	有些微活性碳紗布被啃食。	沒有明顯被啃食的痕跡。	沒有明顯被啃食的痕跡。	有些微活性碳紗布被啃食。	活性碳粉從紗布脫落。
2/24	有些微活性碳紗布被啃食。	有些微活性碳紗布被啃食。	有些微活性碳紗布被啃食。	有些微活性碳紗布被啃食。	活性碳粉從紗布脫落。

(五)實驗結果：

自製活性碳紗布在兩天內就被麵包蟲啃食，而市售活性碳紗布經過十一天的時間才被啃食，分析是因為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。

			
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。

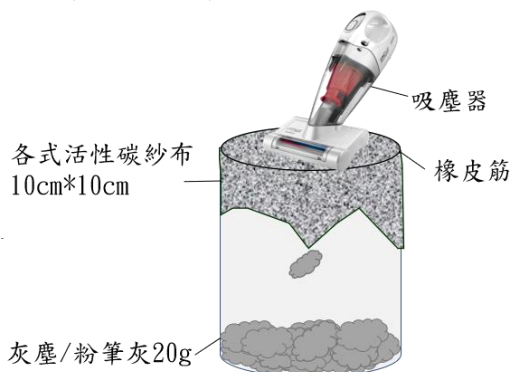
十二、防塵實驗

(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：

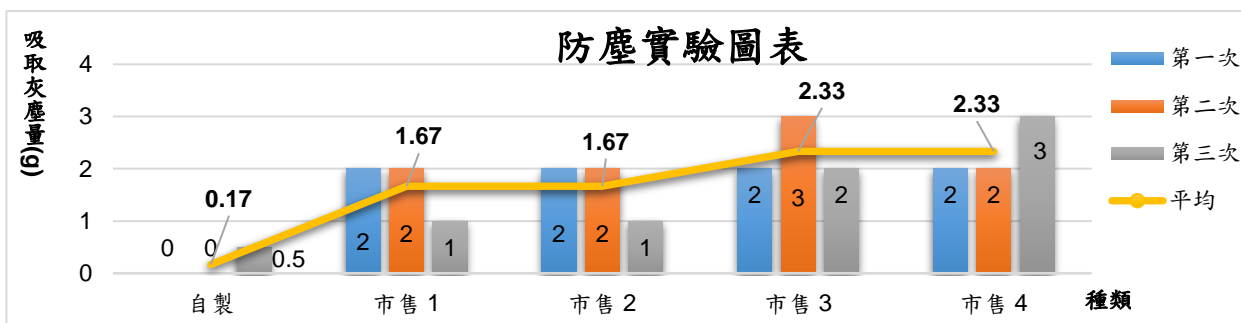
1. 將活性碳紗布裁剪成 10cm*10cm 大小。
2. 將 20g 粉筆灰放入圓筒內。
3. 用橡皮筋把活性碳紗布固定於圓筒上，測量重量並記錄於表格。
4. 將吸塵器拿到活性碳紗布上方吸取粉筆灰，吸取 10 秒鐘後，觀察是否有吸到粉筆灰。
5. 測量吸取粉筆灰後之圓筒重量並記錄於表格。



(四)實驗表格：觀察記錄(單位：公克)

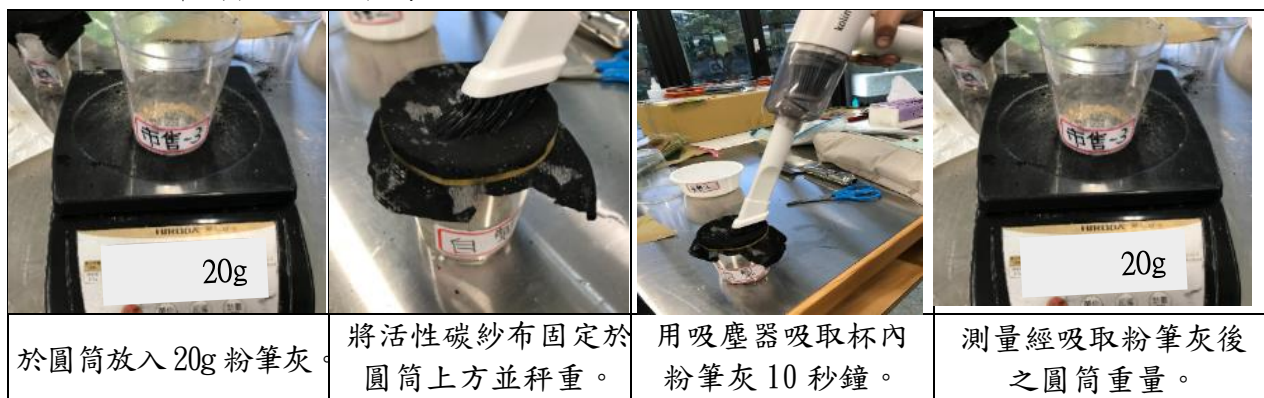
圖 12-1：實驗操作圖

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 20g)	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：

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，可以有效減少這些粉塵被吸入身體中，危害身體健康；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。



於圓筒放入 20g 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。

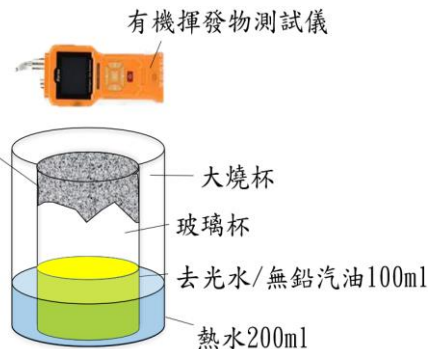
十三、吸附實驗

(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															
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	6.51	6.49
92 無鉛汽油															
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口罩。

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。

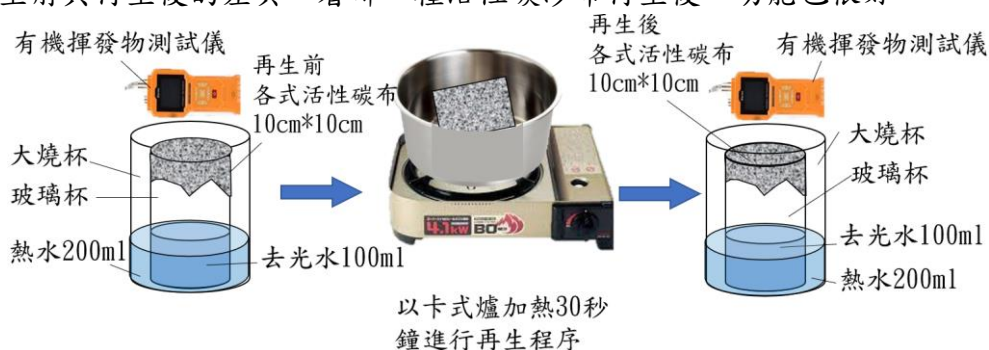
十四、再生實驗

(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. 分別在大燒杯內裝 200ml 的熱水、玻璃杯內裝 100ml 的去光水。
3. 將玻璃杯放入大燒杯，使去光水散發出去。
4. 利用有機揮發物測試儀測量蓋上活性碳紗布前的 TVOC 濃度。
5. 蓋上活性碳紗布，利用有機揮發物測試儀測量蓋上紗布後的 TVOC 濃度。
6. 再記錄活性碳能阻隔多少有機揮發物。
7. 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。
8. 重複步驟 1~6。
9. 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	3.25	3.24	3.39	1.32	1.54	1.58
平均差異	2.0267			1.8867			1.9967			3.2933			1.4800		

(五)實驗結果：

我們的自製活性碳紗布經過再生後，都還是可以維持吸附效果，可以重複使用。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，較建議再生自製活性碳紗布。

		
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。

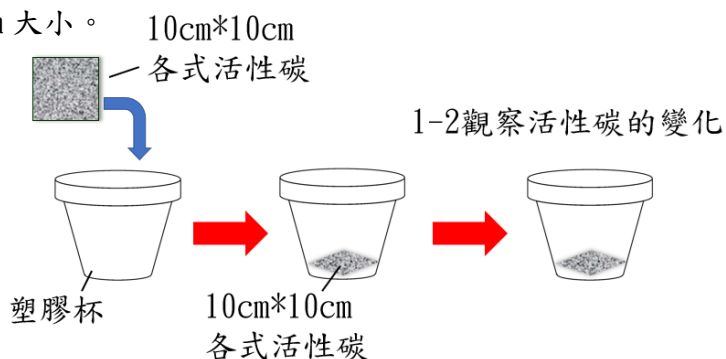
(三)實驗步驟：

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。



(四)實驗表格：

圖 15-1：實驗操作圖

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：

自製活性碳紗布放置於常溫下，只會有微量的粉脫落，而市售活性碳都在第一週、第二週就有活性碳粉脫落的現象。如果自製活性碳紗布製成口罩，於放置一段時間後，也不會導致自製活性碳紗布的效能變差。



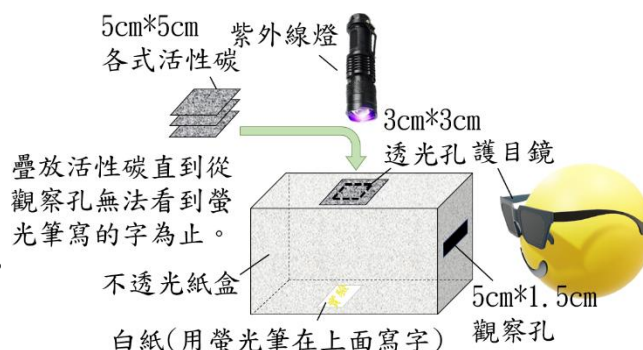
十六、透光實驗

(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布透光的程度。

(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：

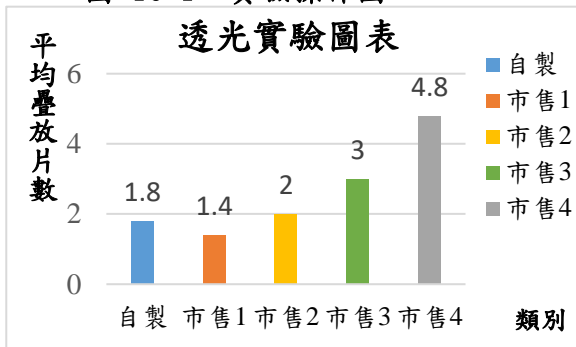
1. 將活性碳紗布裁剪成 5cm*5cm 大小。
2. 在黑箱側面及頂端各切割一個洞。
3. 在白紙上以螢光筆寫字，並放入黑箱。
4. 以活性碳紗布遮蓋黑箱頂部的透光孔。
5. 使用紫外線燈照射活性碳紗布。
6. 戴上護目鏡透過側邊觀察孔看白紙字跡。
7. 疊放活性碳紗布直到看不到字跡為止，記錄紗布疊放片數。



(四)實驗表格：觀察記錄(單位：片)

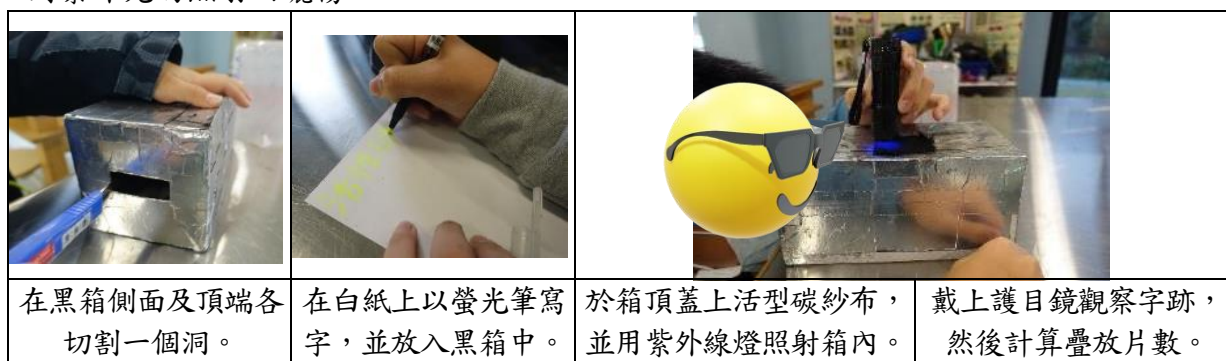
種類 編號	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
1	2	1	2	3	5
2	2	1	2	2	4
3	2	1	2	3	5
4	2	2	3	3	6
5	1	2	1	4	4
平均	1.8	1.4	2.0	3.0	4.8

圖 16-1：實驗操作圖



(五)實驗結果：

市售活性碳都至少需要 2 片以上的活性碳紗布，才能阻擋紫外線，而自製活性碳則只需 1~2 片活性碳紗布就能阻擋紫外線。由此實驗數據指出：自製活性碳紗布較能防止配戴者受到紫外光的照射而曬傷。



十七、密封實驗

(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布的吸附有機揮發物的效果。

(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。



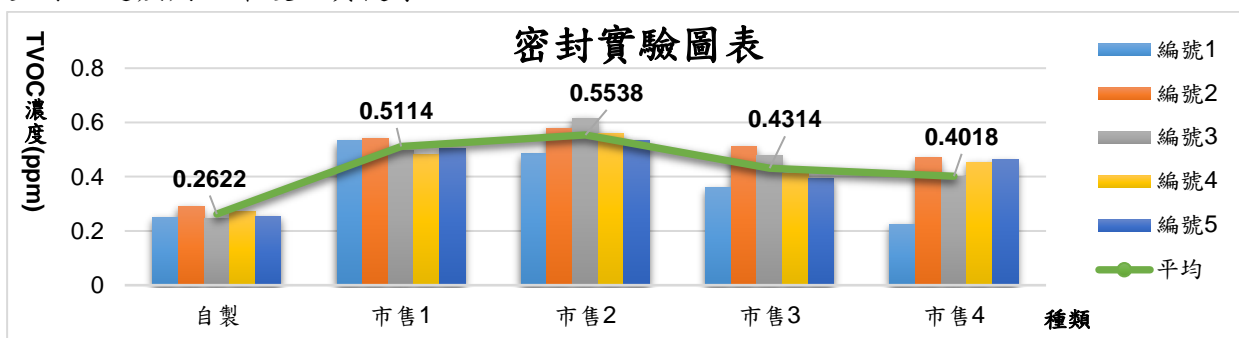
(四)實驗表格：(TVOC 濃度 單位：ppm)

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	持有有機揮發物測試儀於 紗布上方測量濃度。	點燃線香。

(五)實驗結果：

由實驗數據得知，通過自製活性碳紗布的有機揮發物比市售活性碳低了 2 倍。這表示自製活性碳紗布能吸附效果最佳，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。



柒、討論

實驗名稱	實驗結果
一、吸水實驗	由此實驗可知，自製活性碳紗布吸的水量最少。因較不會吸汗，適合製作成運動口罩。而市售活性碳紗布吸水量較多，較容易吸取汗水，不適合拿來做成運動類型的口罩。
二、耐候實驗	自製活性碳紗布在風吹、日曬、雨淋下，第一週開始脫粉，第四週時，碳粉已脫落一半，且有明顯皺褶和捲曲現象。而市售活性碳前兩週都沒有變化，從第三週開始才有些微的脫粉，到第六週，還是沒有明顯脫粉現象。因此自製活性碳可以在自然環境中分解，比市售活性碳還環保。
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，而水經過自製的活性碳紗布需較久才會滲入玻璃杯中。因此自製活性碳紗布若製作成口罩，在雨天使用時，防水功能最佳，而市售活性碳紗布防水功能較差。
四、透氣實驗	自製活性碳紗布的乾燥劑變色數量最多，且不會隨著時間變長而減少。是因為自製活性碳紗布的透氣性比市售活性碳紗布還要好且持久，水氣能順暢的通過自製活性碳紗布排解出去，較不會存在臉部悶熱的問題。
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，且大部分組織已分解，而市售活性碳紗布則沒有分解的現象。顯示自製活性碳紗布比市售活性碳還環保，能在土壤中分解，不會汙染。
六、蒸發實驗	經過 4~21 天的觀察，發現自製活性碳紗布在長時間能蒸發適量的水。而在透氣實驗，我們也發現，自製活性碳紗布的透氣性比市售活性碳的好，因此分析自製活性碳不論在短時間或長時間，都比市售的透氣。
七、燃燒實驗	經過實驗後，我們發現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，而市售活性碳則相反。我們推測因為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	市售活性碳經過彎折後，都會有粉末脫落，但自製活性碳紗布反覆彎折後幾乎都不會掉粉。這代表自製活性碳紗布的耐摺功能最佳，如果製成口罩，也不會因粉末脫落而導致活性碳紗布的效能變差。
九、靜電實驗	由此實驗可知，自製活性碳紗布平均所吸附的保麗龍數量比其它市售活性碳紗布多達 2 倍以上，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。

實驗名稱	實驗結果
十、濾水實驗	自製活性碳紗布的色素水色度最低，有 3 杯呈現透明狀態，而通過市售活性碳紗布的水，多半呈現半透明和微透明。這表示自製活性碳紗布的過濾效果優於市售活性碳，能過濾較多色素，故可用來當作淨化水質的材料，減少水質汙染。
十一、食用實驗	自製活性碳紗布在兩天內就被麵包蟲啃食，而市售活性碳紗布經過十一天的時間才被啃食，分析是因為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。
十二、防塵實驗	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，可以有效減少這些粉塵被吸入身體中，危害身體健康；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口罩。
十四、再生實驗	我們的自製活性碳紗布經過再生後，都還是可以維持吸附效果，可以重複使用。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，較建議再生自製活性碳紗布。
十五、保存實驗	自製活性碳紗布放置於常溫下，只會有微量的粉脫落，而市售活性碳都在第一週、第二週就有活性碳粉脫落的現象。如果自製活性碳紗布製成口罩，於放置一段時間後，也不會導致自製活性碳紗布的效能變差。
十六、透光實驗	市售活性碳都至少需要 2 片以上的活性碳紗布，才能阻擋紫外線，而自製活性碳則只需 1~2 片活性碳紗布就能阻擋紫外線。由此實驗數據指出：自製活性碳紗布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的有機揮發物比市售活性碳低了 2 倍。這表示自製活性碳紗布能吸附效果最佳，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






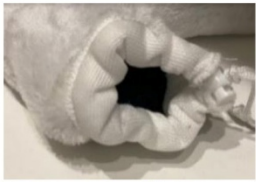

生活中，有很多時候必須用到活性碳，例如：在淨化空氣或者是水質時，常常會使用到活性碳幫助過濾，可以增加濾水器濾淨效果；在除臭方面上，可以將活性碳放入透氣的棉袋或者是紗布袋中，製成除臭包，放在冰箱、廚房流理台排水管附近，讓除臭包發揮除臭功用。甚至有些特殊用途使用者，例如：加油站工作者、油漆裝潢業者、噴灑染料、寺廟人員...等，為了減少吸入有毒氣體，所以多會選用活性碳口罩配戴，減少有毒氣體對生體上的負擔。

我們所製作的活性碳為了與市售活性碳做比較，於是我們將實驗分為以下六大類：

環保類	經過食用、掩埋、耐候；再生實驗，發現我們的自製活性碳紗布不管在土壤中、自然環境中都可以自然分解，甚至如果被小動物誤食，也不易造成其生病死亡，使用過後還可以再生重複再利用；但市售活性碳紗布因無法於自然環境分解，而且再生後效果都變很差，所以不能重複使用較不環保。
透氣性	經過透氣實驗，我們發現利用粽葉自製活性碳的透氣性好，水氣多能順暢地通過活性碳紗布排解出去，適合做成口罩，減少配戴者悶熱不舒服的感受，而市售活性碳紗布的透氣性較自製活性碳紗布差很多，不建議當成口罩使用。
實用性	經過吸附、再生、耐摺、保存實驗，發現我們的自製活性碳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碳粉脫落，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。
簡易性	自製活性碳紗布製作方法既簡單又快速，可以利用一般家裡既有的材料，例如：回收粽葉、紗布、完稿噴膠去製作活性碳紗布，除了能夠節省購買活性碳的時間，而且可以避免市售活性碳可能存在雜質的疑慮。
多功能	我們設計的自製活性碳可以製作成口罩、除臭包、濾網、濾水器材料...等，這些都能在生活中運用到。若家裡有冷氣，可以使用我們的自製活性碳濾網；甚至是每天都會用到的口罩，也可以使用自製活性碳紗布當成活性碳層，而且經過實驗，發現自製活性碳比市售活性碳更加實用、便利，且環保。
成本	我們的自製活性碳紗布只需一片粽葉、一塊紗布、一瓶完稿噴膠(能多次使用)就能製作。總成本低於5元，而且可以大量生產。

玖、生活應用

我們本次實驗使用回收棕葉製成**活性炭**，優點是輕薄，且已經事先乾燥去除水分，所以很容易的燒製成**活性炭**，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**活性炭粉**應用於生活中，實際使用一個月後，證實自製**活性炭**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
活性炭 口罩	布口罩		市售 棉布夾層 口罩，可於需要時自行替換 活性炭紗布視片 ，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 活性炭紗布 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 活性炭 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"> 將自製活性炭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、甲醛卡在每顆活性炭的孔洞內，幫助過濾空氣。 使用一個月後，活性炭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。 活性炭紗布可製作並裁剪大小，不受機體大小限制，而且使用後可丟棄或再生重複利用，具備濾網、環保等特性。
活性炭除臭包		  	<ol style="list-style-type: none"> 我們利用透氣的棉布袋裝入自製活性炭粉，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。 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，所以自製活性炭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>
14. 資料來源:全國中小學科展-臺灣網路科教館
<https://www.ntsec.edu.tw/Att.ashx?id=15062>

【評語】 080210

1. 利用回收之粽葉，製成活性碳粉，再用紗布完稿噴膠做成口罩。
2. 探討自製口罩吸水、防水、透氣、靜電等性能，並與市售口罩比較之。有系統的研究、討論，獲得具體成果。
3. 市面上活性碳口罩製成和實驗模擬製成差異頗大，建議作者將作為對照的市售四種商品做一比較完整的說明，例如實體照片、價格、取得方式等資訊，以收客觀，平衡比較之功效。

作品海報

「粽」望所歸，讚「碳」不已

以回收粽葉悶燒製作活性碳之相關研究



摘要

我們將回收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，發現自製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，還能阻隔灰塵吸入身體。
2. 不易吸汗，故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程度最好，不會因彎折而導致原功能減少。
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。

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，不會產生有毒氣體而造成空氣汙染。

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。但製作過程超過14天，且要砍伐1公噸以上的竹子，耗費許多能源才能燒製成功！過程中還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，想到端午節吃粽子的時候，粽葉本身就是含有乾燥植物纖維的材質，若用回收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回收粽葉，把它用沙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。

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、透光實驗	了解各式活性碳紗布透光的程度。
十七、密封實驗	了解各式活性碳紗布的吸附有機揮發物的效果。













研究流程



實驗器材

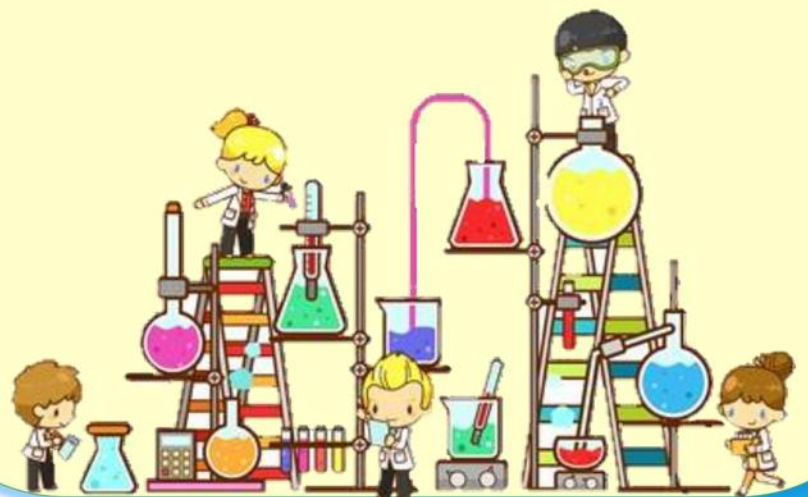
實驗名稱	實驗材料
一、吸水實驗	10cm*10cm各式活性碳紗布、電子秤、水、容器。
二、耐候實驗	5cm*5cm各式活性碳紗布、衣架、長尾夾、橡皮筋。
三、防水實驗	10cm*10cm各式活性碳紗布、噴瓶、玻璃杯、色素、水、橡皮筋。
四、透氣實驗	10cm*10cm各式活性碳紗布、乾燥劑、熱水、玻璃杯、橡皮筋。
五、掩埋實驗	5cm*5cm各式活性碳紗布、泥土、花盆、量杯、鏟子。
六、蒸發實驗	10cm*10cm各式活性碳紗布、玻璃杯、量筒、橡皮筋。
七、燃燒實驗	5cm*5cm各式活性碳紗布、蠟燭、打火機、鏟子、鐵盤。
八、耐摺實驗	5cm*5cm各式活性碳紗布、曬衣夾、顯微鏡。
九、靜電實驗	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、無鉛汽油(92、95)、熱水、去光水、玻璃杯、大燒杯。
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、玻璃杯、大燒杯、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、透光實驗	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。

自製活性碳製作流程

		
1. 將回收粽葉裁切成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. 將烤好的活性碳放進打粉機打碎。	6. 自製活性碳粉完成，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. 將活性碳粉均勻撒在紗布上。	9. 將紗布翻面。
		
10. 重複步驟7-8。	11. 置於通風處風乾。	12. 完成活性碳紗布。

相關課程及實驗

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	透光實驗
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



1

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：
 - 將活性碳紗布裁切成10cm*10cm的大小。
 - 先用電子秤測量10cm*10cm 各式活性碳紗布原來的重量。
 - 將容器盛裝水，再把活性碳紗布放入水中浸泡5分鐘。
 - 再次用電子秤測量浸泡後的活性碳紗布的重量。
 - 計算吸水前後的重量差異並記錄。

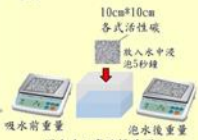


圖 1-1：實驗操作圖

種類	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
第一水	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	
第二水	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	
第三水	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

(四)實驗表格：觀察記錄(單位:克)

(五)實驗結果：由此實驗可知，自製活性碳紗布的吸水重量，因較不會吸汗，適合製作成運動口罩，而市售活性碳紗布吸水重量較多，較容易吸汗水，不適合拿來製作運動類型的口罩。



以電子秤測量各式活性碳紗布吸水前重量。放入水盆中浸泡5分鐘後取出。以電子秤測量各式活性碳紗布吸水後重量。

2

二、耐曬實驗

- (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、衣服、長尾夾、橡皮筋。
- (三)實驗步驟：
 - 將活性碳紗布裁切成5cm*5cm的大小。
 - 將衣服攤在可淋雨的地方。
 - 將活性碳紗布以長尾夾固定至衣服上。
 - 重複以上動作將每個活性碳紗布都固定至衣服上。
 - 每週觀察活性碳紗布的外觀並記錄。

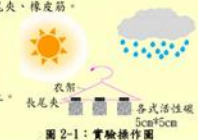


圖 2-1：實驗操作圖

種類	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
第一週	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。
第二週	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。
第三週	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。
第四週	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。
第五週	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。
第六週	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。	無明顯變化，無脫落。

(四)實驗表格：觀察記錄

(五)實驗結果：自製活性碳紗布在風吹、日晒、雨淋下，第一週開始脫粉，第四週時，脫粉已脫落一半，並有明顯脫粉和捲曲的現象，而市售活性碳紗布都沒有變化，從第三週開始才有些微的脫粉，到第六週，還是沒有明顯脫粉現象，因此自製活性碳紗布可以在自然環境中分解，比市售活性碳紗布更環保。



將活性碳紗布以長尾夾固定至衣服上。將衣服攤在可淋雨的地方。每週觀察活性碳紗布的外觀並記錄。

3

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、噴瓶、玻璃杯、色素、水、橡皮筋。
- (三)實驗步驟：
 - 將活性碳紗布裁切成10cm*10cm的大小。
 - 將活性碳紗布用橡皮筋綁在玻璃杯上。
 - 將色素和清水混合成色素水。
 - 將色素水噴灑在活性碳紗布上。
 - 記錄色素水多久滴入玻璃杯中。

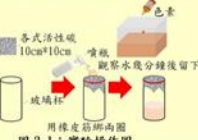
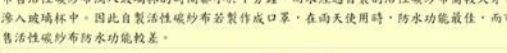


圖 3-1：實驗操作圖

種類	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
第一水	79	5	3	34	19
第二水	73	8	6	36	20
第三水	86	6	5	35	18
第四水	68	7	4	36	17
第五水	83	4	3	39	19
平均	77.8	6	4.2	36	18.6

(四)實驗表格：觀察記錄(單位:秒鐘)

(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，而水經過自製的活性碳紗布需較久才會滲入玻璃杯中。因此自製活性碳紗布若製作成口罩，在雨天使用時，防水功能最佳，而市售活性碳紗布防水功能較差。



將活性碳紗布用橡皮筋綁在玻璃杯上。將色素水噴灑在活性碳紗布上。記錄色素水滴入玻璃杯的時間。

4

四、透氣實驗

- (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、乾燥劑、熱水、玻璃杯、橡皮筋。
- (三)實驗步驟：
 - 將活性碳紗布裁切成10cm*10cm大小。
 - 在玻璃杯內倒入50ml的熱水。
 - 用橡皮筋將活性碳紗布綁在裝熱水的玻璃杯上。
 - 在活性碳紗布放置30顆未變色的乾燥劑。
 - 每10分鐘記錄乾燥劑變色的數量，計時60分鐘(共記錄6次)。

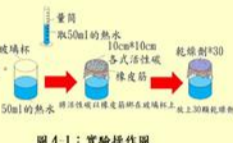
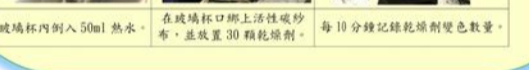


圖 4-1：實驗操作圖

種類	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
10 分鐘	4	4	3	2	1
20 分鐘	7	6	7	3	2
30 分鐘	10	12	9	4	3
40 分鐘	11	13	10	7	3
50 分鐘	14	16	12	9	7
60 分鐘	16	18	14	13	12
平均	10.5	12.5	9.5	6.5	4.5

(四)實驗表格：觀察記錄(單位:顆)

(五)實驗結果：自製活性碳紗布的乾燥劑變色數量最多，且不會隨著時間變長而減少，是因為自製活性碳紗布的透氣性市售活性碳紗布還要好且持久，水氣能順暢的通過自製活性碳紗布排解出去，較不會存在悶熱的問題。



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。

5

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：
 - 將活性碳紗布裁切成5cm*5cm大小。
 - 用鏟子將泥土鋪入花盆內。
 - 把各式活性碳紗布埋入深5公分的土壤裡。
 - 每天澆100ml的水在花盆內。
 - 於40天後取出觀察(掩埋日2/9、3/21)挖出，共掩埋40天)。

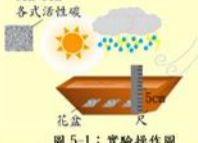


圖 5-1：實驗操作圖

種類	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，一把就碎掉。	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，非常容易。	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。

(四)實驗表格：觀察記錄

(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，且大部分組織已分解，而市售活性碳紗布則沒有分解的現象，顯示自製活性碳紗布比市售活性碳紗布更環保，能在土壤中分解，不會汙染。



以上為自製和市售1-4活性碳紗布經過40天掩埋後的結果。

6

六、蒸發實驗

- (一)實驗目的：了解各式活性碳紗布的蒸發效果。
- (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：
 - 將活性碳紗布裁切成10cm*10cm大小。
 - 將100ml的水倒入玻璃杯中。
 - 將活性碳紗布用橡皮筋綁在玻璃杯上。
 - 每日觀察玻璃杯中水量的變化並記錄之。

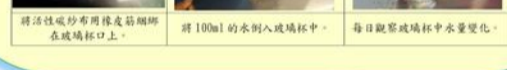
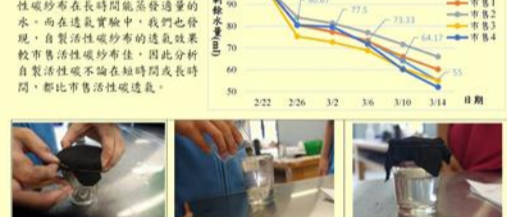


圖 6-1：實驗操作圖

種類	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
1	85	82	77.5	72.5	61.5
2	77	80.67	73.5	69.5	63
3	82	77	73	73	64
4	82	76.5	78.5	74.5	64
5	83.5	83.5	79	76.5	65.5
6	85	84.00	82.5	79	73
7	80.5	78	74	77	71
8	71.5	68.5	62.5	51.5	46
9	75.5	72.5	71	63	57.5
10	81.5	85.5	73	73	68.5
11	78	80.50	79.67	71.83	60.17
12	82	77.5	72	67.5	60

(四)實驗表格：觀察記錄(單位:毫升)

(五)實驗結果：經過21天的觀察，發現自製活性碳紗布在長時間蒸發過量的水，而在蒸發實驗中，我們也發現，自製活性碳紗布的蒸發效果較市售活性碳紗布佳，因此分析自製活性碳紗布不論在長時間或長時間，都比市售活性碳紗布更環保。



將活性碳紗布用橡皮筋綁在玻璃杯口上。將100ml的水倒入玻璃杯中。每日觀察玻璃杯中水量變化。

7

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、鏟子、鐵盤。
- (三)實驗步驟：
 - 將活性碳紗布裁切成5cm*5cm大小。
 - 將蠟燭固定至鐵盤上，點燃蠟燭。
 - 將活性碳紗布靠近蠟燭燃燒10秒。
 - 記錄活性碳紗布燃燒情況及味道。

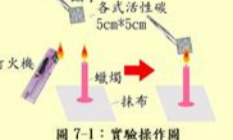


圖 7-1：實驗操作圖

種類	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
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
噴煙性	無噴煙	無噴煙	無噴煙	無噴煙	有噴煙，噴煙性好
顏色	白色	黑色	黑色	黑色	灰出微白煙
味道	燒金紙味	燒塑膠味	燒塑膠味	燒塑膠味	燒金紙味

(四)實驗表格：觀察記錄

(五)實驗結果：經過實驗後，我們發現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，而市售活性碳紗布則相反，我們推測因為自製活性碳紗布的原料是棕葉，本身屬於草木類，所以燃燒後冒白煙，而市售活性碳紗布則含有微量石化材料，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。

8

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：
 - 將活性碳紗布裁切成5cm*5cm大小。
 - 將活性碳紗布固定於桌面。
 - 以曬衣夾反覆摺活性碳紗布。
 - 以顯微鏡觀察活性碳紗布結構是否受損。
 - 記錄各式活性碳紗布的耐摺效果。

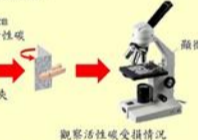
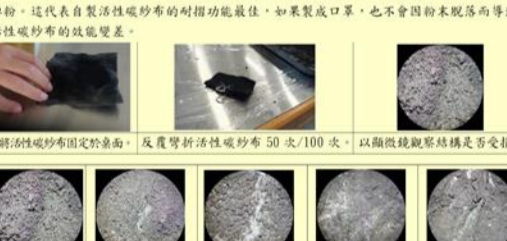


圖 8-1：實驗操作圖

種類	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
1	無脫落	無脫落	無脫落	無脫落	無脫落
2	無脫落	無脫落	無脫落	無脫落	無脫落
3	無脫落	無脫落	無脫落	無脫落	無脫落
4	無脫落	無脫落	無脫落	無脫落	無脫落
5	無脫落	無脫落	無脫落	無脫落	無脫落

(四)實驗表格：觀察記錄

(五)實驗結果：市售活性碳紗布經過摺後，都會有粉未脫落，但自製活性碳紗布及反覆摺後幾乎都不會掉粉。這代表自製活性碳紗布的耐摺功能最佳，如果製成口罩，也不會因粉未脫落而導致活性碳紗布的效能變差。



將活性碳紗布固定於桌面，反覆摺活性碳紗布50次/100次，以顯微鏡觀察結構是否受損。

9

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：
 - 將活性碳紗布裁切成10cm*10cm大小。
 - 將保麗龍球放置於塑膠杯內。
 - 將各式活性碳紗布放置於保麗龍球杯內，等待10秒後取出紗布。
 - 計算活性碳紗布上吸附的保麗龍球數量。

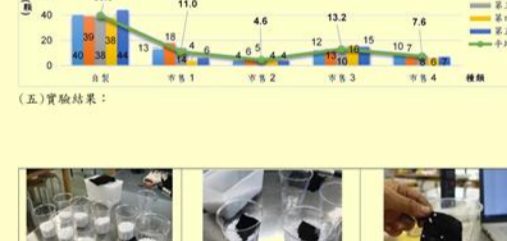


圖 9-1：實驗操作圖

種類	自製	市售 1	市售 2
實驗前	>100	>100	>100
實驗後	>60	>61	>62
吸附量	40	39	38
平均吸附量	39.8	11	4.6

(四)實驗表格：觀察記錄(保麗龍球數量，單位:顆)

(五)實驗結果：自製活性碳紗布靜電吸附保麗龍球數量最多，且不會隨著時間變長而減少，是因為自製活性碳紗布的靜電性市售活性碳紗布還要好且持久，水氣能順暢的通過自製活性碳紗布排解出去，較不會存在悶熱的問題。



將活性碳紗布用橡皮筋綁在玻璃杯口上。將保麗龍球放置於塑膠杯內。將各式活性碳紗布放置於保麗龍球杯內，等待10秒後取出紗布。計算活性碳紗布上吸附的保麗龍球數量。

10

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：
 - 將活性碳紗布裁切成10cm*10cm大小。
 - 將活性碳紗布用橡皮筋綁在玻璃杯上。
 - 將色素和50ml水混合，製成色素水。
 - 將色素水滴入活性碳紗布上。
 - 記錄色素水滴入玻璃杯中色度，並記錄。



圖 10-1：實驗操作圖

種類	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
1	透明澄清	透明澄清	微透明	半透明	半透明
2	半透明	透明澄清	微透明	透明澄清	微透明
3	透明澄清	透明澄清	微透明	透明澄清	半透明
4	透明澄清	透明澄清	不透明	透明澄清	不透明
5	半透明	半透明	微透明	半透明	半透明

(四)實驗表格：觀察記錄

(五)實驗結果：自製活性碳紗布的色澤水色度最低，有3杯呈現透明狀態，而通過市售活性碳紗布的水，多半呈現半透明和微透明，這表示自製活性碳紗布的過濾效果優於市售活性碳紗布，能過濾較多色澤，故可用來當作淨化水質的材料，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。將色素水滴入活性碳紗布上，觀察記錄色素水滴入玻璃杯中色澤。

11

十一、食用實驗

- (一)實驗目的：了解各式活性碳紗布是否可以被生物所食用。
- (二)實驗材料：5cm*5cm 各式活性碳紗布、麵包蟲、塑膠盒。
- (三)實驗步驟：
 - 將活性碳紗布裁切成5cm*5cm大小。
 - 將活性碳紗布和麵包蟲放入塑膠盒中。
 - 每日將每組麵包蟲調整成一樣的数量(50隻)。
 - 觀察各式活性碳紗布被食用狀況並記錄。

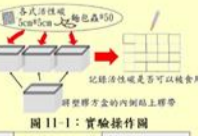


圖 11-1：實驗操作圖

種類	自製	市售 1	市售 2	市售 3	市售 4
2/10	部分活性碳紗布被啃食。	活性碳紗布被啃食。	活性碳紗布被啃食。	活性碳紗布被啃食。	活性碳紗布被啃食。
2/13	部分活性碳紗布被啃食。	活性碳紗布被啃食。	活性碳紗布被啃食。	活性碳紗布被啃食。	活性碳紗布被啃食。
2/15	有些活性碳紗布被啃食。	沒有明顯被啃食的痕跡。	活性碳紗布被啃食。	活性碳紗布被啃食。	許多活性碳紗布被啃食。
2/17	有些活性碳紗布被啃食。	沒有明顯被啃食的痕跡。	許多活性碳紗布被啃食。	有些活性碳紗布被啃食。	許多活性碳紗布被啃食。
2/18	有些活性碳紗布被啃食。	沒有明顯被啃食的痕跡。	有些活性碳紗布被啃食。	有些活性碳紗布被啃食。	許多活性碳紗布被啃食。
2/20	有些活性碳紗布被啃食。	沒有明顯被啃食的痕跡。	活性碳紗布被啃食。		

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、有機揮發物測試儀
(三)實驗步驟：
1.將活性碳紗布裁切成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。
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)

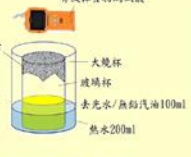
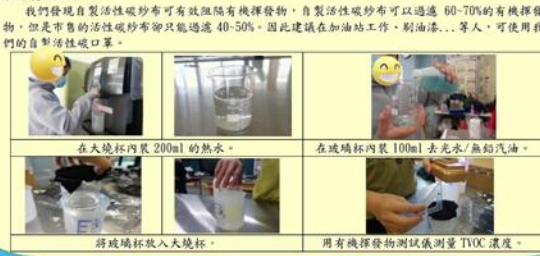


圖 13-1：實驗操作圖

Table with 5 columns (Self-made, Market 1-4) and 3 rows (Initial TVOC, TVOC after adsorption, TVOC reduction) for three solvents: 去光水, 95 無鉛汽油, 92 無鉛汽油.

Table with 5 columns (Self-made, Market 1-4) and 3 rows (Initial TVOC, TVOC after regeneration, TVOC reduction) for three solvents: 去光水, 95 無鉛汽油, 92 無鉛汽油.



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.將活性碳紗布裁切成10cm*10cm大小。
2.將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。
(四)實驗表格：(TVOC濃度 單位：ppm)

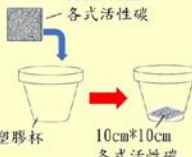


圖 15-1：實驗操作圖

Table with 5 columns (Self-made, Market 1-4) and 3 rows (Initial TVOC, TVOC after storage, TVOC reduction) for three solvents: 去光水, 95 無鉛汽油, 92 無鉛汽油.

(五)實驗結果：自製活性碳紗布在常溫下，只有微量的粉脫落，而市售活性碳都在第一週、第二週就有活性碳粉脫落的現象。如果自製活性碳紗布製成口罩，於放置一段時間後，也不會導致自製活性碳紗布的效能變差。



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 各式活性碳紗布、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.將活性碳紗布裁切成10cm*10cm大小。
2.分別在大燒杯內裝200ml的熱水、玻璃杯內裝100ml的去光水。
3.將玻璃杯放入大燒杯，使去光水散發出。
4.利用有機揮發物測試儀測量蓋上活性碳紗布前的TVOC濃度。
5.蓋上活性碳紗布，利用有機揮發物測試儀測量蓋上紗布後的TVOC濃度。
6.再記錄活性碳能阻隔多少有機揮發物。
7.利用卡式爐再生法將活性碳紗布進行再生程序。
8.重複步驟1-6。
9.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)

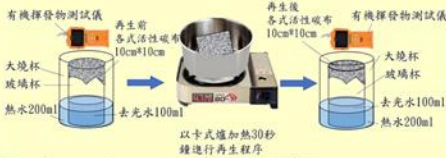
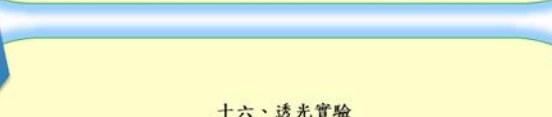


圖 14-1：實驗操作圖

Table with 5 columns (Self-made, Market 1-4) and 3 rows (Initial TVOC, TVOC after regeneration, TVOC reduction) for three solvents: 去光水, 95 無鉛汽油, 92 無鉛汽油.

(五)實驗結果：我們的自製活性碳紗布經過再生後，都是可以維持吸附效果，可以重複使用。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。



十六、透光實驗

(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布透光的程度。
(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.將活性碳紗布裁切成5cm*5cm大小。
2.在黑色箱側面及頂端各切一個洞。
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。
8.記錄紗布疊放片數。
(四)實驗表格：觀察記錄(單位：片)

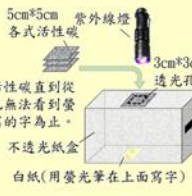


圖 16-1：實驗操作圖

Table with 5 columns (Self-made, Market 1-4) and 3 rows (Initial TVOC, TVOC after regeneration, TVOC reduction) for three solvents: 去光水, 95 無鉛汽油, 92 無鉛汽油.

(五)實驗結果：市售活性碳紗布至少需要2片以上的活性碳紗布，才能阻擋紫外線，而自製活性碳則只需1-2片活性碳紗布就能阻擋紫外線。由此實驗數據指出：自製活性碳紗布較能防止配戴者受到紫外光的照射而曬傷。



十七、密封實驗

(一)實驗目的：了解各式活性碳紗布的吸附有機揮發物的效果。
(二)實驗材料：10cm*10cm 各式活性碳紗布、有機揮發物測試儀、綠香、橡皮筋、寶特瓶、美工刀。
(三)實驗步驟：
1.將活性碳紗布裁切成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方。
4.點燃綠香，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)

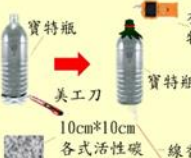
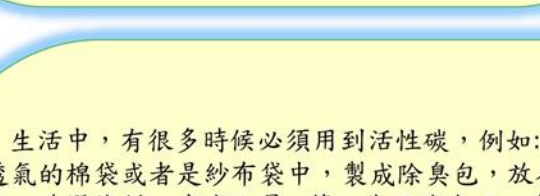
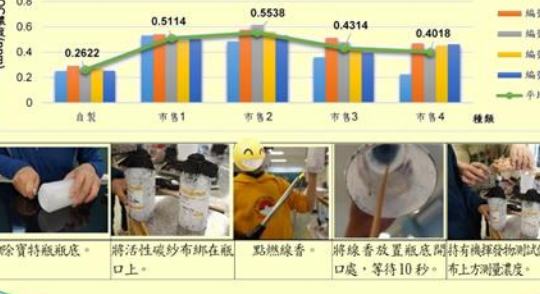


圖 17-1：實驗操作圖

Table with 5 columns (Self-made, Market 1-4) and 3 rows (Initial TVOC, TVOC after sealing, TVOC reduction) for three solvents: 去光水, 95 無鉛汽油, 92 無鉛汽油.

(五)實驗結果：由實驗數據得知，通過自製活性碳紗布的有機揮發物比市售活性碳低了2倍。這表示自製活性碳紗布能吸附效果最佳，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。



參考文獻

List of 12 references including articles from the National Science Museum, Wikipedia, and other scientific journals regarding activated carbon and its applications.

結論

生活中，有很多時候必須用到活性碳，例如：在淨化空氣或者是水質時，常常會使用到活性碳幫助過濾，可以增加濾水器濾淨效果；在除臭方面上，可以將活性碳放入透氣的棉袋或者是紗布袋中，製成除臭包，放在冰箱、廚房流理台排水管附近，讓除臭包發揮除臭功用。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、寺廟人員...等，為了減少吸入有毒氣體，所以多會選用活性碳口罩配戴，減少有毒氣體對身體上的負擔。

- 我們所製作的活性碳為了與市售活性碳做比較，於是我們將實驗分為以下六大類：
一、環保類：經過食用、掩埋、耐候、再生實驗，發現我們的自製活性碳紗布不管在土壤中、自然環境中都可以自然分解，甚至如果被小動物誤食，也不易造成其生病死亡，使用過後還可以再生重複再利用；但市售活性碳紗布因無法於自然環境分解，而且再生後效果都變很差，所以不能重複使用較不環保。
二、透氣性：經過透氣實驗，我們發現利用粽葉自製活性碳的透氣性好，水氣多能順暢地通過活性碳紗布排解出去，適合做成口罩，減少配戴者悶熱不舒服的感受，而市售活性碳紗布的透氣性較自製活性碳紗布差很多，不建議當成口罩使用。
三、實用性：經過吸附、再生、耐摺、保存實驗，發現我們的自製活性碳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碳粉脫落，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、簡易性：自製活性碳紗布製作方法既簡單又快速，可以利用一般家裡既有的材料，例如：回收粽葉、紗布、完稿噴膠去製作活性碳紗布，除了能夠節省購買活性碳的時間，而且可以避免市售活性碳可能存在雜質的疑慮。
五、多功能：我們設計的自製活性碳可以製作成口罩、除臭包、濾網、濾水器材料...等，這些都能在生活中運用到。若家裡有冷氣，可以使用我們的自製活性碳濾網；甚至是每天都會用到的口罩，也可以使用自製活性碳紗布當成活性碳層，而且經過實驗，發現自製活性碳比市售活性碳更加實用、便利，且環保。
六、成本：我們的自製活性碳紗布只需一片粽葉、一塊紗布、一瓶完稿噴膠(能多次使用)就能製作。總成本低於5元，而且可以大量生產。

Table with 7 columns (Experiment Name, Description, Results) for experiments 1-17, providing detailed discussions on each experiment's findings and implications.

