

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 化學科

佳作

080213

果燃油種

學校名稱：台中市南屯區惠文國民小學

作者：  小六 李淇奧  小六 陳昱忻  小六 陳昱悵  小六 洪紹啟  小六 許舒韶	指導老師：  施政宏
---	------------------

關鍵詞：廢食用油、植物渣、廢物利用

# 摘要

我們發現學校廚房的**廢油**處理管道都非常的少，我們想為它另開一條處理管道，最後發現學校的廢油可以和市面上一些可回收的植物渣渣混合製成廢油燃料。以下是我們探討出的結果：

一、燃料在進行**基本燃燒特性探討**的實驗中，廢油燃料燃燒時味道有其渣渣的香味，煙量也不多，大部分只有白煙和少許的黑煙，而且燃燒時間可以非常久，而同樣的體積市售燃料很快就燃燒完了。

二、在**火光亮度**的實驗裡，廢油燃料的火光亮度可達 80 流明，而市售燃料平均無法達到 4 流明，這證明著在需照明的夜裡，我們所製作的燃料可以用來取代一般市售燃料

三、**安全性實驗**中，我們實驗比較兩種燃料的安全性，發現酒精燈、酒精膏燃燒時打翻會使的整個桌面燒起來，而所有的廢油燃料在燃燒時被打翻後火焰仍不會擴散，有些還會順著風勢自然而熄滅，顯現出我們的廢油燃料比市售燃料安全許多。

四、**問卷調查結果**發現，大部分的民眾都了解市售燃料的危險性，甚至有高達 95%的民眾支持我們的產品，也期望我們能做出一個環保、安全的燃料。我們還知道了大部分的民眾認為好的燃料須具備三種條件：一是安全性高，二是原料取自於自然，三則是使用時對人體無害。

經過了這麼多的實驗，我們覺得最能取代酒精燈及酒精膏的是加入**咖啡渣**和**薑渣**的廢油燃料，因為**咖啡渣**和**薑渣**在燃燒時不像紙屑或木屑等燃料會產生汽油味和較多的黑煙，咖啡渣燃燒時甚至會發出咖啡香，兩種燃料在燃燒時只會產生少許白煙，而那些白煙大多是無害的水蒸氣；兩種廢油燃料打翻時火勢都會順著風勢而熄滅，安全性極佳。

## 一、研究動機

### 緣起一

有一次，我們在報紙上看到火鍋店服務員因為要為客人添加酒精膏，而不幸爆炸造成有人灼傷的報導。他們通常是直接拿酒精膏添加，而不是拿回去廚房添加，雖然這樣能避免燃料爆炸，但我們想做一個可直接添加而且安全性高的燃料，我們也同時希望研發出的東西，不僅安全也環保。

我們在網際網路上搜尋了許多與燃料相關的資料，並發現回收的廢棄油可與含纖維素量多的渣渣一起製成蠟燭。所以我們蒐集許多渣渣，如甘蔗渣、薑渣等，另外也有一些回收物也易燃，像紙屑與鉛筆屑一樣。我們期待我們製的產品能讓使用者的安全多一份保障。

### 緣起二

某次我們在上自然課時，因實驗所需，所以我們用酒精來做實驗，當我們實驗做到一半時，一個不小心，手肘撞到盛裝酒精的鋁製模型，整個酒精打翻到組員的褲子上，還好我們有用抹布熄滅火焰，否則等他的褲子燒完，就會燒到皮膚了。這讓我想到火鍋店發生過酒精膏爆炸的事件層出不窮，我覺得很危險，所以想要發明一種新的固體燃料，像蠟燭一樣。我希望發明出來的燃料是安全、亮度高、加熱效果好、取自於自然的燃料，而我跟老師提議後，我們便開始著手進行這項研究。

研究主題	相關課程
植物渣燃料	自然 3 上-第一單元-活動四 植物的日常用途
吹風實驗	自然 3 上-第三單元-活動三 空氣和風的應用
聚光實驗	自然 3 下-第四單元-活動一 天氣的變化
聚光實驗	自然 4 上-第三單元-活動一 光行進的路線
能源再利用	自然 4 上-第四單元-活動三 認識能源

研究主題	相關課程
續燃力實驗	自然 4 下-第一單元-活動一 時間與生活
聚光實驗	自然 5 上-第一單元-活動一 太陽的位置
燃燒需求	自然 5 上-第三單元-活動一 氧和二氧化碳
安全性實驗	自然 5 上-第三單元-活動二 滅火的方法
熱傳導實驗	自然 5 下-第三單元-活動一 熱是怎樣傳播的
功能性	自然 5 下-第三單元-活動二 保溫與散熱
材料製作	自然 6 下-第二單元-活動二 物質的性質變化
環保問題	自然 6 下-第三單元-活動二 人類活動對環境的影響
拉倒實驗	社會 3 上-第三單元-第二課 校園安全
環保問題	社會 4 上-第六單元-第一課 關懷家鄉的問題
環保問題	社會 4 上-第六單元-第二課 愛護家鄉的行動
能源再利用	社會 4 下-第四單元-第二課 產業的新發展
能源再利用	社會 5 上-第三單元-第二課 維生的方式
選擇環保商品	社會 6 上-第三單元-第二課 消費行為
環保問題	社會 6 下-第三單元-第三課 環境課題
環保問題	綜合 5 上-第三主題-第一單元 生活大進擊
能源再利用	綜合 5 上-第三主題-第二單元 生活設計師
安全性實驗	綜合 6 上-第一主題-第 1 單元 災害看！聽！想！
安全性實驗	綜合 6 上-第一主題-第 2 單元 防災應變通
防範危險	綜合 6 上-第一主題-第 3 單元 營造安全的生活
環保問題	綜合 6 下-第二主題-第 2 單元 讓生活更美好
安全性實驗	健體 5 上-第一大單元-第 1 小單元 安危一念間
選擇環保商品	健體 5 上-第三大單元-第 4 小單元 健康消費大考驗
環保問題	健體 5 下-第五大單元-第 1 小單元 生病的地球
環保問題	健體 5 下-第五大單元-第 5 小單元 大家一起做環保

## 二、研究目的

實驗名稱	實驗目的
單純燃燒實驗	探討廢油燃料、市售燃料基本特性，火焰、煙味、煙色及灰燼等項目。
續燃力實驗	探討廢油燃料、市售燃料的燃燒時間。
燃燒熱值實驗	探討廢油燃料、市售燃料加熱水的速度(熱值)。
紙張燃燒實驗	探討廢油燃料、市售燃料燃燒紙張的特性。
拉倒實驗	探討廢油燃料、市售燃料的安全性。
蓋熄實驗	探討廢油燃料、市售燃料在一定量的氧氣下的燃燒時間。
嗅聞實驗	探討廢油燃料、市售燃料的氣味，是否有空氣汙染。
潮濕實驗	探討廢油燃料、市售燃料在不同的濕度可不可以點燃。
火光亮度實驗	探討廢油燃料、市售燃料燃燒時火焰的亮度。
吹風實驗	探討廢油燃料、市售燃料在風吹中能否繼續燃燒。

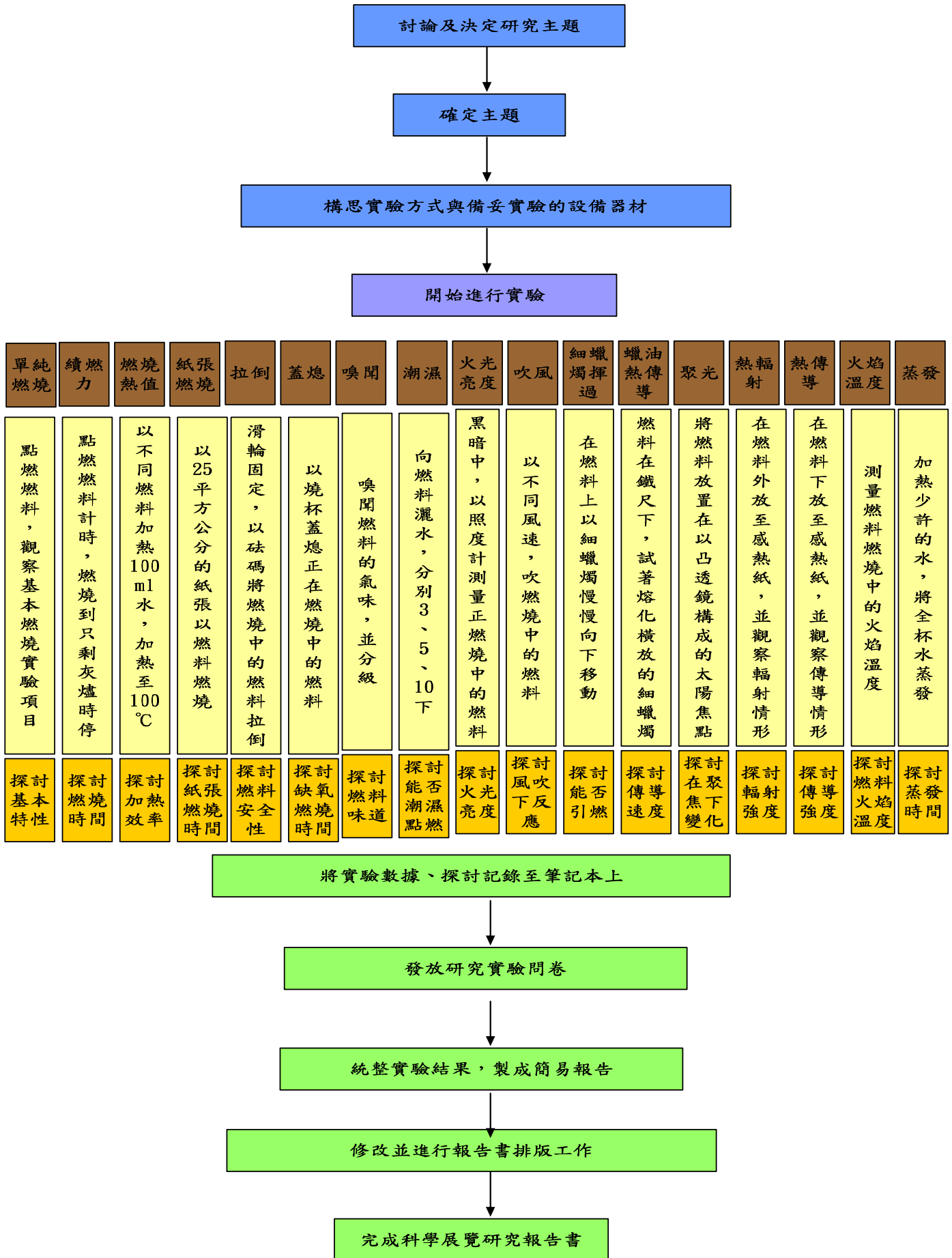
實驗名稱	實驗目的
細蠟燭揮過實驗	探討以細蠟燭在不同高度接近廢油燃料、市售燃料容不容易點燃。
蠟油熱傳導實驗	探討廢油燃料、市售燃料經由鐵尺傳導熱量的速度。
聚光實驗	探討廢油燃料、市售燃料在太陽焦點下能否自行點燃。
熱輻射實驗	探討廢油燃料、市售燃料火焰輻射之強度。
熱傳導實驗	探討廢油燃料、市售燃料火焰熱傳導之強度。
火焰溫度實驗	探討廢油燃料、市售燃料火焰的溫度。
蒸發實驗	探討廢油燃料、市售燃料加熱少量的水並蒸發的時間。
問卷調查實驗	探討大眾對燃料的認知並對廢油燃料及市售燃料特性的概念

### 三、實驗設備及器材

實驗名稱	實驗器材
單純燃燒實驗	自製蠟燭、鋁製模型、打火機、尺
續燃力實驗	自製蠟燭、鋁製模型、打火機、錶
燃燒熱值實驗	自製蠟燭、鋁製模型、打火機、燒杯、陶瓷纖維網、三腳架、錶
紙張燃燒實驗	自製蠟燭、鋁製模型、打火機、尺、25cm <sup>2</sup> 紙張、鑷子、美工刀、錶
拉倒實驗	自製蠟燭、鋁製模型、打火機、定滑輪、瓶蓋、抹布、棉線、長尾夾
蓋熄實驗	自製蠟燭、鋁製模型、打火機、燒杯
嗅聞實驗	自製蠟燭、鋁製模型、打火機
潮濕實驗	自製蠟燭、鋁製模型、打火機、灑水器、尺
火光亮度實驗	自製蠟燭、鋁製模型、打火機、照度計
吹風實驗	自製蠟燭、鋁製模型、打火機、尺、吹風機
細蠟燭揮過實驗	自製蠟燭、鋁製模型、打火機、尺、細蠟燭
蠟油熱傳導實驗	自製蠟燭、鋁製模型、打火機、鐵架、尺、蠟燭、長木板
聚光實驗	自製蠟燭、鋁製模型、自製固定器、凸透鏡
熱輻射實驗	自製蠟燭、鋁製模型、打火機、感熱紙(傳真紙)
熱傳導實驗	自製蠟燭、鋁製模型、打火機、感熱紙(傳真紙)
火焰溫度實驗	自製蠟燭、鋁製模型、溫度計、打火機
蒸發實驗	自製蠟燭、鋁製模型、蒸發皿、1ml 水、三腳架、陶瓷纖維網
問卷調查實驗	問卷、鉛筆



# 四、研究過程



# 五、研究結果

## 5-1、單純燃燒



1. 點燃廢油燃料。
2. 觀察火焰高度、焰色、火焰強度、煙色、煙味、灰燼。
3. 記錄在筆記本上。

圖 5-1-1 單純燃燒實驗

表 5-1 單純燃燒表格

名稱	項目	火焰高度(cm)	焰色	火焰強度	煙味	灰燼
甘蔗渣		4	橘黃色	中強	爆米花香	渣縮小焦黑
薑渣		3	橘黃色	中弱	薑味	部份黑掉
紙屑		6	橘黃色	強	汽油味	萎縮焦黑
鉛筆屑		5	橘黃色	中	汽油味	捲曲淡化成灰
棉花		7	橘黃色	中強	烤麵包味	燒過變焦黑
木屑		5	橘黃色	強	嗆鼻	整塊焦黑
咖啡渣		2	橘黃色	中弱	咖啡味	久後僵硬
茶仔粉		3	橘黃色	中弱	茶香	燒完結塊
酒精燈		8	藍色	強	有化學味	×
酒精膏		5	藍色	中	有化學味	×
市售蠟燭		2	橘黃色	弱	檀香味	變成蠟油

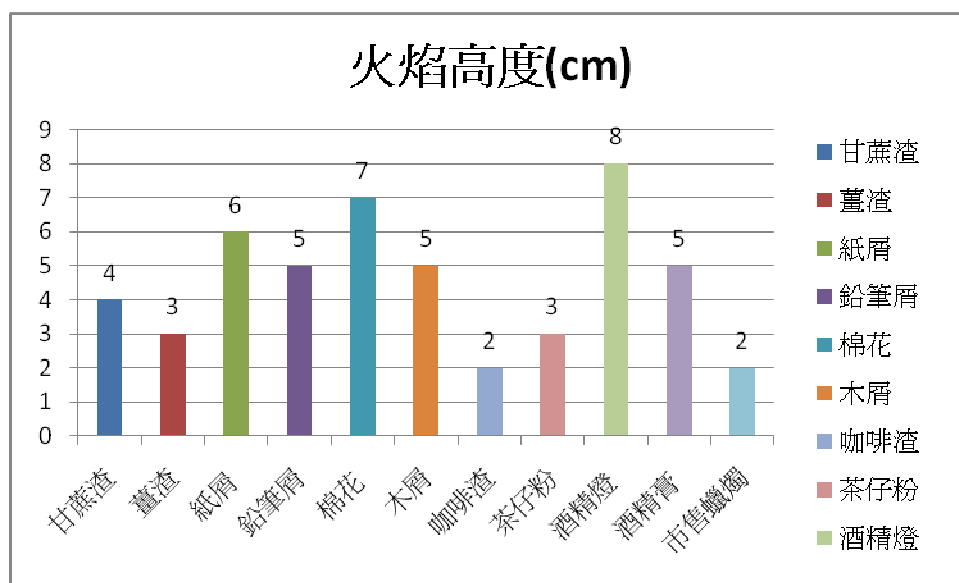


圖 5-1-2 單純燃燒實驗



## 5-2、續燃力實驗

表 5-2-1 續燃力實驗

名稱	項目	重量(g)	時間(分'秒")
甘蔗渣	I	17.90	28.21
甘蔗渣	II	17.80	26.08
平均		17.85	27.14
薑渣	I	17.30	34.33
薑渣	II	17.40	37.51
平均		17.35	36.12
紙屑	I	16.00	17.56
紙屑	II	16.20	22.28
平均		16.10	20.12
鉛筆屑	I	8.70	17.06
鉛筆屑	II	8.80	18.30
平均		8.75	17.48
棉花	I	19.90	56.00
棉花	II	20.00	50.24
平均		19.50	53.12
木屑	I	20.40	41.05
木屑	II	20.30	36.38
平均		20.35	38.51
酒精燈	I	14.90	12.14
酒精燈	II	14.90	08.33
平均		14.90	10.23
酒精膏	I	15.80	19.30
酒精膏	II	15.80	19.04
平均		15.80	19.17
市售蠟燭	I	20.00	超過 8 小時
市售蠟燭	II	20.00	超過 8 小時
平均		20.00	超過 8 小時
咖啡渣	I	12.50	46.03
咖啡渣	II	12.40	47.29
平均		12.25	46.46
茶仔粉	I	24.90	27.38
茶仔粉	II	22.20	27.43
平均		23.55	27.40



圖 5-2-1 續燃力裝置圖

1. 準備燃料器材及計時工具。
2. 點燃燃料，開始計時。
3. 燃料燒完後，時間停止，將時間記錄下來。

表 5-2-2 續燃力實驗

名稱	項目	探討
甘蔗渣		火大且穩，有些許黑煙。
薑渣		有薑味，火維持穩定。
紙屑		續燃不佳，僅部份焦黑，燃燒時還有噴油。
鉛筆屑		燒得快，整塊焦黑，少煙。
棉花		不易點燃，火不大，無煙，慢慢延燒。
木屑		火旺，最後五分鐘火才略小，煙多。
酒精燈		火高度達十多公分，但耗得快。
酒精膏		燃燒近二十分鐘，火大可持續。
市售蠟燭		無法燒完，時間非常久。
咖啡渣		有咖啡味，無煙，火穩定。
茶仔粉		火勢穩定。

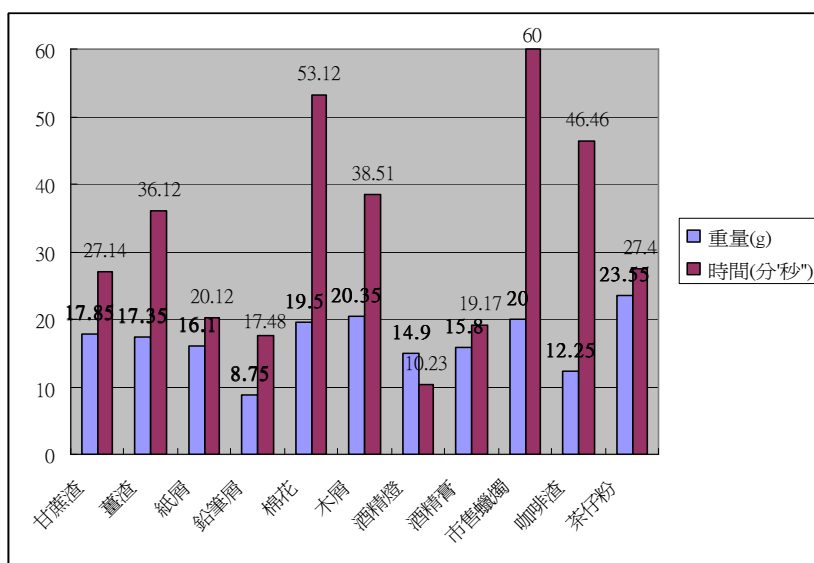


圖 5-2-2 續燃力實驗

### 5-3、燃燒熱值實驗



1. 準備好一組燃燒器材和一個 100ml 的燒杯。
2. 倒 100ml 的水至大燒杯中。
3. 點燃燃料並開始加熱水，計時開始。
4. 紀錄溫度最高達到幾度，時間停止。

圖 5-3-1 燃燒熱值

表 5-3 燃燒熱值

項目 名稱	溫度℃	起 始 溫 度	最 後 溫 度	時 間	每分 上升 溫度 ℃	平均 分鐘	溫度℃	起 始 溫 度	最 後 溫 度	時 間	每分 上升 溫度 ℃	平均 分鐘
甘蔗渣	14~80	14	80	40 分	1.65	40.00	16~77	16	77	40 分	1.53	40
薑渣	20~83	20	83	32 分	1.97	32.00	19~77	19	77	18 分	3.22	18
廢紙屑	19~64	19	64	24 分 12 秒	1.86	24.2	19~58	19	58	38 分 15 秒	1.02	38.25
鉛筆屑	18~36	18	36	10 分	1.8	10.00	21~41	21	41	10 分	2	10
棉花	22~52	52	22	10 分	3	10.00	22~54	22	54	10 分	3.2	10
木屑	20~75	20	75	20 分	1.1	20.00	20~76	20	76	20 分	2.8	20
咖啡渣	16~70	16	70	44 分 38 秒	1.21	44.63	16~72	16	72	45 分 46 秒	1.01	45.77
茶仔粉	18~64	18	64	25 分 36 秒	1.8	25.6	20~69	20	69	25 分 9 秒	1.95	25.15
酒精燈	20~92	20	92	13 分 25 秒	5.37	13.42	20~92	20	92	12 分	6	12
酒精膏	20~78	20	78	16 分 29 秒	3.52	16.48	20~77	20	77	16 分 52 秒	3.38	16.87
市售 蠟燭	20~26	20	26	10 分	0.6	10.00	20~28	20	28	10 分	0.8	10.



## 5-4、紙張燃燒實驗

表 5-4 紙張燃燒實驗

名稱	項目	第一次燃燒(單位:秒)	第二次燃燒(單位:秒)	平均(秒)
甘蔗渣		11.2	10.2	10.7
薑渣		7.7	6.0	6.8
紙屑		5.3	5.5	5.4
鉛筆屑		10.4	7.3	8.8
棉花		10.9	11.5	11.2
木屑		7.9	8.3	8.1
咖啡渣		5.4	5.8	5.6
茶仔粉		6.2	7.6	6.9
酒精燈		13.4	14.6	14
酒精膏		6.0	8.9	7.5
市售蠟燭		10.9	7.9	9.4

1. 準備好數張 5cmx5cm 的小紙張。
2. 將燃料點燃。
3. 用燃料來燒紙。
4. 觀察紙幾秒全燃燒完。

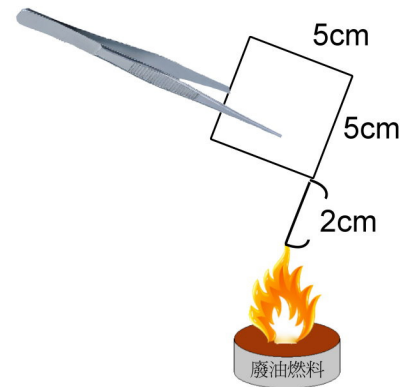


圖 5-4-1 紙張燃燒實驗

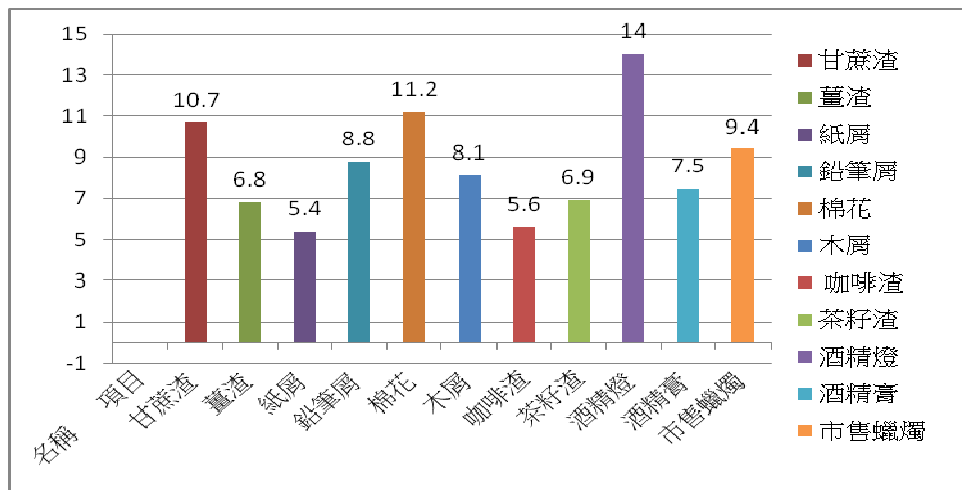


圖 5-4-2 紙張燃燒實驗

## 5-5、拉倒實驗

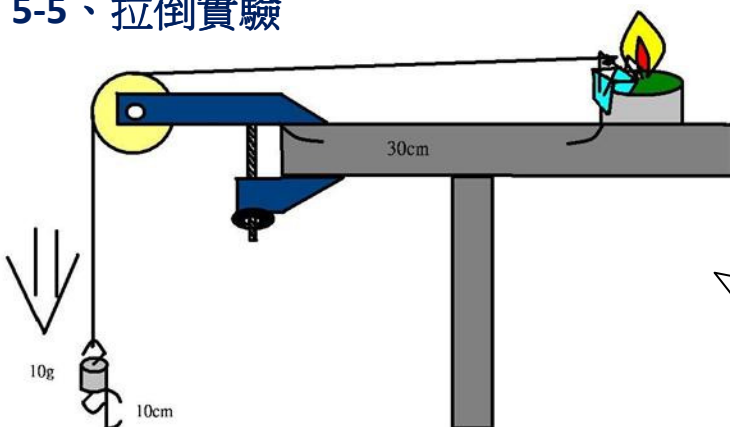


圖 5-5-1 拉倒實驗

1. 將滑輪固定在桌子上。
2. 用一條棉線一端掛著砝碼一端掛著燃料。
3. 砝碼離地 10 公分，先用物品或手將棉線壓住，以防它將燃料提前拉倒。
4. 點燃燃料先燒一分鐘。
5. 放開棉繩讓燃料傾斜拉倒。
6. 觀察火勢是否擴散。

表 5-5 拉倒實驗

名稱	項目	擴散	探討
甘蔗渣		無	拉倒後仍然繼續燃燒，但是火焰並沒有擴散到桌上。
薑渣		無	拉倒後火焰因為風而熄滅了。
廢紙屑		無	拉倒後仍然繼續燃燒，但是火焰並沒有擴散到桌上。
鉛筆屑		無	拉倒後仍然繼續燃燒，但是火焰並沒有擴散到桌上。
棉花		無	拉倒後仍然繼續燃燒，但是火焰並沒有擴散到桌上。
木屑		無	拉倒後仍然繼續燃燒，但是火焰並沒有擴散到桌上。
咖啡渣		無	拉倒後火焰因為風而熄滅了。
茶仔粉		無	拉倒後仍然繼續燃燒，但是火焰並沒有擴散到桌上。
酒精燈		大	火焰擴散面積很大，抹布蓋上火立刻熄滅。
酒精膏		中	一打翻火勢立即擴散，抹布蓋上又打開火依然沒有熄滅。
市售蠟燭		無	拉倒後蠟油全都流到桌上，火因為風而熄滅。

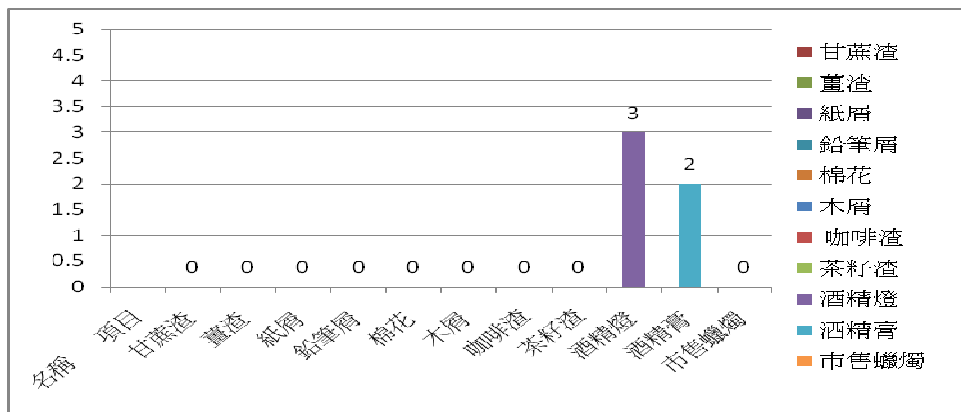


圖 5-5-2 拉倒實驗

表 5-6 蓋熄實驗

項目 名稱	第一次(秒)	第二次(秒)	平均(秒)
甘蔗渣	4.7	6.9	5.8
薑渣	10.9	8.4	9.7
廢紙屑	8.4	6.1	7.3
鉛筆屑	4.8	4.2	4.5
棉花	5.2	4.2	4.2
木屑	9.1	7.8	8.5
茶仔粉	3.9	3.1	3.5
咖啡渣	4.1	5.6	4.9
酒精燈	21.7	19.2	20.5
酒精膏	7.6	8.6	8.1
市售蠟燭	21.7	19.2	20.5

## 5-6、蓋熄實驗



圖 5-6-1 蓋熄實驗

1. 將燃料點燃先燒三分鐘。
2. 拿 250ml 燒杯將它蓋住。
3. 測量它多久後會被熄滅。

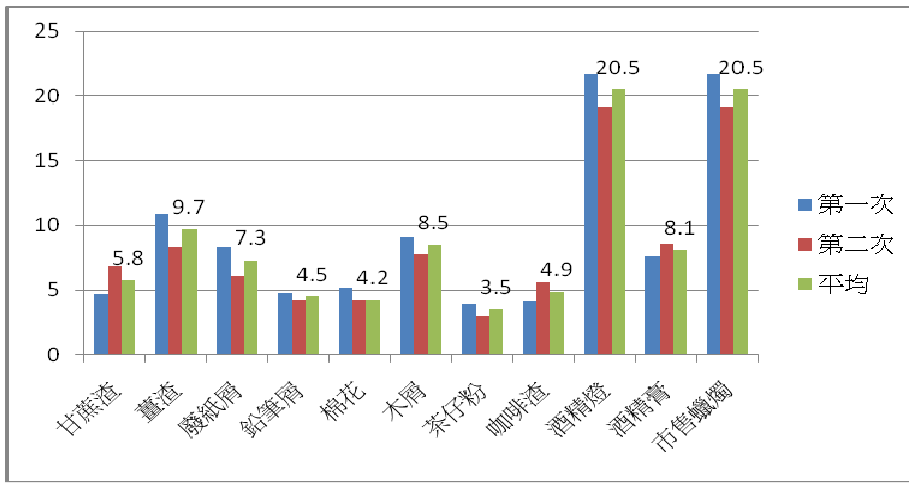


圖 5-6-2 蓋熄實驗

## 5-7 嗅聞實驗

表 5-7 嗅聞實驗

名稱	項目	臭味程度	味道	煙色
甘蔗渣		2	爆米花香	前 1 分鐘無煙，後來開始出現些許黑煙
薑渣		3	薑味	前 2 分鐘無煙，後來開始出現白煙
紙屑		5	汽油味	點燃不到 30 秒便開始出現一點點黑煙
鉛筆屑		5	汽油味	點燃 3 分鐘後開始出現少部分黑煙
棉花		3	烤麵包味	點燃 2 分鐘後開始出現些許黑煙
木屑		4	嗆鼻	點燃 1 分鐘後開始出現些許黑煙
咖啡渣		2	咖啡味	點燃 1 分鐘後開始出現很少的白煙
茶仔粉		1	茶香	點燃 4 分鐘後開始出現些許白煙
酒精燈		5	化學味	無煙
酒精膏		5	化學味	無煙
市售蠟燭		1	檀香味	點燃後前 10 秒有黑煙

1. 點燃廢油燃料。
2. 燃燒 3 分鐘後由 5 人一起聞 在寫在筆記本上。  
P.S.由臭味的程度分別從強至弱分別是 5~1。



圖 5-7-1 嗅聞實驗

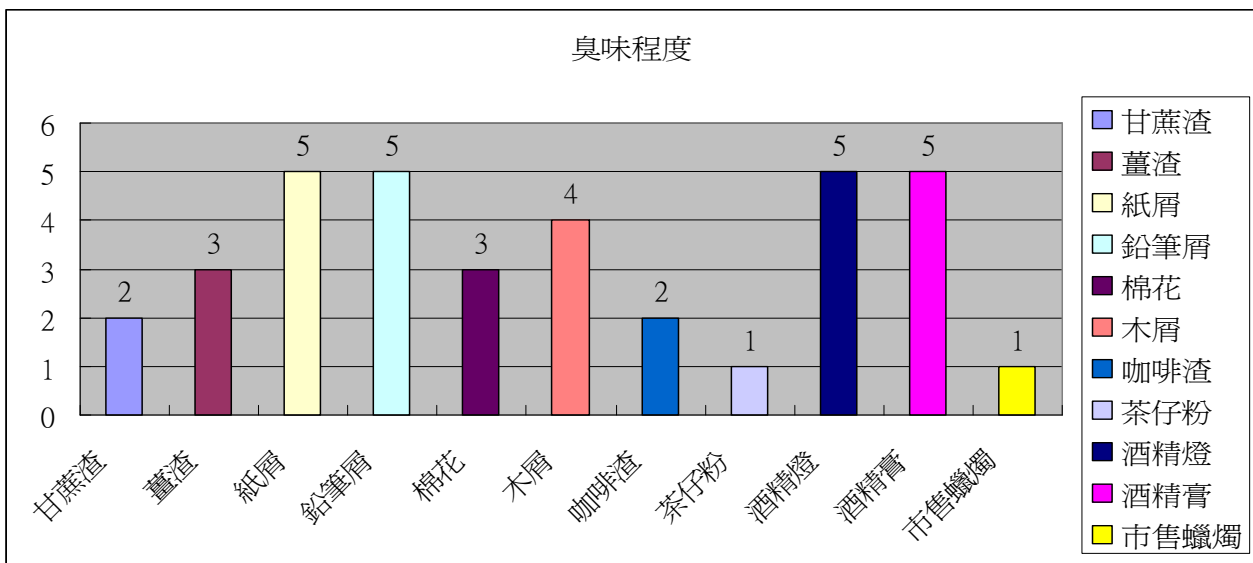


圖 5-7-2 嗅聞實驗

## 5-8、潮濕實驗



1. 準備實驗相關器材。
2. 在 20CM 處分別噴灑 3 下、5 下與 10 下的水。
3. 試著點起燃料，看能否點起來(點一次火，一次點 10 秒)。
4. 記錄下結果。

圖 5-8-1 潮濕實驗

表 5-8 潮濕實驗

名稱	項目	3 下	5 下	10 下	探討
甘蔗渣		×	×	×	點火時，有劈哩啪啦聲，火接近時火熄滅。
薑渣		×	×	×	火靠近時有白煙，有劈哩啪啦聲。
紙屑		強	強	強	有煙，水部分被蒸發，整片燒起。
鉛筆屑		×	×	×	有劈哩啪啦聲。
棉花		弱	弱	×	有劈哩啪啦聲。
木屑		×	×	×	僅有火苗，但還是無法燃起。
咖啡渣		×	×	×	不能點燃，也無火苗。
茶籽粉		×	×	×	本身就不易點燃，灑水後也無反應。
酒精燈		強	強	強	火燃燒不完全，焰色藍。
酒精膏		中	弱	弱	火較酒精燈小許多。
市售蠟燭		×	×	×	燭芯溼了後不可點燃。

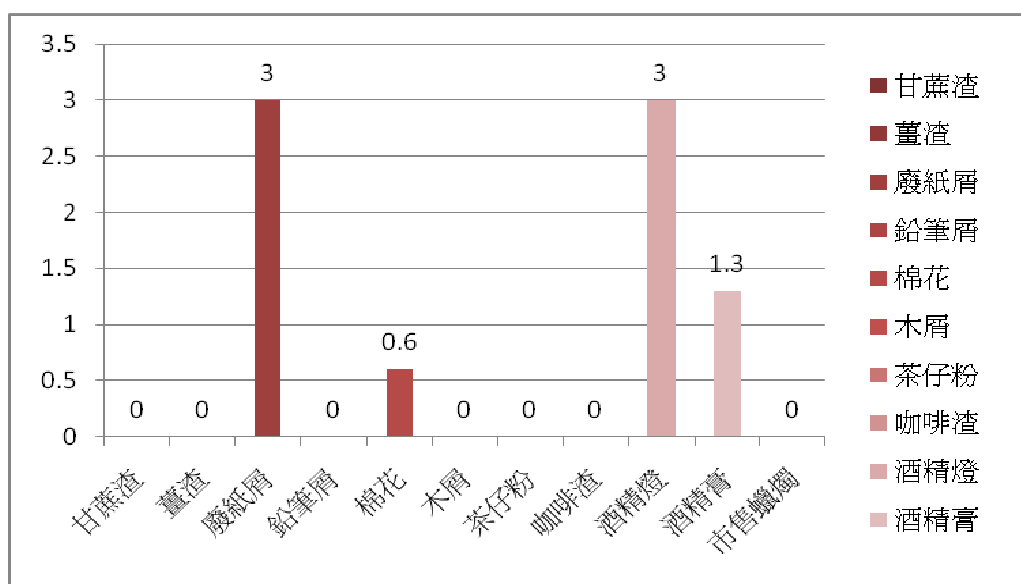


圖 5-8-2 潮濕實驗

## 5-9、火光亮度實驗

表 5-9 火光亮度實驗

名稱	項目	第一次檢測(流明)	第二次檢測(流明)	平均(流明)
甘蔗渣		5.0	6.0	5.5
薑渣		15.0	13.0	14.0
廢紙屑		72.0	80.0	76.0
鉛筆屑		4.0	10.0	7.0
棉花		4.0	7.0	5.5
木屑		30.0	21.0	25.5
茶仔粉		6.0	5.0	5.5
咖啡渣		2.0	16.0	18.0
酒精燈		1.0	0.0	0.5
酒精膏		0.0	3.0	1.5
市售蠟燭		4.0	11.0	7.5

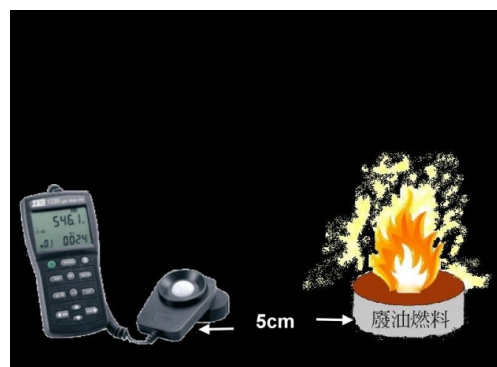


圖 5-9-2 火光亮度實驗

1. 將實驗器材至於陰暗處角落中。
2. 距離廢油燃料及市售燃料 5cm 處擺上照度計。
3. 觀察照度計上數字值，將結果記至筆記本中。

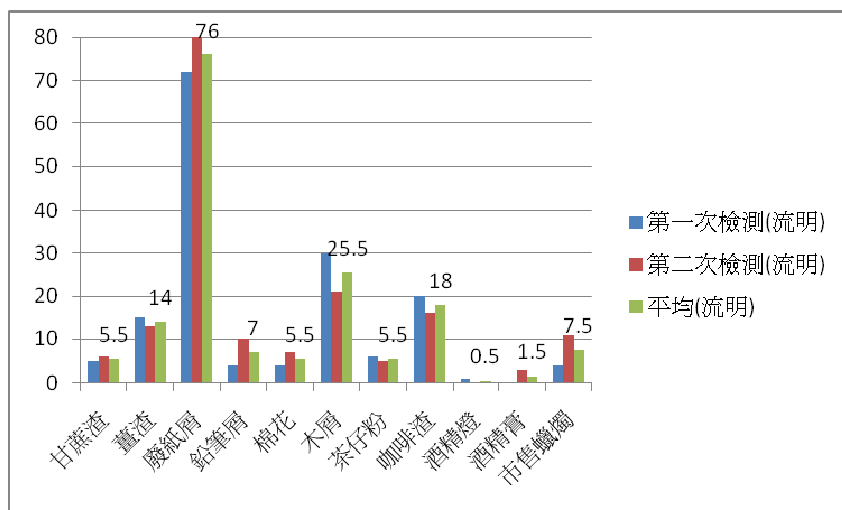
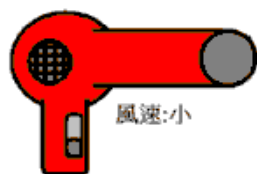


圖 5-9-2 火光亮度實驗

## 5-10、吹風實驗



1. 把吹風機分別依照不同種類 15、25 公分放置至燃料前。
2. 依序開小風與大風。
3. 以碼錶計時。
4. 將結果記錄在筆記本上。

圖 5-10-1 吹風實驗

表 5-10 吹風實驗

名稱 項目	15cm 小	15cm 大	25cm 小	25cm 大
甘蔗渣 I	滿 10 分鐘	4 秒 50 微秒	10 分鐘尚未熄滅	11 秒 35 微秒
甘蔗渣 II	滿 10 分鐘	15 秒 7 微秒	10 分鐘尚未熄滅	6 秒 90 微秒
平均	滿 10 分鐘	9 秒 78.5 微秒	10 分鐘尚未熄滅	9 秒 12.5 微秒
薑渣 I	12 秒 91 微秒	3 秒 25 微秒	2 秒 30 微秒	11 秒 16 微秒
薑渣 II	6 秒 04 微秒	0 秒 60 微秒	6 秒 90 微秒	0 秒 67 微秒
平均	9 秒 47.5 微秒	1 秒 92.5 微秒	4 秒 60 微秒	6 秒 58.5 微秒
紙屑 I	69 秒 93 微秒	33 秒 69 微秒	10 分鐘尚未熄滅	滿 10 分鐘
紙屑 II	27 秒 08 微秒	27 秒 87 微秒	10 分鐘尚未熄滅	滿 10 分鐘
平均	48 秒 50.5 微秒	30 秒 78 微秒	10 分鐘尚未熄滅	滿 10 分鐘
鉛筆屑 I	25 秒 65 微秒	1 秒 18 微秒	52 秒 75 微秒	1 秒 85 微秒
鉛筆屑 II	6 秒 80 微秒	0 秒 26 微秒	3 秒 50 微秒	1 秒 82 微秒
平均	16 秒 22.5 微秒	0 秒 72 微秒	28 秒 62.5 微秒	1 秒 83.5 微秒
棉花 I	1 秒 34 微秒	0 秒 91 微秒	10 秒 12 微秒	0 秒 91 微秒
棉花 II	1 秒 0 微秒	1 秒 0 微秒	5 秒 81 微秒	1 秒 19 微秒
平均	1 秒 17 微秒	0 秒 95.5 微秒	7 秒 96.5 微秒	1 秒 5 微秒
木屑 I	2 秒 28 微秒	1 秒 93 微秒	13 秒 13 微秒	2 秒 01 微秒
木屑 II	0 秒 97 微秒	0 秒 68 微秒	7 秒 63 微秒	1 秒 69 微秒
平均	1 秒 62.5 微秒	1 秒 30.5 微秒	10 秒 38 微秒	1 秒 85 微秒
市售蠟燭 I	0 秒 70 微秒	0 秒 40 微秒	0 秒 90 微秒	0 秒 80 微秒
市售蠟燭 II	0 秒 70 微秒	0 秒 30 微秒	0 秒 80 微秒	0 秒 70 微秒
平均	0 秒 70 微秒	0 秒 35 微秒	0 秒 85 微秒	0 秒 75 微秒
咖啡渣 I	0 秒 58 微秒	0 秒 96 微秒	1 秒 43 微秒	0 秒 71 微秒
咖啡渣 II	1 秒 23 微秒	0 秒 97 微秒	1 秒 72 微秒	0 秒 72 微秒
平均	1 秒 88 微秒	0 秒 96.5 微秒	1 秒 57.5 微秒	0 秒 71.5 微秒
茶仔粉 I	1 秒 42 微秒	1 秒 17 微秒	2 秒 09 微秒	1 秒 78 微秒
茶仔粉 II	0 秒 72 微秒	0 秒 63 微秒	1 秒 63 微秒	1 秒 96 微秒
平均	1 秒 07 微秒	0 秒 90 微秒	1 秒 11 微秒	0 秒 82 微秒

甘蔗渣	風有助於甘蔗渣燃燒，且煙多火大。
薑渣	渣不易點燃，風吹時，略遜一籌。
紙屑	煙多嗆鼻，火旺，殘渣還可繼續燃燒。
鉛筆屑	測試時，風有助於燃燒，正式時卻不一樣，煙多燃燒面積大。
棉花	火穩定，但遇風時卻不易燃燒。
木屑	火旺，但遭風吹時則快速熄滅。
酒精燈(膏)	吹風時發現，風對其火反而是火上加油，火更大，須等到其燃料全部燒盡。
市售蠟燭	火小不易承受風吹，很快熄滅。
咖啡渣	火多半較弱，火燃燒面積也不大
茶仔粉	較咖啡渣受風吹，但與其他廢油燃料比時，還是居下風。



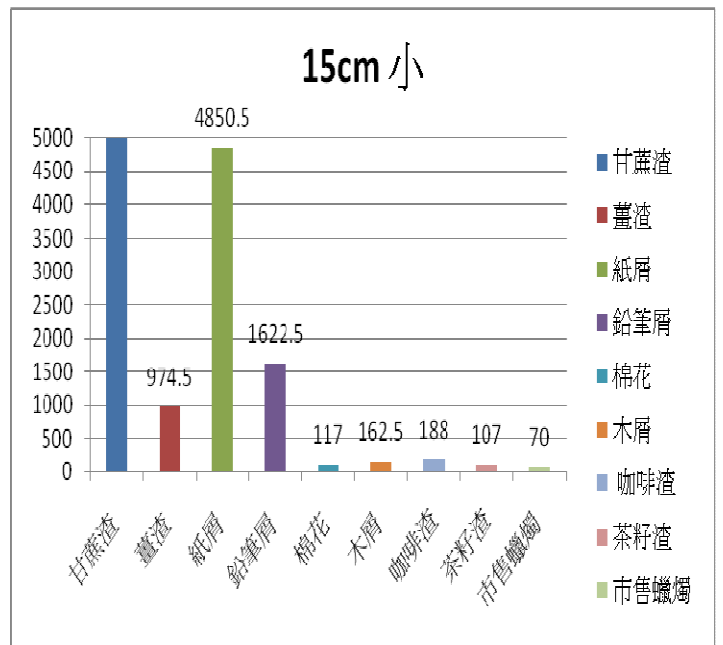
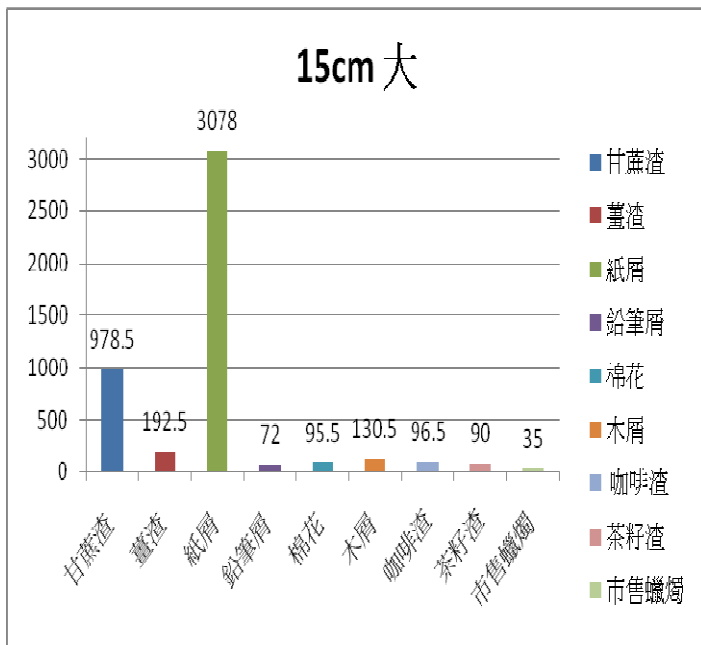


圖 5-10-2 吹風實驗

圖 5-10-3 吹風實驗

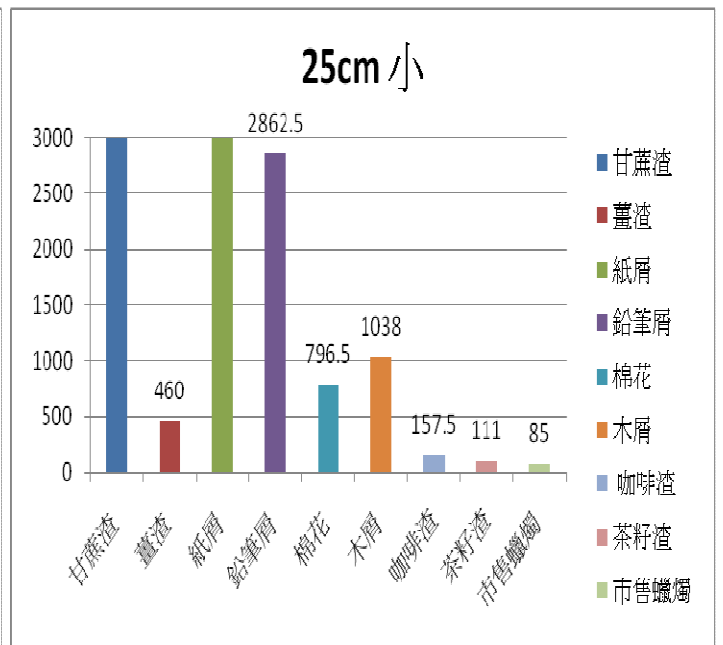
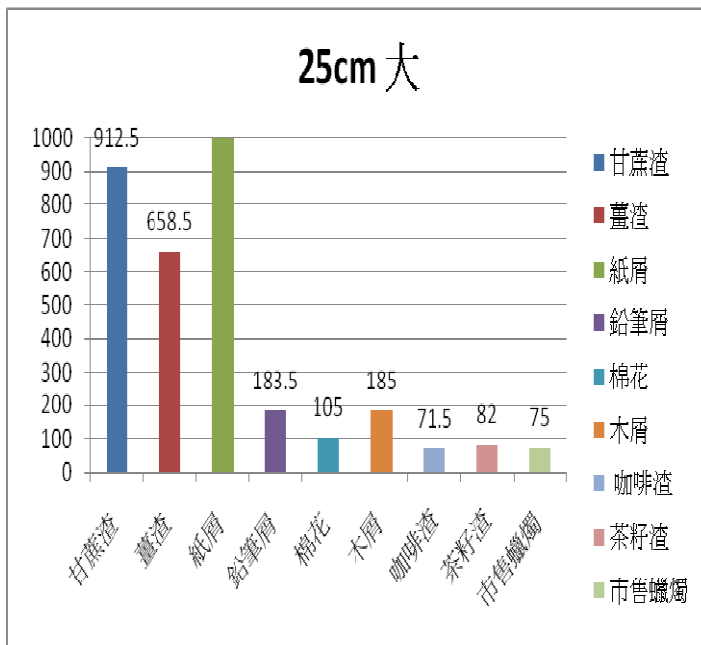


圖 5-10-4 吹風實驗

圖 5-10-5 吹風實驗

## 5-11、細蠟燭揮過實驗

表 5-11 細蠟燭揮過實驗

名稱 項目	第一次(cm)	第二次(cm)
甘蔗渣	成功點燃	成功點燃
薑渣	失敗	失敗
廢紙	成功點燃	成功點燃
鉛筆屑	成功點燃	成功點燃
棉花	成功點燃	成功點燃
木屑	成功點燃	成功點燃
咖啡渣	成功點燃	成功點燃
茶仔粉	成功點燃	成功點燃
酒精燈	1.0	0.9
酒精膏	0.3	0.3
市售蠟燭	成功點燃	成功點燃

1. 在燃料上以點燃的細蠟燭慢慢往下降，看看燃料是否點燃。
2. 若沒有，細蠟燭高度就逐漸下降。
3. 也有可能不點燃或者直接接觸表面點燃。
4. 把結果記錄在筆記本上並分析。

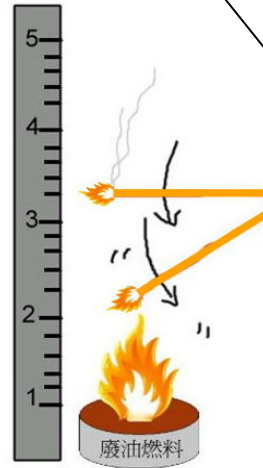


圖 5-11 細蠟燭揮過實驗

P.S. 細蠟燭直接接觸燃料表面 10 秒內點燃稱之為**成功點燃**

## 5-12、蠟油熱傳導實驗

表 5-12 蠟油熱傳導實驗

名稱 項目	第一次(cm)	第二次(cm)	平均(cm)
甘蔗渣	4.0	5.5	4.5
薑渣	6.0	5.0	5.5
廢紙	3.5	5.0	4.3
鉛筆屑	4.0	3.0	3.5
棉花	4.0	7.0	5.5
木屑	6.0	5.0	5.5
咖啡渣	4.0	3.0	3.5
茶仔粉	5.0	5.0	5.0
酒精燈	5.0	6.0	5.5
酒精膏	5.0	5.0	5.0
市售蠟燭	0.5	1.5	1.0

1. 準備實驗器材。
2. 將細蠟燭放置在鐵尺 5cm 處。
3. 將燃料至於鐵尺 1cm 處並用木板墊高，與尺相隔 5cm。
4. 點燃燃料 5 分鐘，觀察蠟油熔至幾公分，並減 5cm 做實驗數據。

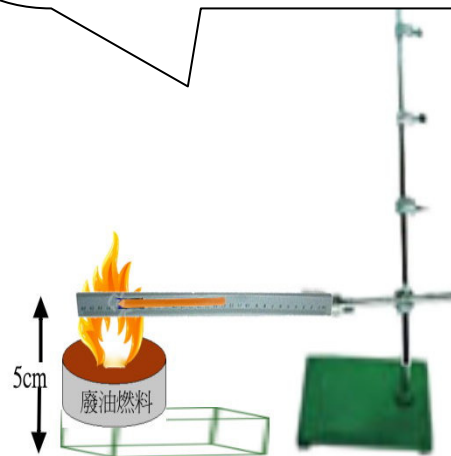


圖 5-12 蠟油熱傳導實驗

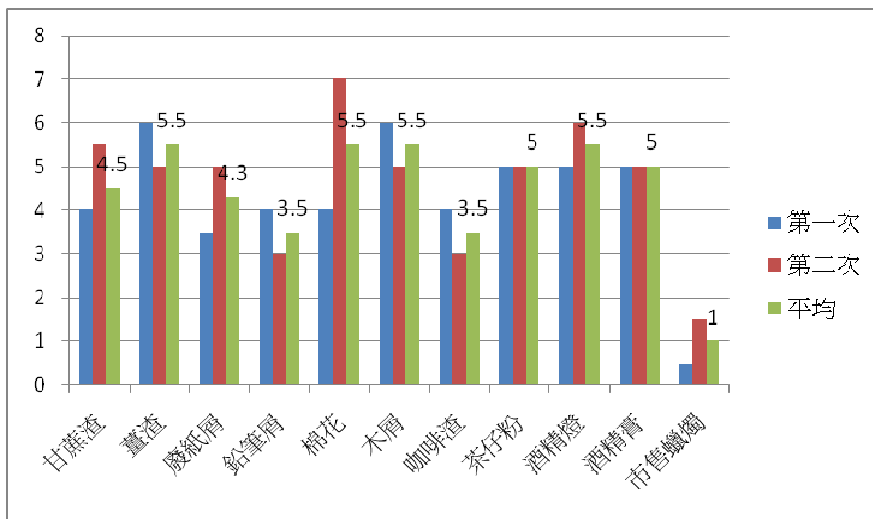


圖 5-12 蠟油熱傳導實驗

### 5-13、聚光實驗



圖 5-13 聚光實驗

1. 製作一個能讓凸透鏡懸空的固定器。
2. 將凸透鏡對準太陽調整高度和角度以找出焦點，並把燃料擺放在焦點上。
3. 觀察燃料的變化。
4. 將實驗結果記錄在筆記本上。

表 5-13 聚光實驗

名稱	項目	點燃	產生反應時間	探討
甘蔗渣		×	×	對焦許久都無反應。
薑渣		×	24 秒	無燒起來、煙少，但可聞到薑味。
紙屑		×	3 秒	煙多，聚光部分與燒起後一樣焦黑，盒子燙。
鉛筆屑		×	12 秒	煙隨時間增多，油有融出鉛筆屑。
棉花		×	×	無煙，也無明顯黑掉。
木屑		×	112 秒	焦點處黑掉，聚焦久後才冒煙。
咖啡渣		×	11 秒	11 秒冒煙，開始有咖啡味，有啪啪的聲音。
茶仔粉		×	34 秒	起少許煙，煙當下可尋茶香味。
酒精燈		×	×	無反應、無聲響。可能是因為容器本身是銀白色在加上酒精是透明的，產生反光，導致溫度無法提升
酒精膏		×	×	無反應、無聲響。可能是因為容器本身是銀白色在加上酒精膏是透明的，產生反光，導致溫度無法提升
市售蠟燭		×	×	久久沒白煙，也無特別變化。

## 5-14、熱輻射實驗

表 5-14 熱輻射實驗

名稱 項目	第一次	第二次	兩次平均
甘蔗渣	3	3	3
薑渣	0	0	0
廢紙屑	3	5	4
鉛筆屑	0	1	0.5
棉花	5	4	4.5
木屑	3	3	3
咖啡渣	2	2	2
茶仔粉	3	4	3.5
酒精燈	5	5	5
酒精膏	5	3	4
市售蠟燭	0	0	0

1. 準備一個去蓋的鐵圓柱體與感熱紙(傳真紙)。
2. 裁切感熱紙並貼於鐵罐內面，感熱面朝內。
3. 使燃料均勻燃燒後放置在鐵罐中，燃燒一分鐘
4. 觀察熱輻射感熱的情形。(以 0~5 等級評分)

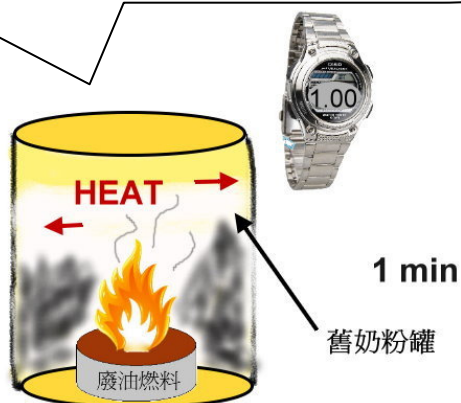


圖 5-14-1 熱輻射實驗

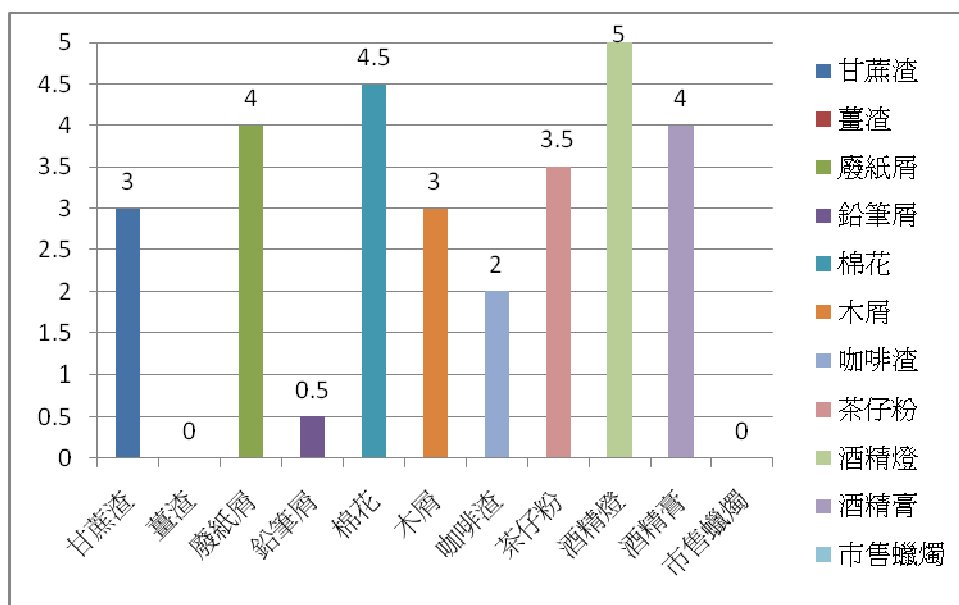


圖 5-14-2 熱輻射實驗

## 5-15、熱傳導實驗

表 5-15 熱傳導實驗

名稱	項目	第一次感熱(級)	第二次感熱(級)	平均
甘蔗渣		2	5	3.5
甘蔗渣探討	第二次整個模型底部面積呈現黑色			
薑渣		0	0	0
薑渣探討	無			
廢紙屑		0	1	0.5
廢紙屑探討	熱輻射的反應較大，熱傳導的反應較小			
鉛筆屑		4	0	2
鉛筆屑探討	兩著差異大，一個幾乎全黑，一個幾乎全白			
棉花		0	0	0
棉花探討	無			
木屑		0	1	0.5
木屑探討	無			
咖啡渣		0	0	0
咖啡渣探討	無			
茶仔粉		0	1	0.5
茶仔粉探討	感熱紙上有一點一點的焦黑點			
酒精燈		5	5	5
酒精燈探討	底面積外全焦黑，還燙到變白			
酒精膏		5	3	4
酒精膏探討	無			
市售蠟燭		0	0	0
市售蠟燭探討	無			

1. 將燃料放置在 1 張 5cmx5cm 的感熱紙上。
2. 將燃料點燃，等待均勻燃燒。
3. 5 分鐘後觀察是否有熱傳導。
4. 以感熱紙上的變黑面積來觀察差異。(以 0~5 等級評分)

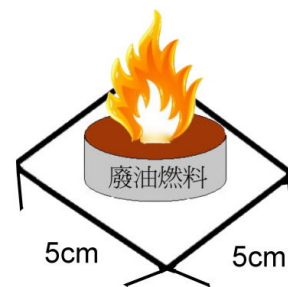


圖 5-15-1 熱傳導實驗

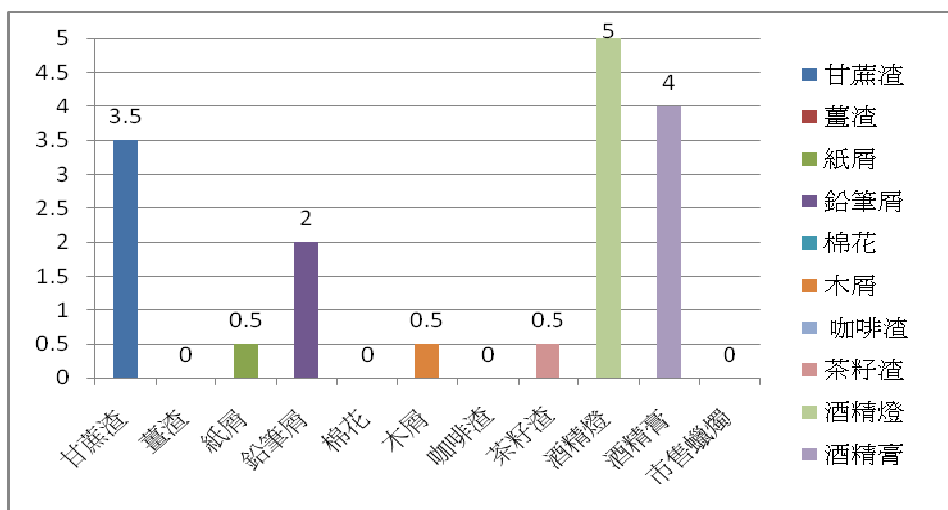


圖 5-15-2 熱傳導實驗

## 5-16、火焰溫度實驗



1. 開啓電子溫度計。
2. 將燃料點燃 3 分鐘等待火勢穩定後，即可開始進行實驗。
3. 用溫度計測量火焰溫度。

圖 5-16-1 火焰溫度實驗

表 5-16-1 火焰溫度實驗

名稱 / 項目	第一次溫度(°C)	第二次溫度(°C)	平均溫度(°C)
甘蔗渣	890	860	875
薑渣	870	910	890
廢紙屑	910	890	900
鉛筆屑	790	730	760
棉花	810	780	795
木屑	810	790	800
咖啡渣	710	710	710
茶仔粉	810	790	800
酒精燈	930	920	925
酒精膏	770	780	775
市售蠟燭	690	740	715

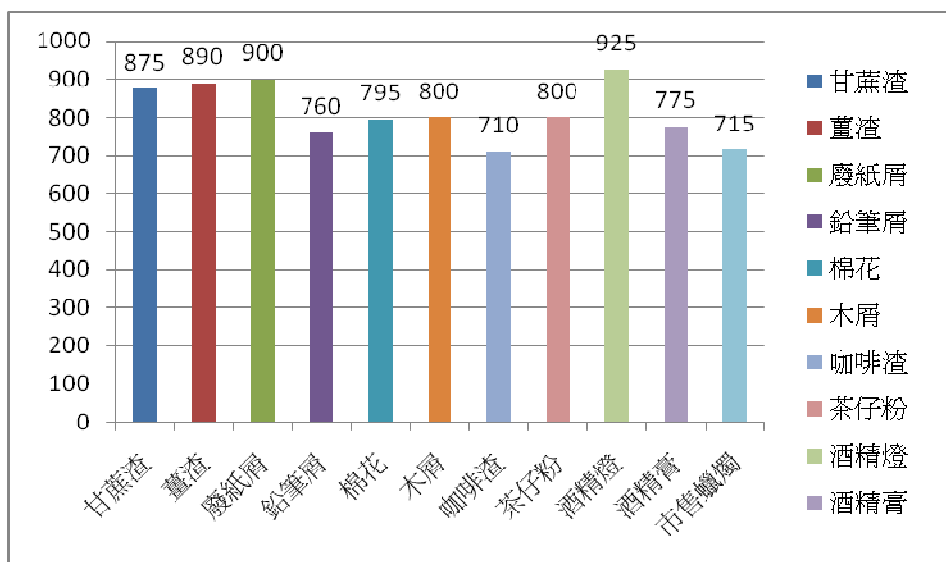


圖 5-16-2 火焰溫度實驗



## 5-17、蒸發實驗



圖 5-17-1 蒸發實驗

1. 在蒸發皿中滴入 1ml 的水。
2. 將燃料點燃，蒸發皿中的水會開始蒸發。
3. 測量多久後蒸發皿中的水會全數蒸發。

表 5-17 蒸發實驗

名稱 項目	第一次蒸發時間	平均分鐘	第二次蒸發時間	平均分鐘	兩次平均
甘蔗渣	6 分 26 秒	6.4	7 分 32 秒	7.5	7.0
薑渣	6 分 54 秒	6.9	7 分 44 秒	7.7	7.3
廢紙屑	11 分 36 秒	11.6	11 分 00 秒	11.0	11.3
鉛筆屑	14 分 21 秒	14.4	13 分 51 秒	13.9	14.2
棉花	5 分 44 秒	5.7	3 分 25 秒	3.4	4.6
木屑	5 分 12 秒	15.8	5 分 08 秒	5.1	10.5
咖啡渣	7 分 56 秒	7.9	7 分 57 秒	8.0	8.0
茶仔粉	14 分 53 秒	14.9	9 分 37 秒	9.6	12.3
酒精燈	4 分 46 秒	4.8	5 分 21 秒	5.4	5.1
酒精膏	6 分 43 秒	6.7	6 分 10 秒	6.2	6.5
市售蠟燭	55 分 54 秒	55.9	58 分 00 秒	58.0	57.0

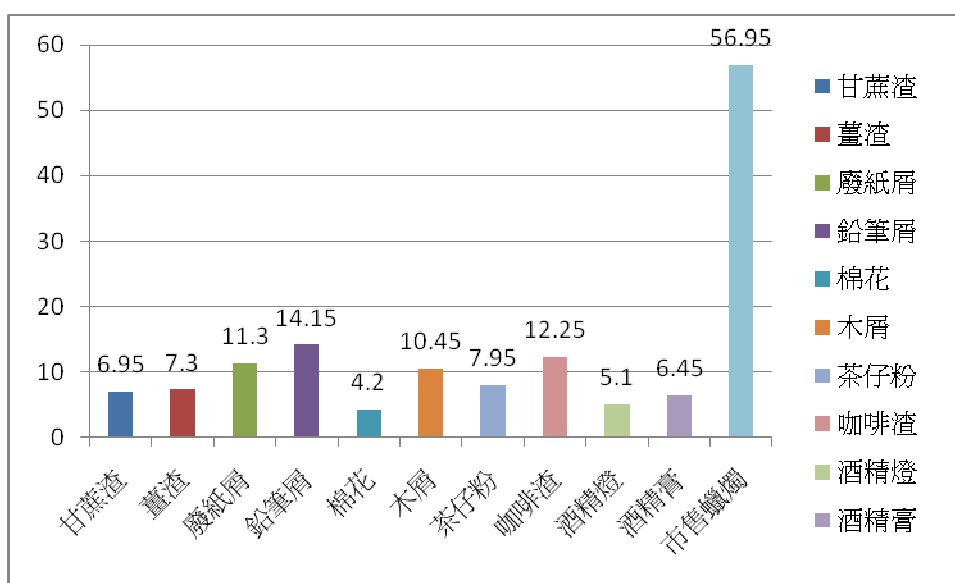


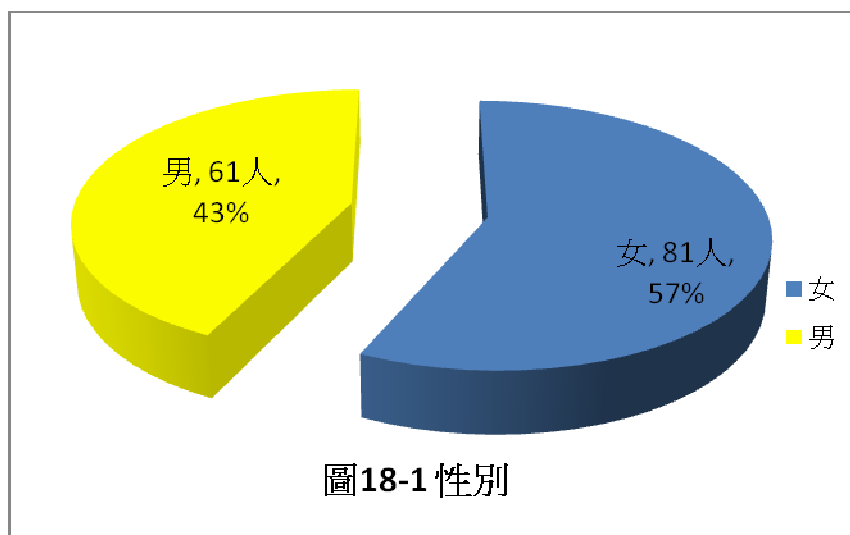
圖 5-17-2 蒸發實驗

## 5-18、問卷調查

依據研究主題我們進行許多次的討論，終於設計完成「廢棄食用油與植物渣回收製成固體燃料問卷調查」。這份問卷一共有 16 題，前面第 1 題至第 4 題是調查基本資料，第 5 題至第 16 題是針對廢油燃料的使用情形、酒精燈、酒精膏的相關知識以及燃料安全性問題進行了解。為了充分瞭解燃料的使用現況，我們一共發放 150 份問卷，並且分組進行調查。最後問卷回收 147 份，回收率 98%。其中有 5 分廢卷，142 分有效問卷。

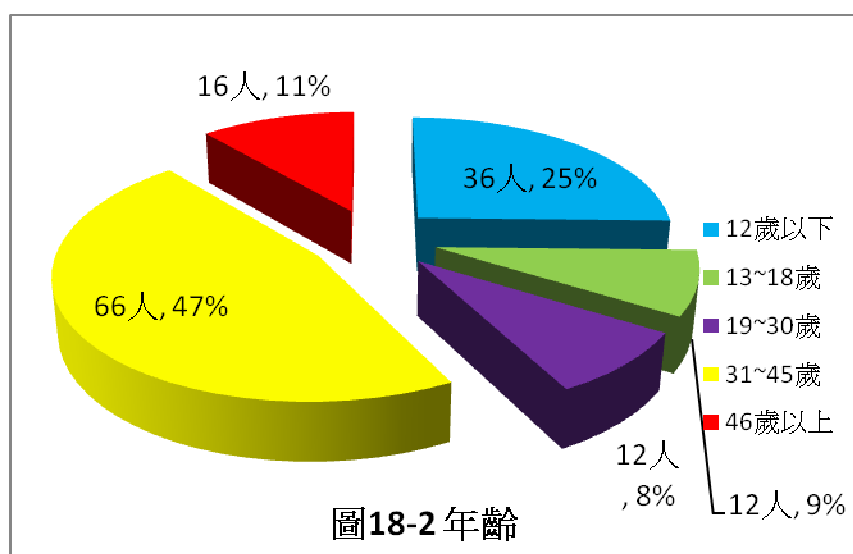
### (一) 受訪者的性別分佈

我們的問卷調查對象中，女性的受訪民眾較多，共計 81 人占 57%；男性有 61 位，占 43%。



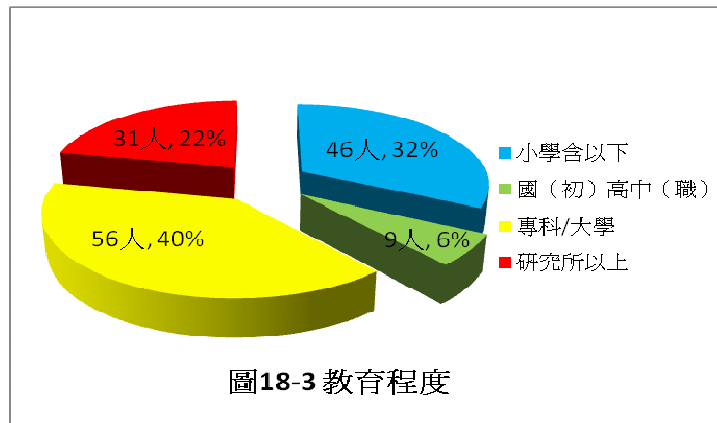
### (二) 受訪者的年齡分布

我們問卷調查的對象，年齡層分布很廣，從未滿 12 歲到 46 歲以上都有，其中 12 歲以下的受訪民眾有 36 人占 25%；13 到 18 歲的有 12 人占 9%；19 到 30 歲有 12 人占 8%；31 到 40 歲有 66 人占 47%；46 歲以上有 16 人占 11%。



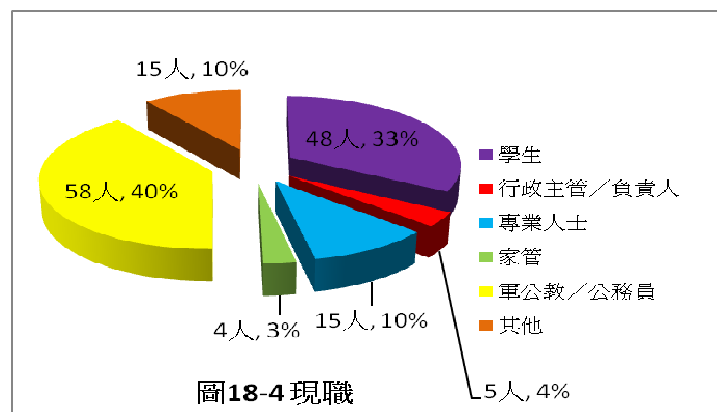
### (三) 受訪者的學歷背景

我們問卷調查的對象，具有專科/大學學歷的受訪者最多，有 56 人占 40%；小學以下學歷的有 46 人占 32%；國（初）高中（職）的有 9 人占 6%；研究所以上學歷的有 31 人占 22%。



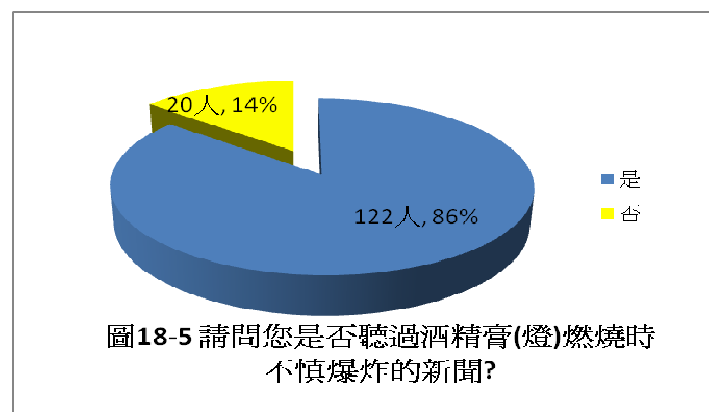
### (四) 受訪者的職業

我們問卷調查的對象，包含許多職業身分，其中最多的是軍公教身分有 58 人占 40%；其次是學生有 48 人占 33%；專業人士有 15 人占 10%；家管有 4 人占 3%；行政主管/負責人有 5 人占 4%；其他有 15 人占 10%。



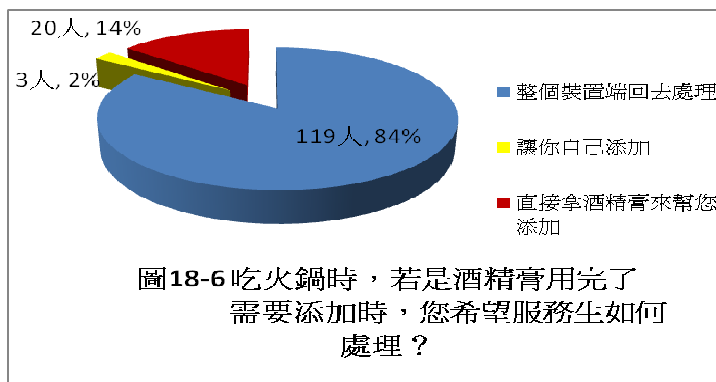
### (五) 請問您是否聽過或看過酒精膏(燈)燃燒時不慎爆炸的新聞？

為了瞭解民眾是否聽過或親身體驗過酒精膏(燈)爆炸的新聞，我們發出問卷調查。結果顯示，有 122 人聽過或看過，占 86%；沒聽過或看過的人有 20 人，占 14%。



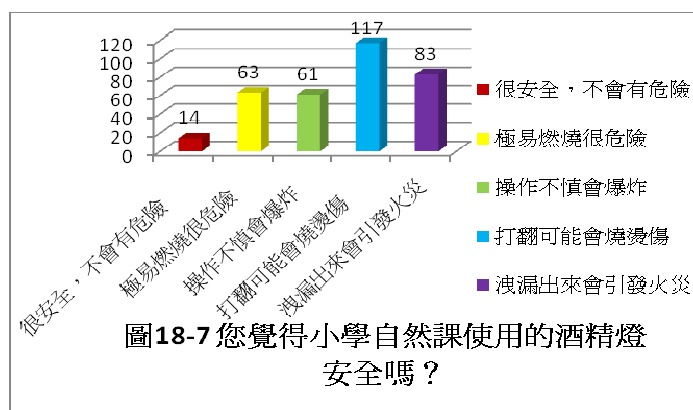
## （六）吃火鍋時，若是酒精膏用完了需要添加時，您希望服務生如何處理？

因為在吃火鍋時，如果沒酒精膏時，直接添加會造成整瓶酒精膏爆炸，所以我們要調查民眾是否知道酒精膏的危險性。經過問卷調查顯示，有 119 人希望整個裝置端回去處理，占 84%；有 3 人希望服務生讓自己添加，占了 2%；直接拿酒精膏來幫忙添加有 20 人，占了 14%。



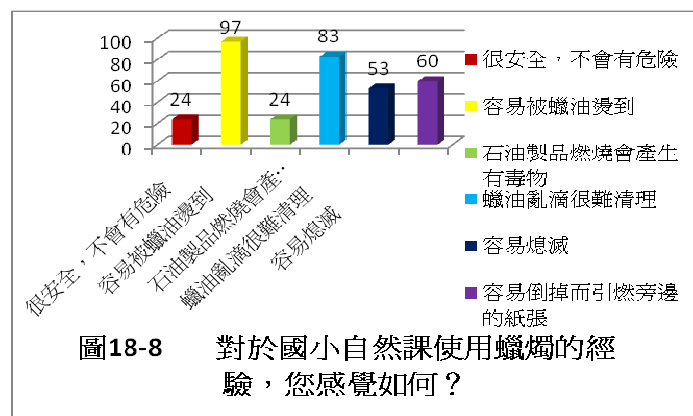
## （七）您覺得小學自然課使用的酒精燈安全嗎？(可複選)

我們爲了瞭解民眾對於酒精燈的看法，所以做了調查。結果顯示，做多人選的是打翻可能會燒燙傷，總共有 117 人勾選；其次是洩漏出來會引發火災，有 83 人；極易燃燒很危險和操作不慎會爆炸前者 63 人，後者 61 人，只差了 2 人；最少的是很安全，不會有危險，只有 14 人勾選。



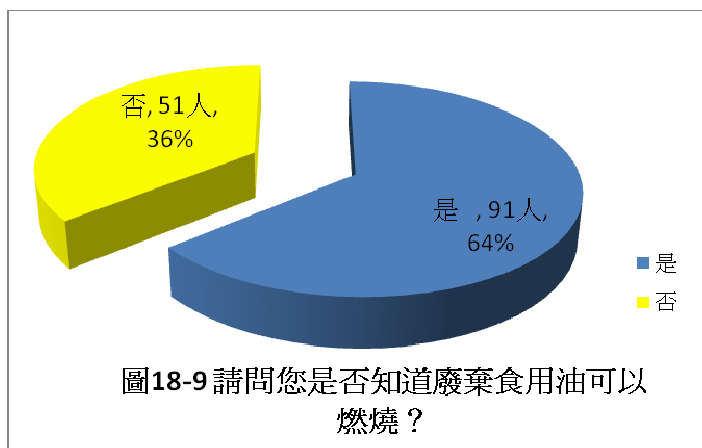
## （八）對於國小自然課使用蠟燭的經驗，您感覺如何？(可複選)

民眾心中對於市售蠟燭使用上的優缺點，最多人覺得容易被蠟油燙到，有 97 人勾選；其次是蠟油亂滴很難清理，有 83 人；再來是容易打調引燃旁邊的紙張，有 60 人這樣認爲；接下來是容易熄滅，有 53 人勾選；很安全，不會有危險和石油物品燃燒會產生有毒物都一樣是 24 人。



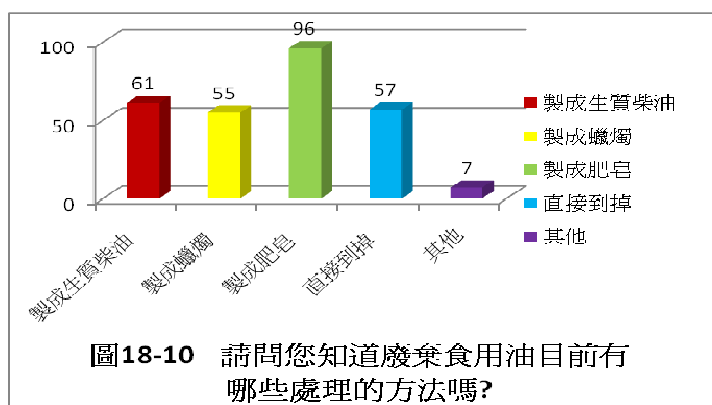
### (九) 請問您是否知道廢棄食用油可以燃燒？

爲了瞭解民眾是否知道廢棄食用油這種用過的東西是否能再利用，設計這個問題來調查，結果顯示，有 91 知道廢棄油可以燃燒，占了 64%；有 51 人不知道，占了 36%。



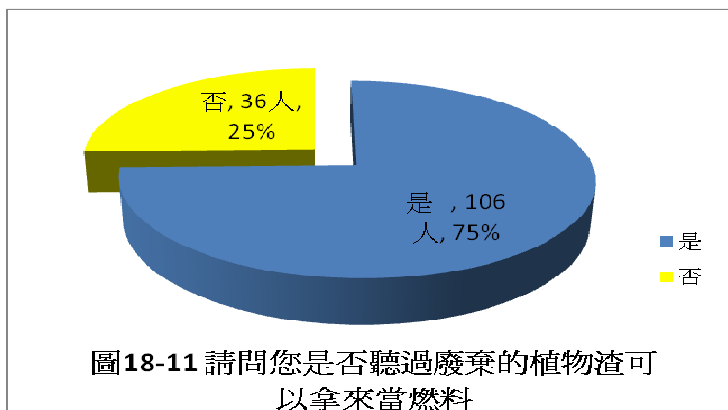
### (十) 請問您知道廢棄食用油目前有哪些處理的方法嗎?(可複選)

因爲食用油用完後如果直接倒掉很浪費，所以調查民眾知道哪幾種利用廢棄油的方法，最多的是製成肥皂，有 96 人知道；其次是做成生質柴油，有 61 人知道；製成蠟燭和直接倒掉人數差不多，前者 55 人，後者 57 人；最少的是其他，只有 7 人。



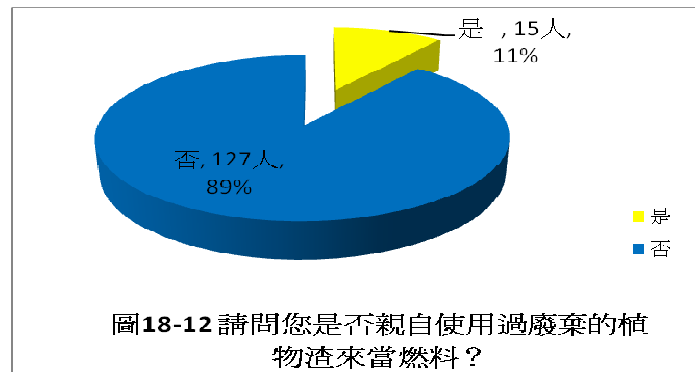
### (十一) 請問您是否聽過廢棄的植物渣可以拿來當燃料(例：甘蔗渣…等)？

爲了調查民眾知道有哪一些植物渣是可以拿來再利用的，所以設計此問題，調查結果顯示有 106 人聽過，占了 75%；沒聽過有 36 人，占了 25%。



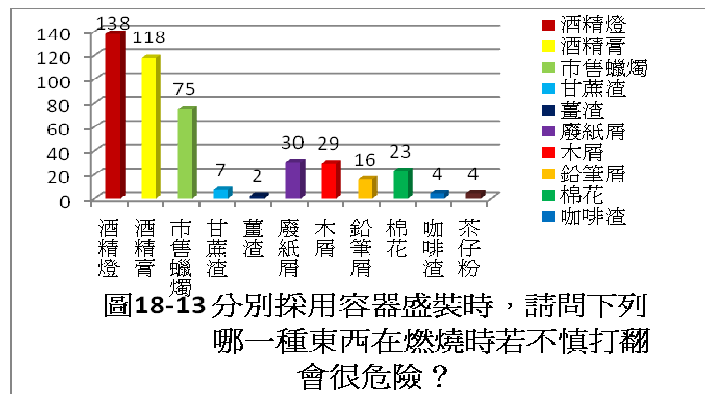
## (十二) 請問您是否親自使用過廢棄的植物渣來當燃料？

大多數的民眾都只有聽過，沒有親自使用過，親自使用過的只有 15 人，占了 11%；沒有使用過有 127 人，占了 89%。



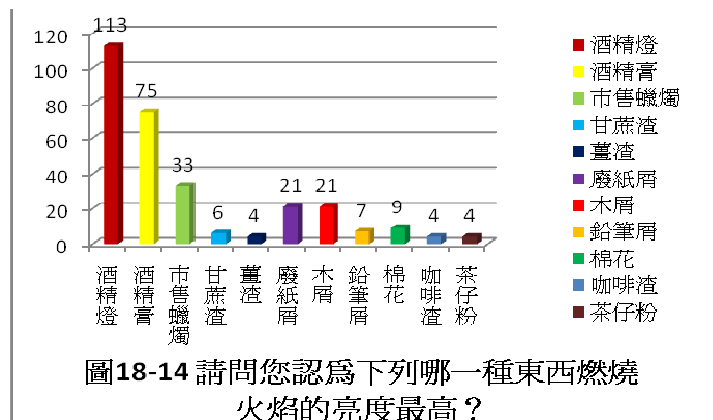
## (十三) 分別採用容器盛裝時，請問下列哪一種東西在燃燒時若不慎打翻會很危險？(可複選)

為了瞭解民眾認為哪一種燃料打翻時會最危險，所以設計這個問題。結果顯示，最多民眾認為酒精燈最危險，有 138 人勾選；其次是酒精膏，有 118 人勾選；再來是市售蠟燭，有 75 人勾選；廢紙屑和木屑兩者差不多，前者 30 人，後者 29 人；再來是棉花，有 23 人勾選；而甘蔗渣、薑渣、咖啡渣和茶仔粉都只有 7 人以下勾選，薑渣甚至只有 2 人勾選。



## (十四) 請問您認為下列哪一種東西燃燒火焰的亮度最高？(可複選)

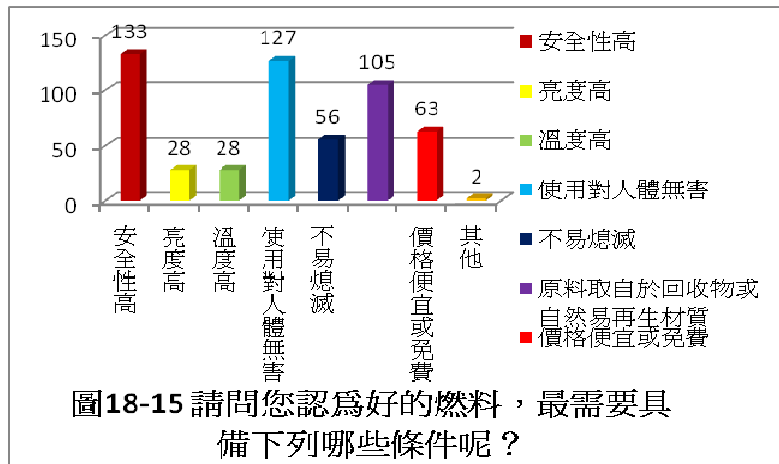
因為有時候地震時，會使用燃料來照明，所以設計這個問題，看看民眾認為哪一種燃料的亮度最高。最多人勾選的是酒精燈，有 113 人；其次是酒精膏，有 75 人；再來是市售蠟燭，有 33 人；廢紙屑和木屑都是 21 人；甘蔗渣、薑渣、鉛筆屑、棉花、咖啡渣、茶仔粉勾選的人數都只有 9 人以下。





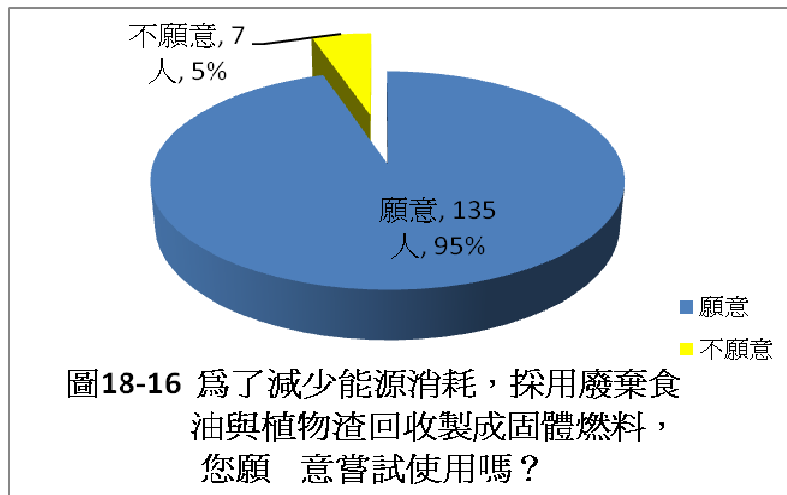
### (十五) 請問您認為好的燃料(家用或學校)，最需要具備下列哪些條件呢？(可複選)

爲了瞭解民眾認為好的燃料需要具備哪一些的優點，所以設計這個問題來調查。結果顯示，最多民眾認為安全性最重要，有 133 人勾選；其次是使用時對人體無害，有 127 人勾選；再來是原料取自於回收物或自然易再生材質，有 105 人；價格便宜和不易熄滅人數差不多，前者有 63 人，後者有 56 人；亮度高和溫度高人數一樣，都是 28 人；其他最少，只有 2 人。



### (十六) 爲了減少能源消耗，採用廢棄食用油與植物渣回收製成固體燃料，您願意嘗試使用嗎？

經過了這麼多調查，最後則是要知道，民眾願不願意嘗試使用我們的產品，有 135 人願意嘗試使用我們的產品，占了 95%；只有 7 人不願意嘗試，占了 5%。



## 六、實驗重點與解析

### 討論(實驗重點與解析)：

1. **實驗前摘要**--酒精燈、酒精膏與市售蠟燭是現在最普遍的燃料，但安全性不佳，我們想研發一樣可替代市售燃料，而且更環保、更安全的燃料。

2. **實驗目標、目的**--我們希望製造出的燃料，是無環境汙染、並不會破壞到大自然的資源。使用時也能放心、無危險性的使用，不會突然爆炸能確保產品的安全。希望產品能替代酒精燈、酒精膏及市售蠟燭等較不安全的普遍燃料。

3. **實驗準備**--準備實驗的器材，並計畫如何實驗。實驗器材方面：實驗前先做出由回鍋油與渣渣一起做出的自製燃料，並由鋁自小學自然課程中的實驗教具。蠟油熱傳導實驗、聚光實驗的實驗器材部分是自製的，材料來源來自小學自然課程的教具。

實驗計畫方面：構思出廢油燃料與市售燃料能探討特性的研究實驗，並讓大家了解廢油燃料的優點。

4. **實驗觀察項目與探討**--單純燃燒實驗、續燃力實驗、燃燒熱值實驗、火焰溫度...等，是在探討火基本的燃燒特性，大部分都在探討燃料的燃燒效率、火焰、煙與灰燼。最重要而且最能凸顯出廢油燃料的安全性是拉倒實驗，是將燃料以定滑輪、砝碼拉倒，看看燃料、安全性的差別。而蠟油熱傳導實驗、熱輻射實驗和熱傳導實驗，則是在實驗燃料火焰傳送方式的性能。問卷實驗則可以了解大眾對燃料的認識與了解。

5. **實驗過程**--實驗都盡量做兩次，以確保實驗的準確性。而實驗的準備、過程、實驗結果、筆記本記錄都一一按部就班，尤其是筆記本記錄的方面都會詳細的記錄前三項的過程。我們都在五人在一起的時候實驗，並互相發表意見。當然，最終目的就是要我們實驗精準。

6. **實驗後續與報告書的製作**--實驗的最後，除了將結果記在筆記本外還會打出表格在電腦中存檔。並在實驗最後階段進行報告的製作，會製作裝置圖、實驗說明與統計圖，最後統整排版，並與問卷、實驗照片一同製出完美終極的報告書。

### 7. 實驗討論一

(1)我們在拉倒實驗中實驗出廢油燃料能在打翻時火焰不會擴散，但酒精燈和酒精膏方面卻使整桌子都燒起來，非常危險，透過這個實驗，我們發現廢油燃料是很安全的燃料。

(2)在火焰穩定性方面，兩者穩定性都極佳，市售蠟燭容易因為風而熄滅。

(3)傳導及輻射強度比較中，市售燃料在熱輻射實驗中可以在半分鐘內將整個趕熱紙燻黑，廢油燃料卻只有部分如紙屑、棉花輻射效果好。熱傳導實驗中，市售燃料就更明顯的較廢油燃料效果好，酒精燈、酒精膏可將整面只變黑，而廢油燃料只能將周圍邊邊變黑，但傳導效果過強，可能會導致在燃燒金屬物品時會很危險。

(4)特別的聚光實驗中，我們發現利用凸透鏡將燃料引然不可行，兩者都無法利用此原理點燃。

(5)廢油燃料在續燃力實驗中，證明了燃燒時間可比市售燃料久，尤其是棉花、咖啡渣，這些燃料都可以燒超過 45 分鐘，但酒精燈與酒精膏卻沒有一個能突破 20 分鐘。

(6)火光亮度實驗裡，紙屑、薑渣、鉛筆屑的火光亮度都高，而市售燃亮相對的極低，所以在往後需要長時間的照明時，我們的廢油燃料可替代市售燃料燃燒。

8. **結尾**--我們做的普遍問卷調查，是在探討大家對燃料的基本認知，他們對酒精燈、酒精膏有初步的認識，了解酒精燈使用時的危險，但對廢油燃料中的「渣」卻很陌生，經過我們的解釋，他們很支持我們這項新產品，理由是安全性佳、環保不破壞大自然且又不傷害到人體，他們也繼續希望我們能做出一個不錯而能替代市售燃料的燃料。

## 七、結論

1. 透過**單純燃燒實驗**，我們得知所有燃料中，火焰高度最高的是酒精，高度達 8cm；其次棉花和紙屑，我們也發現了廢油燃料的焰色都是橘黃色的，而酒精與酒精膏焰色皆是藍色的。
2. 做完**續燃力實驗**，我們發現續燃力最強的是市售蠟燭，因為蠟燃燒完變成蠟油後還可繼續燃燒；另外除了鉛筆屑以外，其他七種廢油燃料在同樣體積下的續燃力都比酒精和酒精膏來的強，有辦法取代這兩樣市售燃料。
3. 經由**燃燒熱值實驗**，熱值最高的是酒精；不過我們的薑渣和棉花它們的熱值皆和一般市面上的酒精膏差不多。而熱值最低的燃料即是市售蠟燭，平均每分鐘上升的溫度僅有攝氏 0.7 度。
4. 在**紙張燃燒實驗**中，最快將 5cmx5cm 的紙張燃燒完的是紙屑，時間僅有 5.4 秒；接著第二名是咖啡渣，時間僅有 5.6 秒；效果最差的是酒精，時間長達 14 秒，和紙屑差了快 9 秒，這證明著我們的廢油燃料的燃燒能力勝於一般的酒精。
5. 透過**拉倒實驗**，確定了酒精和酒精膏在燃燒時被打翻，火焰會擴散整個桌面，因而產生極大的危險，而我們所有的廢油燃料被打翻時火焰皆不會擴散，不會造成任何引響，咖啡渣和薑渣在燃燒的過程中打翻時還會順著風勢自然熄滅，安全性極佳；市售蠟燭在被打翻時，火焰雖然不會擴散，但他會將蠟油潑到桌面上，容易造成燙傷，而且蠟油潑到桌面後，還會馬上結成塊狀，很難清理，這證明我們的廢油燃料被打翻時會比市售燃料還要來的安全又好清理。
6. 經由**蓋熄實驗**，我們發現火焰最快被蓋熄的是茶仔粉，時間是 3.5 秒；咖啡渣、鉛筆屑和棉花也均可以在 5 秒內被蓋熄；火焰最慢蓋熄的是酒精和市售蠟燭，要 20.5 秒的時間才可以將火焰完全熄滅，這印証了在需馬上將燃料的火焰蓋熄時，我們的廢油燃料優於市售燃料。
7. 做完了**嗅聞實驗**後，味道較嗆鼻的是紙屑和鉛筆屑，而咖啡渣、薑渣和鉛筆屑在燃燒時皆有渣渣本身的香味；市售蠟燭在燃燒時雖會飄出許多的香味，但那其實都是化學藥劑所造成的，長期間這種化學藥劑所形成的味道，會對人體造成傷害。
8. 透過**潮濕實驗**，第一名是紙屑，就算噴了水，還是點的燃，而酒精雖然也點的起來，不過點燃後的酒精火勢明顯比原來小很多，而廢紙屑點燃後火勢還是很旺。
9. 經由**火光亮度實驗**，我們測出亮度最高的是廢紙屑，用照度計測達 80 流明，其次是亮度 30 流明的木屑；而一般的市售燃料所測得的亮度平均起來不到 4 流明，證明著在需要燭光的時候，我們的廢油燃料較好。
10. 做完**吹風實驗**，發現在酒精與酒精膏都無法以風來吹熄，廢紙屑和甘蔗渣也在某些情況下，無法以風來熄滅，而其他的燃料皆能在任何的距離與風速下被風給吹熄。
11. **蠟燭揮過實驗**讓我們發現薑渣不管在任何高度下，甚至是直接接觸表面，都不會被線香給燃起，而其他的燃料都會被燃起，證明薑渣比較不會被旁邊的物品給點燃，安全性極佳；最危險的是酒精，火只要在上方 1cm 酒精就會被點燃了，酒精膏也是不用直接接觸表面即會被蠟燭燃起，廢油燃料則都要直接接觸表面才會起火，證明我們的廢油燃料不容易被旁邊的火給引燃，安全性大大勝於市售燃料。
12. 透過**蠟油熱傳導實驗**，發現在熱經由鐵尺傳達的方式中，薑渣、棉花、木屑和酒精的傳熱效果都很好，四種燃料的傳導距離皆是 5.5cm，傳熱效果最差的是市售蠟燭，傳導距離僅達 1 cm。
13. 經過**聚光實驗**，了解了所有的燃料都不會在太陽的焦點下自然燃起，不過有些燃料會產生反應；酒精燈與酒精膏雖然在焦點下都無反應，不過後來我們發現因酒精與酒精膏本身是半透明的，所以當太陽光經凸透鏡射到這兩種燃料時，他們所受到的溫度已經被液體所折射且被鋁製模型底部給反射，所以他們受到的溫度較低，自然就不容易達到燃點。

14. 經由**熱輻射實驗**，熱輻射強度最強的是酒精，其他像棉花的輻射能力也很好；而酒精膏和廢紙屑兩者位居第三名，代表著廢油燃料和市售燃料的輻射能力差不多。
15. 透過**熱傳導實驗**得知，在經由鋁製模型將溫度傳導在感熱紙上的熱傳導方式，傳導效果最強的是酒精；其次是酒精膏，這表示要是在酒精或酒精膏燃燒時不小心觸摸到容器邊緣，很有可能會燙傷，而大部分的廢油燃料在使用時，可以較容易的去移動燃料，不易燙傷。
16. **火焰溫度實驗**讓我們得知酒精的火燄溫度最高，溫度達攝氏 925 度；而廢紙屑和酒精的溫度僅差了 15 度，是攝氏 910 度；薑渣的火焰溫度也蠻高的，達攝氏 890 度，位居第三；除了鉛筆屑及咖啡渣以外，其他燃料的火焰溫度皆高於酒精膏。
17. 經由**蒸發實驗**，發現最快將一毫升的水蒸發完的是棉花，時間僅需 4.6 分；其次是酒精和酒精膏，時間分別是 5.1 分和 6.5 分；蒸發效果最差的是市售蠟燭，平均要花將近快一小時的時間才能完全的將一毫升的水給全部蒸發。
18. 完成了**問卷調查**後，我們得知有 95%的民眾支持使用廢油燃料，其他 5%民眾可能是因沒有親自使用過我們的廢油燃料，不知道它的優點，所以才會不願意使用；我們還更進一步的統計出，大部分的民眾認為好的燃料須具備三種條件，分別是安全性高、原料取自於自然、使用時對人體無害這三種條件，而我們的廢油燃料皆有達到以上三種條件，這代表著我們的廢油燃料符合民眾們的期望，適合用來取代市售燃料。

## 八、參考文獻

1. 陳弘毅編(2008.12.01)。火災學(七版)，出版社：鼎茂(消防警政)。
2. 喂！握個手吧，化學(2010.01.01)。出版社：中信。
3. 香港城市大學建築系火災安全與災害研究組編(2007/10/01)。化學規範發展研討會論文集，出版社：中國科學技術大學出版社。
4. 郭勇至(2006/02/01)。自燃化學物質火災爆炸災害鑑定研究，出版社：勞委會安全衛生研究所。
5. 鄧子正(1999/11/29)。火災科學的基本概念，出版社：千華。
6. 尼古拉·巴伯/著(1970/01/01)。火災與洪水，出版社：三聯(香港)。
7. 張大帥(2010/01/29)。消防法規(含概要)，出版社：千華。
8. 最綠小鎮 98%燃料源自木屑。民 98 年 12 月 3 日，取自：  
<http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/1003078/21lio.html>。
9. 紡織廠大火 損失達八億。民 99 年 3 月 3 日，取自：  
<http://www.ttv.com.tw/news/view/?i=09901154343505l>。
10. 炸油。民 98 年 12 月 10 日，取自：<http://blog.sakura.com.tw/blogger.asp?Display=206>。
11. 協會有堅持 蠟燭品質和安全嚴把關。民 99 年 3 月 3 日，取自：  
<http://www.libertytimes.com.tw/2009/new/sep/13/today-north10-2.htm>。
12. 櫻花生活館 廢棄油凝結劑。民 99 年 2 月 10 日，取自：  
<http://blog.sakura.com.tw/blog?Display=20>。
13. 蠟燭噴火意外。民 99 年 3 月 6 日，取自：  
<http://news.pchome.com.tw/internation/tvbs/20100102/print-12624240595487939011.html>。
14. 酒精膏使用守則。民 99 年 3 月 3 日，取自：<http://online.sunshine.org.tw/events/view.asp?id=41>。
15. 吃火鍋全身燙傷 婦人獲判賠 68 萬。民 98 年 11 月 11 日，取自：  
[http://www.tvbs.com.tw/news/news\\_list.asp?no=darialin20040907174842](http://www.tvbs.com.tw/news/news_list.asp?no=darialin20040907174842)。



16. 「酒精膏」安全管理對策 國家標準技術委員會提出五項建言。民 99 年 3 月 3 日，取自：  
<http://www.bsmi.gov.tw/wSite/ct?xItem=20131&ctNode=1510>。
17. 環安衛萬花筒～使用酒精燈的注意事項。民 98 年 12 月 24 日，取自：  
[http://www.mc.ntu.edu.tw/epaper/epapertemplate/epaper\\_163\\_8.htm](http://www.mc.ntu.edu.tw/epaper/epapertemplate/epaper_163_8.htm)。
18. 熱騰騰的危機—酒精膏抽測，100%含高量甲醇。民 98 年 11 月 4 日，取自：  
<http://www.consumers.org.tw/unit412.aspx?id=1271>。
19. 火災逃生的狀況及方法。民 99 年 1 月 6 日，取自：<http://www.tw.org/safety/fire-1.html>。
20. 火災爆炸危害。民 99 年 3 月 3 日，取自：[http://61.56.4.48/pdf/man\\_doc/050\\_6\\_003.pdf](http://61.56.4.48/pdf/man_doc/050_6_003.pdf)。
21. 火災逃生小創意大效果請自備「火災逃生包」98 年 11 月 28 日，取自：  
[http://www.tfd.gov.tw/cht/index.php?code=list&ids=39&menu\\_id=33](http://www.tfd.gov.tw/cht/index.php?code=list&ids=39&menu_id=33)。
22. 國立斗六高級中學酒精燈安全使用規則。民 99 年 2 月 10 日，取自：  
<http://www.tlsh.ylc.edu.tw/~tsi/Alcohol.htm>。
23. 國立基隆女中酒精燈安全使用規則。民 99 年 3 月 3 日，取自：  
<http://www.klgsh.kl.edu.tw/front/bin/ptdetail.phtml?Part=2300855&Category=243>。
24. 三年級同學們!星期五我們要動火喔,請複習酒精燈安全規定。民 98 年 12 月 10 日，取自：  
<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!wtEWFNmFFR6VsAT.wlYwVMZjYw--/article?mid=451>。
25. 台北縣三和國中理化實驗室使用規則。民 99 年 1 月 17 日，取自：  
<http://www.shjh.tpc.edu.tw/academ23r3.htm>。
26. 環安衛萬花筒～使用酒精燈的注意事項。民 98 年 1 月 20 日，取自：  
[http://www.mc.ntu.edu.tw/epaper/epapertemplate/epaper\\_163\\_8.htm](http://www.mc.ntu.edu.tw/epaper/epapertemplate/epaper_163_8.htm)
27. 酒精燈煮泡麵不慎爆炸 40%灼傷女送醫。民 98 年 12 月 23 日，取自：  
[www.taipei.gov.tw/cgi-bin/Message/MM\\_msg\\_control?modesafety.htm](http://www.taipei.gov.tw/cgi-bin/Message/MM_msg_control?modesafety.htm)
28. 酒精膏爆炸 15 歲少女頭臉手燙傷。民 98 年 11 月 28 日，取自：  
[http://www.tvbs.com.tw/NEWS/NEWS\\_LIST.asp?no=sunkiss20090130122146](http://www.tvbs.com.tw/NEWS/NEWS_LIST.asp?no=sunkiss20090130122146)
29. 蠟燭慢慢燒，鉛毒要小心。民 98 年 11 月 6 日，取自：<http://health.wedar.com/show.asp?id=4423>
30. 消基會抽檢蠟燭 檢出有毒甲苯和二氯甲烷。民 98 年 10 月 8 日，取自：  
<http://www.epochtimes.com.au/b5/6/2/13/n1222415.htm>

## **【評語】 080213**

能將生活上的廢棄油與天然植物渣合併應用製成廢油燃料，想法頗創新；惟架構可再精簡，各項實驗方法應注意邏輯組織性，不只是廣，還要注意加深的部分。