

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高級中等學校組 物理與天文學科

第一名

最佳創意獎

051813

「油」沒「油」問題

-檢測油煙中懸浮微粒之濃度

學校名稱：臺北市立麗山高級中學

作者： 高二 邱浩宇 高二 孫暉翔 高二 陳亮先	指導老師： 張良肇 馮愛蓮
---	-----------------------------

關鍵詞：邁克森干涉、懸浮微粒、油煙

得獎感言

真的，這是真的，我們拿到了高中組物理與天文學科的第一名了!忍不住地狂吼、壓抑不住的興奮情緒，在上台領完獎後完全的表現出來了!這時的我們想到的不是別的，就是我們這兩年來的那艱辛的過程。

還記得一年級的我們，因為學校的專題課程而相識相遇。一開始是天真的選了老師提供的題目「光學」，抱著完全不懂的心態及想法，只是一味的單純覺得「酷」而已。後來開始要做實驗，才驚訝的發現實驗沒有主題、沒有方向、學校的實驗器材也不以支撐我們的實驗，只好自製實驗器具加上請大學的教授協助我們；一整年下來的成果只有許多被唾棄的氣瓶加上勉強組好的麥克森干涉儀，依稀還記得通過科教館的青少年培訓計畫時，兩次發表都被許多教授指教了一番……

老實說吧!我們的作品雖然一開始並不新奇也沒有實質意義，題目不創新而且是許多前人做過的，充其量來說也只不過是大學一年級的物理實驗。但是我們就是認真的做，把自己覺得該做的做好做到滿意。接著努力去爭取許多的比賽機會，換取許多寶貴的經驗，希望能將自己的作品變得更好。

而在最後的高二下學期，報了我們想「退役」的校內科展，結果老師將我們報去台北市科展希望我們至少比完這最後一場，而且臨時給出我們一個全新的方向給我們思考。那時，已經不剩幾個月了，我們如何用全新的想法去處理這個東西呢?其實，並無甚麼不同，就只是努力的做做做找出實驗的規律性，如此罷了!

結果呢?很幸運地拿了北市特優，更沒想到能拿到全國高中組物理第一加上最佳創意獎，與全國各個高中學校的競爭中，我們很幸運的得到了評審的青睞，也許我們不是最有天賦的一組、也許我們不是最聰明的一組，可是我們很自豪的說:我們花的時間不亞於他人、對於作品的熱誠絕對不會輸給任何人。

其實對於想要踏進研究的後進們，我們想說的是:也許你們不用執著於一定要做一個很棒的題目、有著很好的實驗器材就能做出最棒的實驗，其實有著對題目的熱誠與耐心才是最重要的。最後，希望你們能在研究的路找到成就，並且繼續努力。



得獎後與指導老師的合照



在自己的看板前與老師合影



在學校(麗山高中)與老師合影

摘要

油煙中的懸浮微粒小到我們看不見，且對人體危害極大，因此我們應該檢測它且避免它。現在檢測懸浮微粒的方式太過複雜且費時，有質量慣性法，利用重量的改變來檢測，檢測完後還要稱重，需要花上好幾天的時間，因此本研究利用光散射的基礎，結合麥克森干涉的方法來簡易、便宜且高精準的測量油煙中懸浮微粒的濃度。本實驗排除環境所造成的影響，且確定散射結合光干涉的方法可以量測的到懸浮微粒，利用自製紙顯微鏡觀察，確定油煙中的懸浮微粒粒徑大小。研究結果顯示，烤肉及炒菜時至少要距離 60cm 才能有效避免懸浮微粒；烹煮時使用的油量愈多，所產生的懸浮微粒也愈多；另外還發現一般市面上的口罩對懸浮微粒不具阻擋效率，需穿戴 N95 口罩才能有效避免。

壹、研究動機

日常生活中，油與我們密不可分，不管什麼食物都會用到油。在平常炒菜以及中秋節烤肉的時候，不妨都會看到陣陣的白煙升起，經過查詢後才發現原來那是油煙，雖然一般家庭中都會用抽油煙機，但其實抽的都不完全。而油煙中存在著許多的致癌物，對我們人體有著莫大的影響，其中還含有些懸浮微粒，因為體積太小，導致我們看不見，無法有效的避免，目前對於懸浮微粒的濃度測量繁複且耗時，環保署網站有詳列各項的檢測方法與項目，因此我們想對此開發簡易且快速的檢測方法，剛好聽上課老師說利用光學干涉的方式能快速測量許多肉眼所看不見的微小變化，於是我們決定利用光散射的基礎，再結合麥克森干涉的方式來測量油煙中的懸浮微粒。

貳、研究目的及研究問題

- 一、探討環境因素對實驗造成的影響
- 二、檢測油煙中是否含有懸浮微粒
- 三、檢測懸浮微粒的粒徑大小
- 四、測量不同油品燃燒時油煙中懸浮微粒濃度與上升高度的關係
- 五、測量不同油量與懸浮微粒濃度的關係
- 六、檢測不同口罩阻擋懸浮微粒濃度的效率

參、研究設備及器材

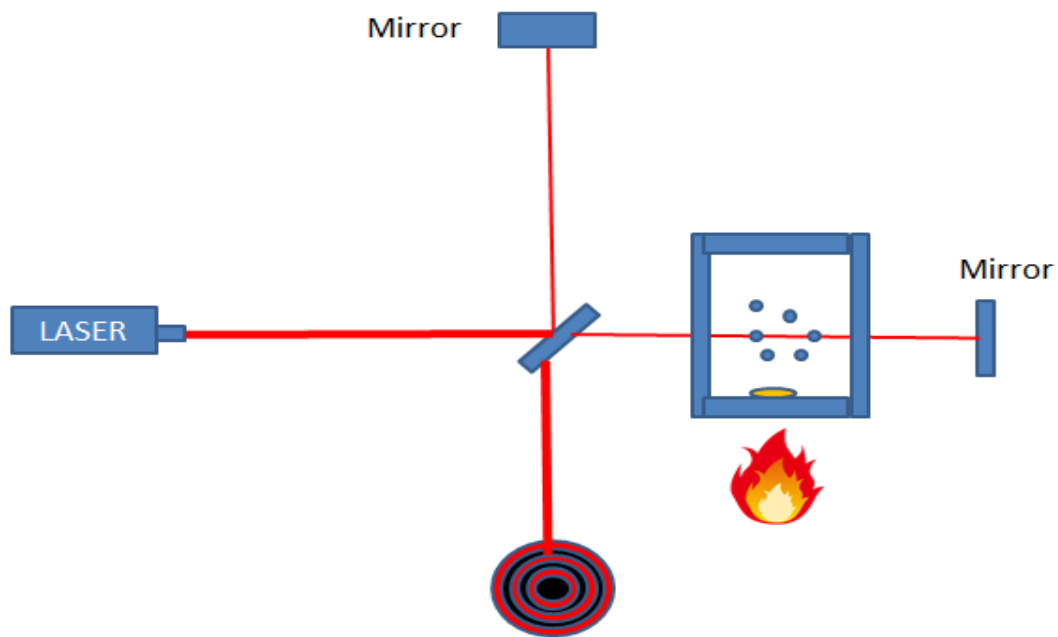
器材	數量	用途
麥克森干涉儀	1 臺	測量氣體上升高度及濃度
光敏電阻	1 個	偵測光強度
Arduino 電路板	1 個	連接光敏電阻
Arduino 分析軟體	1 套	分析光強度訊號
紙顯微鏡	1 個	觀察懸浮微粒粒徑大小
加熱盤	1 臺	加熱油品
壓克力盒	1 個	限制氣體運動範圍
滴管	1 個	滴油

耗材	數量	用途
沙拉油	1 小瓶	為測試油品
橄欖油	1 小瓶	為測試油品
雞油	1 小瓶	為測試油品
甘油	1 小瓶	為測試油品
鋁箔片	1 大張	使油滴均勻受熱
蠟燭	5 根	加熱油滴
打火機	1 個	點燃蠟燭

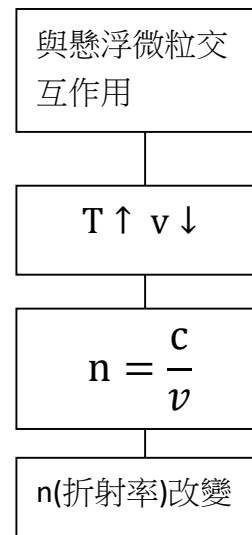
肆、研究方法

一、實驗原理

當一道雷射光通過分光鏡後，便會被分為兩道光，這兩道光分別打到反射鏡而反射，反射的兩道光再次經過分光鏡而匯聚成一道光，但因為這兩道光走的距離不同，導致兩道光有相位差，而產生干涉圖形，此現象便稱為麥克森干涉。如果兩道光的距離維持不變，干涉圖形是不會改變的，一旦距離改變，干涉圖形便會產生變化。我們會將產生懸浮微粒的裝置放置在一道光路中，當油煙在高溫下便會產生懸浮微粒，懸浮微粒會經過其中一道光路，此時雷射光便會和懸浮微粒交互作用，此過程便稱為散射。因為散射作用，導致雷射光走的時間變長，速度變慢，相對的就是距離變長了，所以干涉圖型便會產生變化，所以當懸浮微粒愈多，干涉圖形變化的就會愈多，因此我們可以藉由干涉圖型的變化推出懸浮微粒的濃度。



(圖 1-1、實驗原理示意圖)



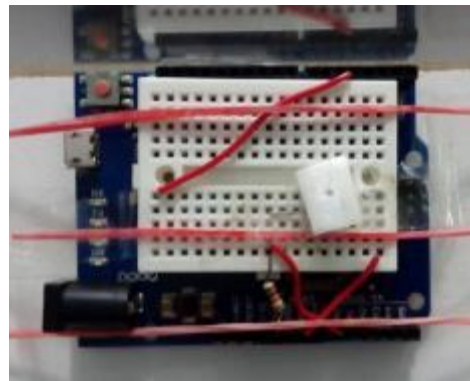
(圖 1-2、散射示意圖)

二、數據處理

利用光敏電阻來偵測干涉圖形變化時的光強度，光敏電阻是利用光電導效應的一種特殊的電阻，簡稱光電阻，又名光導管。它的電阻和光線的強弱有直接關係。光強度增加，則電阻減小；光強度減小，則電阻增大。



(圖 1-3、光敏電阻示意圖)

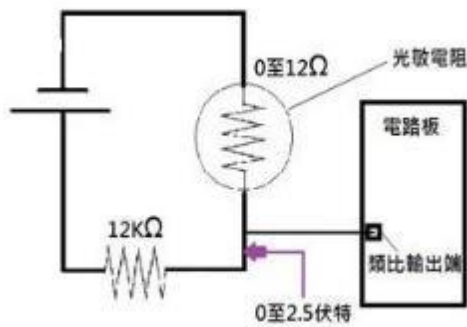


(圖 1-4、光敏電阻連接電路板示意圖)

本研究將光敏電阻與 Arduino 電路板連接，電路板上會提供 5V 的電壓，經過一電阻及一光敏電阻最後再接地，在電阻及光敏電阻之間，會另外連接電路到電路板上的類比輸入端(A0)，最後再將整個電路板連接電腦，即可分析。

當光敏電阻接收到的光強度較強時，光敏電阻本身的電阻會降低，因為電壓分配的緣故，所以輸入到類比輸入端的電壓值會比較低，輸出到電腦的電壓訊號也會比較低，反之，當光敏電阻接收到的光強度較弱時，光敏電阻本身的電阻會升高，所以輸入到類比輸入端的電壓

值會比較高，輸出到電腦的電壓訊號也會比較高。

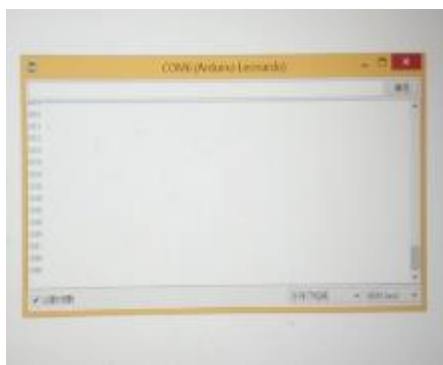


(圖 1-5、光敏電阻電路圖)

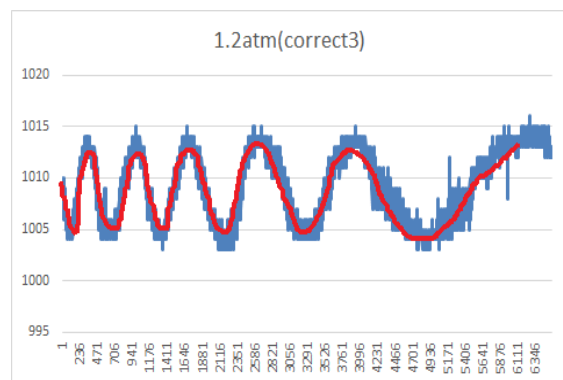
輸出電壓值	輸出訊號
0V(最低)	0
.	.
1.25V	512
.	.
2.5V(最高)	1024

(表 1-1 光敏電阻訊號與電壓的轉換)

將電腦的得到的電壓訊號複製到 Excel 後，作圖會得出波形，波峰的電壓訊號最高，光強度最弱，此時光敏電阻正好偵測到暗紋，反之，波谷的電壓訊號最低，光強度最強，此時光敏電阻正好偵測到亮紋，故經歷了一個波峰及一個波谷，也就是一個波，即經歷了一組亮暗紋，算出來幾個波後，帶入公式，便可求得折射率的變化量值了。



(圖 1-6、電壓訊號示意圖)



(圖 1-7、Excel 做圖後的波形)

三、實驗公式

首先，已知折射率公式為

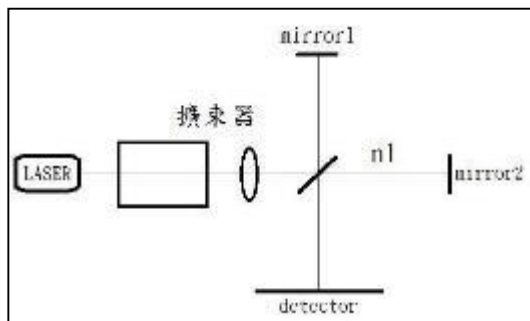
$$n = \frac{c}{v}$$

符號定義: n 介質的折射率；c 為光在真空中走的速度；v 為在介質中走的速度。

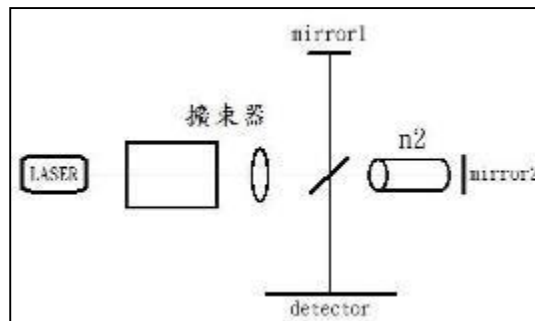
當其中一道光距離產生感變，便會導致兩道光抵達屏幕的時間差，利用距離除以時間，我們再將兩道光分別走的時間做相減，即可得到時間差。可以把它看成有放置氣室與沒放置氣室

的時間差，我們定義一般空氣折射率為 n_1 ，光走的速度為 v_1 ；氣室中的折射率為 n_2 ，光走的速度為 v_2 。

$$\Delta t = 2h/v_1 - 2h/v_2$$



(圖 1-8、沒放氣瓶示意圖)



(圖 1-9、有放氣瓶示意圖)

將 v_1 、 v_2 以折射率公式來表示

$$\Delta t = 2h/(c/n_1) - 2h/(c/n_2)$$

再將兩邊同乘光速 c

$$\Delta t \times c = 2h \cdot n_1 - 2h \cdot n_2$$

左式相當於兩道光相減後在空氣中所走的距離，即是兩道光所相差的距離

$$2\Delta d = 2h(n_1 - n_2)$$

符號定義: $2\Delta d$ 為光程差，即兩道光所相差的距離。

整理一下，便可得出下列公式

$$\Delta n = \frac{2\Delta d}{2h}$$

符號定義: Δn 為折射率變化量； $2\Delta d$ 為光程差； h 為氣室長度。

四、選擇油品

煮菜最常用的植物油分別為葵花油、椰子油、橄欖油、沙拉油，因此本實驗挑兩樣為實驗油品，分別是葵花油及橄欖油。動物油因為適合油炸，以及烤肉時的油煙皆是動物油產生的，故實驗以雞油為實驗油品。



(圖 1-10、橄欖油)



(圖 1-11、葵花油)



(圖 1-12、雞油)

(一)何謂冒煙點

當油脂被加溫到一定溫度時，將被分解為甘油(glycerol)及游離脂肪酸(freefatty acid)，並且產生偏青色的煙，此即所謂的冒煙點(smoke point)。接著甘油被分解為丙烯醛(acrolein)，這是一種不飽和醛(unsaturated aldehyde)，對眼睛咽喉在這裡鍵入方程式。產生刺激，同時也使油脂的營養價值遭到破壞。所以，食用油的冒煙點可以說是該油品可以被使用的最高溫度。

(二)各食用油冒煙點

未精製的各種油脂	冒煙點	適合的烹飪法
葵花油 Sunflower oil	107 °C	涼拌、水炒
紅花油 Safflower oil	107 °C	涼拌、水炒
亞麻仁油=2 OFlax seed oil	107 °C	涼拌、水炒
菜籽油 Canola oil	107 °C	涼拌、水炒
大豆油 Soybean oil	160 °C	涼拌、水炒、中火炒
玉米油 Corn oil	160 °C	涼拌、水炒、中火炒
冷壓橄欖油 Olive oil	160 °C	涼拌、水炒、中火炒
花生油 Peanut oil	160 °C	涼拌、水炒、中火炒
胡桃油 Walnut oil	160 °C	涼拌、水炒、中火炒
芝麻油 Sesame oil	177 °C	涼拌、水炒、中火炒
奶油 Butter	177 °C	水炒、中火炒
酥油 Vegetable shortening	182 °C	反式脂肪酸，不建議食用
豬油 Lard	182 °C	水炒、中火炒
馬卡達姆油 Macadamia oil	199 °C	涼拌、水炒、中火炒
棉花籽油 Cottonseed oil	216 °C	殺精蟲，不建議食用
葡萄籽油 Grapeseed oil	216 °C	涼拌、水炒、中火炒、煎炸
杏仁油 Almond oil	216 °C	涼拌、水炒、中火炒、煎炸
雞油 Chanterelle	185°C	油炸

(表 2、各油品冒煙點列表 Ref: <http://tw.myblog.yahoo.com/fu-xi/article?mid=-2&prev=1327&l=a&fid=13>)

五、檢測粒徑工具-紙顯微鏡原理

(一)放大倍率

名片顯微鏡所使用的透鏡為球透鏡，且為厚度不可忽略的厚透鏡，可以從造鏡者公式 (Lensmaker's equation) 進行近軸焦距的估算：

$$\frac{1}{EFL} = (n-1) \left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} + \frac{(n-1)d}{nR_1R_2} \right] \dots(\text{式 1})$$

由於本款顯微鏡使用的是球透鏡，所以 $R_1 = -R_2 = r$ 、 $d = 2r$ ，則：

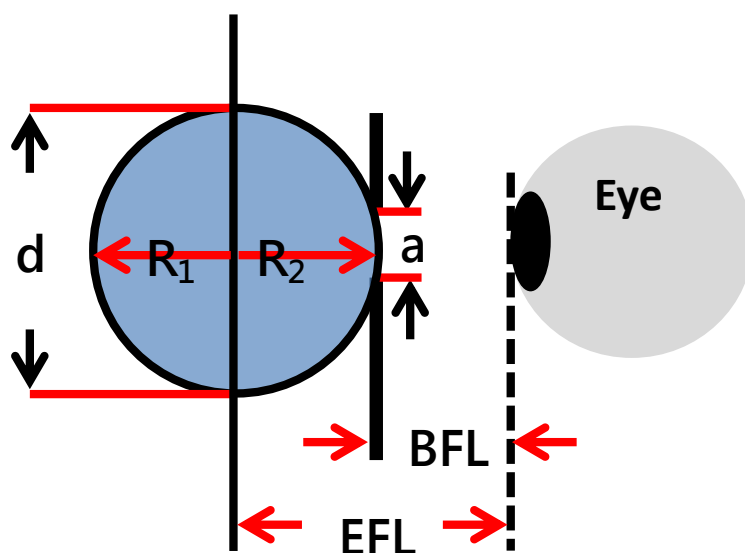
$$EFL = \frac{nr}{2(n-1)} \dots(\text{式 2})$$

便可從(式 2)、透鏡折射率 n 、球型透鏡半徑 r 求得有效焦距 EFL 。

已知放大倍率 M 與焦距 EFL 成反比，而其比例關係為一係數，其意義為觀察透鏡的焦距，本研究參考 **foldscope** 的設定係數 250mm(人眼的明視距離，若使用手機觀察則需要另外計算) 而列出了下列關係式：

$$M = \frac{250mm}{EFL} \dots(\text{式 3})$$

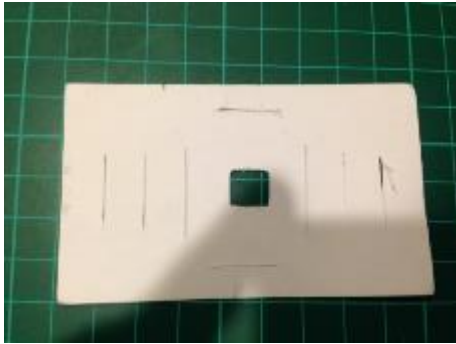
將這些式子帶入實際玻璃珠的數據： $r = 0.5mm$ 、 $n = 1.5$ ，便可計算得出： $f = 0.75mm$ 、放大倍率 $M = 333$ 倍。



(圖 1-13、符號定義示意圖)

(二)製作過程

1. 製作名片顯微鏡本體



(圖 1-14.名片顯微鏡本體完成圖)

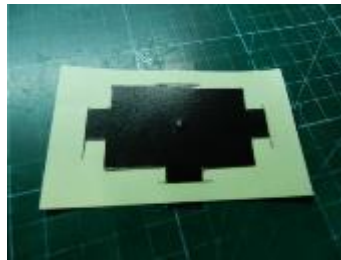
2. 製作名片顯微鏡透鏡載片



(圖 1-15.名片顯微鏡透鏡載片完成圖)



(圖 1-16.名片顯微鏡正面完成圖)



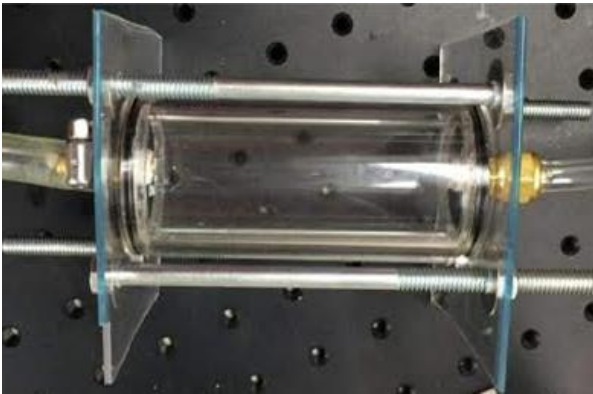
(圖 1-17.名片顯微鏡背面完成圖)

五、實驗方法

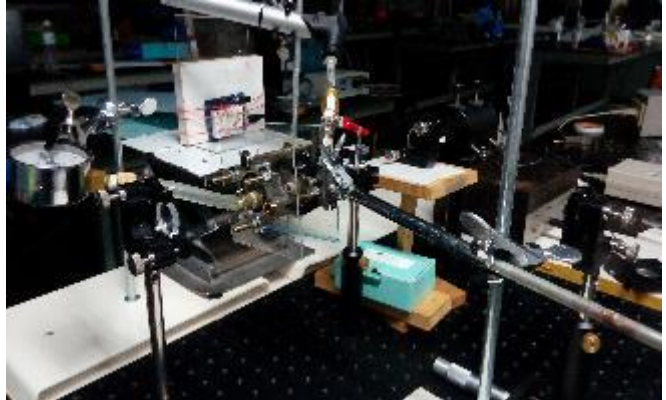
實驗一- 環境因素實驗

(一)實驗步驟:

1. 製作密閉氣瓶，並加溫加壓於其中，溫度從 58°C 降溫到 40°C ，利用熱電偶溫度計測量溫度；壓力從 1.5atm 降壓到當時實驗環境的氣壓值，以壓力計來檢測壓力的變化。



(圖 1-18、氣瓶)

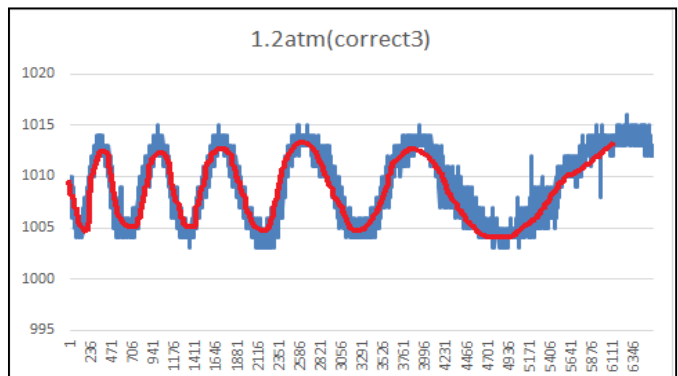


(圖 1-19、加壓氣瓶實驗架設)

2. 偵測溫度和壓力下降時的光強度訊號，複製到 excel 作圖，便會得到波形。

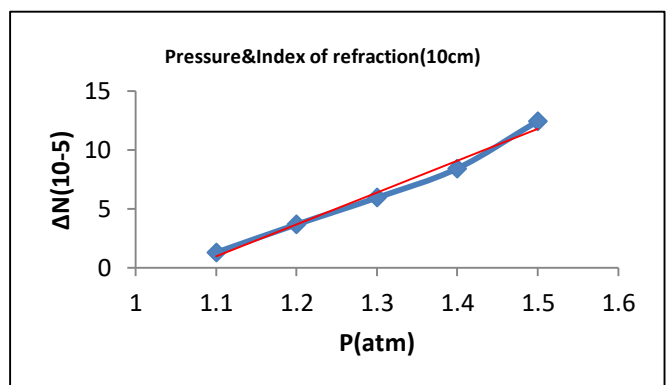
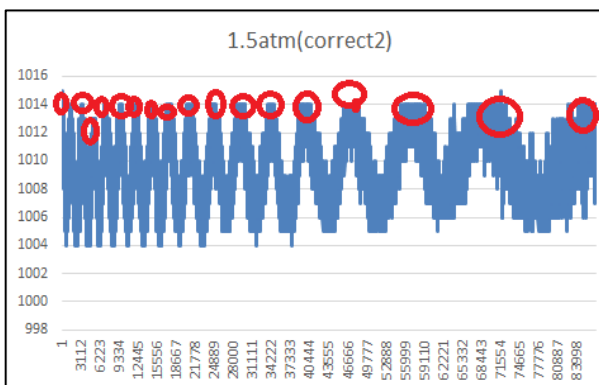


(圖 1-20、光訊號值複製到 excel)



(圖 1-21、波形圖)

3. 計算完波的個數後，帶入公式便可求得溫度、壓力與折射率的關係。



(圖 1-22、計算波的個數)

(圖 1-23、溫度與折射率的關係)

實驗二-檢測油煙中是否含有懸浮微粒

(一) 實驗步驟:

1. 將氣室放置在一道雷射光光路之中，在氣室側面標示高度，將雷射光入射在高度 15 公分的高度。



(圖 1-24、在側面標示高度)



(圖 1-25、雷射光示意圖))

2. 利用電熱盤加熱氣室，並在五公分處放置口罩，過濾粒徑，確保通過粒子的粒徑大小和懸浮微粒的範圍。



(圖 1-26、電熱盤加熱氣室)



(圖 1-27、放置口罩)

3. 調整加熱盤旋鈕，使溫度高於油品的冒煙點，再放置油品，放置完畢後便開始偵測干涉圖形的變化，手機計時 30 秒便停止測量。



(圖 1-28、放置油品)

1. 經過數據處理後，如果有波型的產生，便是偵測到了某些物質，這些物質因為經過口罩粒徑篩選，所以如果有波型的產生，便是測量到了懸浮微粒。

實驗三:分析油煙中的懸浮微粒粒徑大小

(一) 實驗步驟:

1. 製作採集懸浮微粒伸縮裝置，可調整不同高度，便可採集不同高度下的懸浮微粒。



(圖 1-29、採集懸浮微粒伸縮裝置)



(圖 1-30、伸縮裝置放置氣室)

2. 在採集木片上將膠帶反黏於泡棉膠上，黏好後將伸縮裝置放置到氣室上。



(圖 1-31、將透明膠帶黏於泡棉膠上)



(圖 1-32、黏上泡棉膠)

3. 採集不同高度下以及有無通過口罩後的懸浮微粒，將膠帶撕下，黏於事先準備好的透明片上。



(圖 1-33、用膠帶黏懸浮微粒)



(圖 1-34、膠帶黏於透明片)

4. 將透明片裝置在紙顯微鏡上做觀察，並在透明片後墊著上有微小刻度標記的透明玻璃塊，方便分析粒徑大小。



(圖 1-35、利用紙顯微鏡觀察懸浮微粒)

實驗四:不同高度下不同油品所產生油煙中的懸浮微粒濃度

(一)實驗步驟:

1. 將氣室放置在其中一道光路中，並使光路分別通過距離火源 15cm、25cm、35cm、45cm 處
2. 利用滴管控制三種油油滴量為 0.5 毫升，加熱盤開始加熱。



(圖 1-36、利用滴管滴油)

3. 利用熱電偶溫度計檢測溫度，當溫度達到實驗之前所測出的平均冒煙點後以及聽到油滴開始發出啵啵聲響，便開始測量，30 秒後停止測量。
4. 計算不同高度所產生的波的個數，帶入公式並做圖，即可得到懸浮微粒上升高度與其濃度的關係，如果在 15cm、25cm、35cm、45cm 皆有訊號，便利用外推法，求出在濃度為零時，所對應的高度值，即為懸浮微粒上升最大高度。

實驗五: 不同油量油煙中懸浮微粒的濃度的關係

(一) 實驗步驟:

1. 將氣室放置在一道雷射光光路之中，在氣室側面標示高度，將雷射光入射在高度 15 公分的高度。
2. 利用滴管控制滴其中一種油油滴量分別為 0.25、0.5、0.75 毫升，加熱盤開始加熱。
3. 利用熱電偶溫度計檢測溫度，當溫度達到實驗之前所測出的平均冒煙點後以及聽到油滴開始發出啵啵聲響，便開始測量，等不再聽到油有聲響時即停止測量，並記錄不同油量完全燃燒完畢後所需時間。
4. 將結果分為除以時間和沒除時間，即可得到總時間即單位時間下不同油量所產生的懸浮微粒濃度。

實驗六: 檢測不同口罩阻擋懸浮微粒濃度的效率

(一) 實驗步驟:

1. 雷射光入射在 5 公分處，讓油煙通過不同口罩，分別是一般口罩，孔徑大小 1um 及 N95 口罩，孔徑大小 0.08um。



(圖 1-37、一般口罩)



(圖 1-38、n95 口罩)

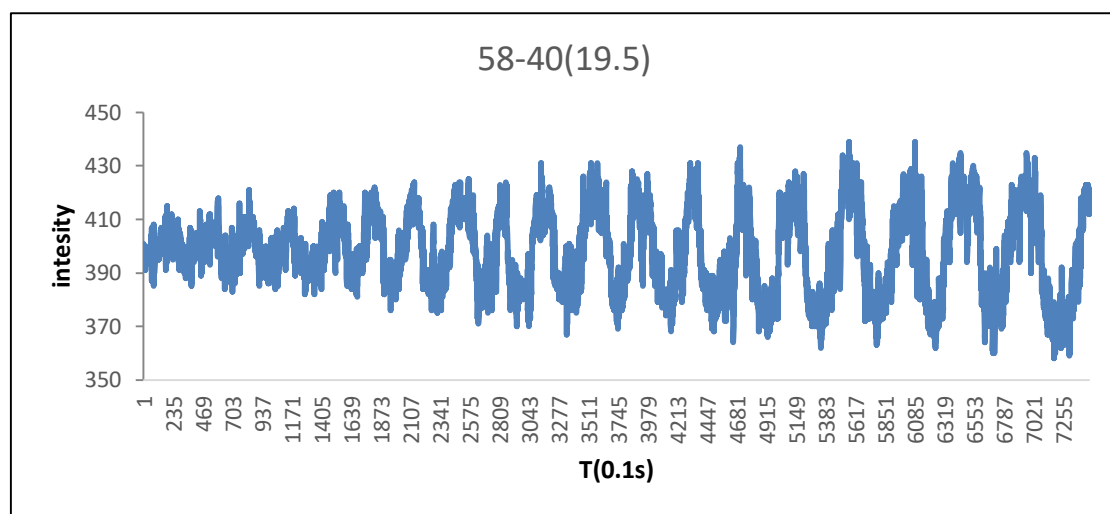
2. 將其結果與未通過口罩比對，便可以得到一般口罩與 n95 口罩對於油煙中懸浮微粒的阻擋效率。

伍、研究結果

結果一:環境因素對實驗造成的影響

一、溫度造成的影響

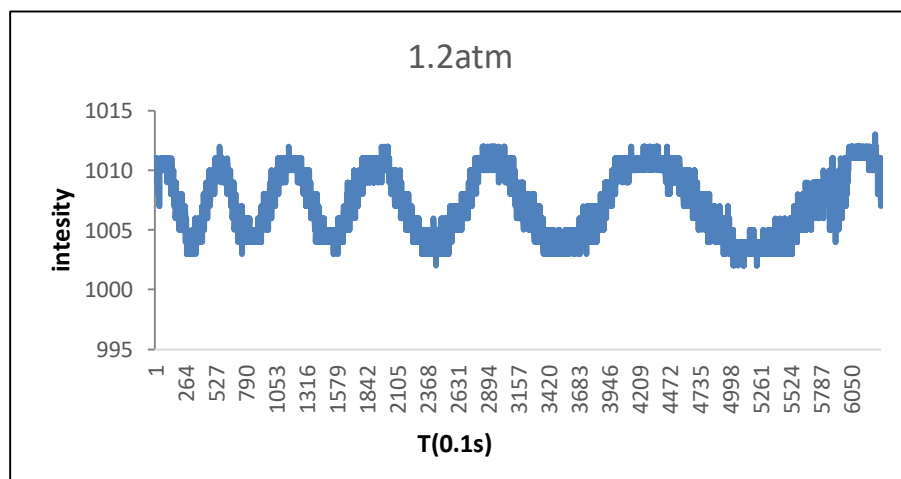
溫度在 12 分鐘產生接近 20 個波，平均一分鐘為 1.6 個波，而且是在溫度有變動的情況下，溫度變化為 18 度，因此溫度變化速率為每分鐘 1.5 度。在我們懸浮微粒的實驗中，實驗最長不超過一分半鐘，而且溫差也不會到 1.5 度，因此可以說實驗中所產生的波型不會是溫度所造成的。



(圖 2-1、溫度產生波形圖)

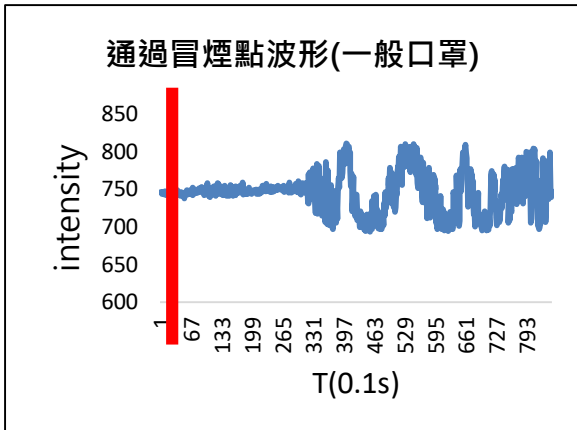
二、壓力造成的影響

壓力在 10 分鐘產生接近 6 個波，平均一分鐘為 0.6 個波，而且是在壓力有變動的情況下，壓力變化為 0.2atm，因此壓力變化速率為每分鐘 0.02atm。在我們懸浮微粒的實驗中，實驗最長不超過一分半鐘，而且壓力差也不會到 0.02atm，因此可以說實驗中所產生的波型不會是壓力所造成的。

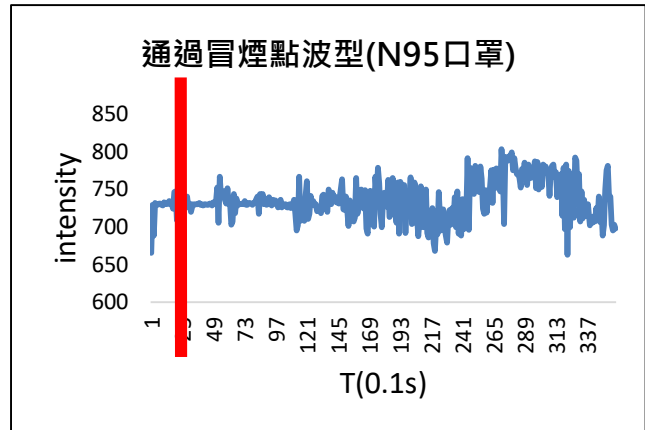


(圖 2-2、壓力產生波形圖)

結果二：油煙中是否含有懸浮微粒



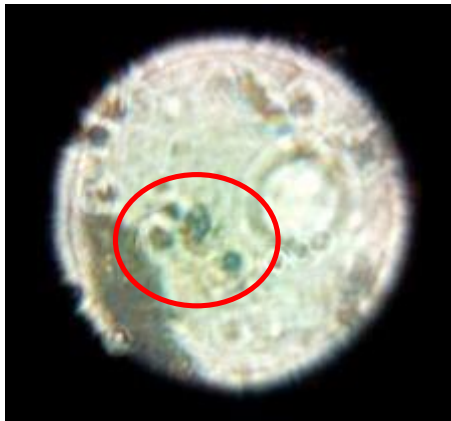
(圖 2-3、懸浮微粒通過一般口罩)



(圖 2-4、懸浮微粒通過一般口罩)

這兩張圖顯示出通過一般口罩 N95 口罩的光強度訊號圖。紅色線為通過冒煙點的時間點，發現在通過冒煙點前，訊號為恆定，沒有波產生，因此油還未產生懸浮微粒，在通過冒煙點後，有波的產生，極為量測到了懸浮微粒，因此我們可以說油在高溫下的確會產生懸浮微粒，而且利用麥克森干涉結合散射的方法是良策的到的，此外，因為通過一般口罩及 N95 口罩，都會偵測到訊號。所以可以說此種方法可測量極小粒徑的懸浮微粒。

結果三：通過口罩前後懸浮微粒粒徑大小差異



(圖 2-5、通過口罩前懸浮微粒粒徑大小)



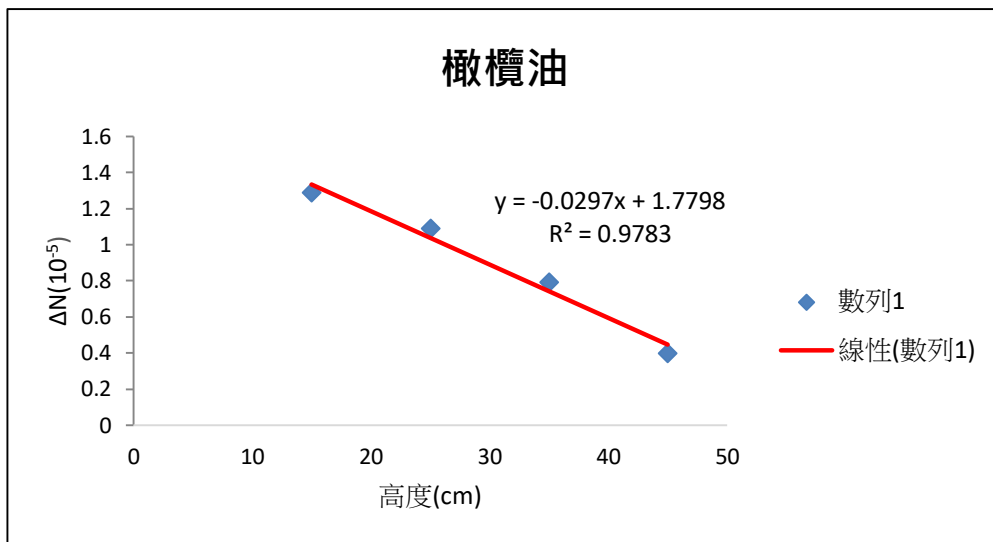
(圖 2-6 通過口罩後懸浮微粒粒徑大小)

這是在經過紙顯微鏡放大 3331 倍後所得到的影像，左邊是沒經過口罩的影像，右邊是經過口罩的影像，我們發現有黑色的顆粒，證實了確實有懸浮微粒的存在，而沒通過口罩的懸浮微粒粒徑分布較不均勻且較大，通過口罩後的懸浮微粒粒徑大小較均勻且較小。

結果四：不同油品在不同高度懸浮微粒的折射率

我們分別做了 15cm、25cm、35cm、45cm 的實驗，下圖為 15cm 及 25cm 的實驗測量值，由光強度可算出週期波的個數，再由週期波帶入公式得到折射率，因此可以得知懸浮微粒濃度與高度的關係。

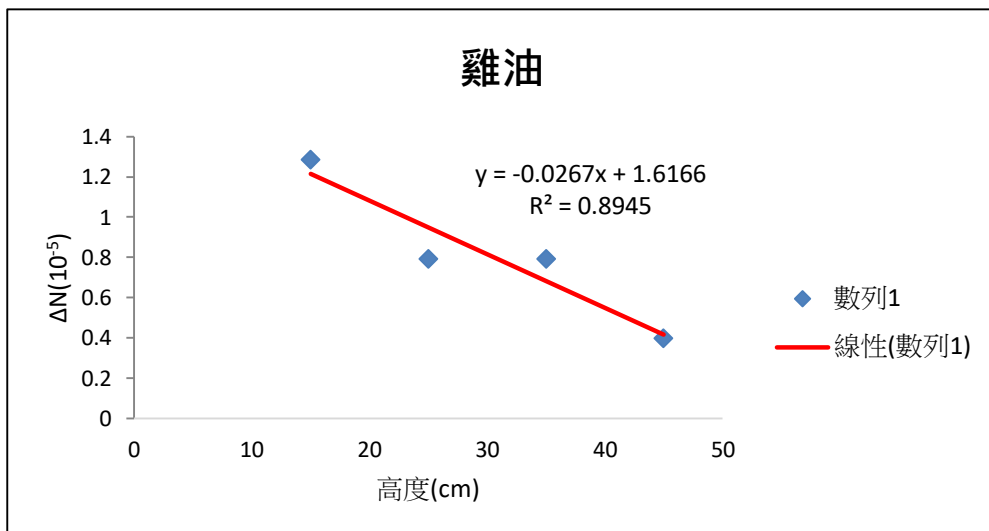
油品一：橄欖油



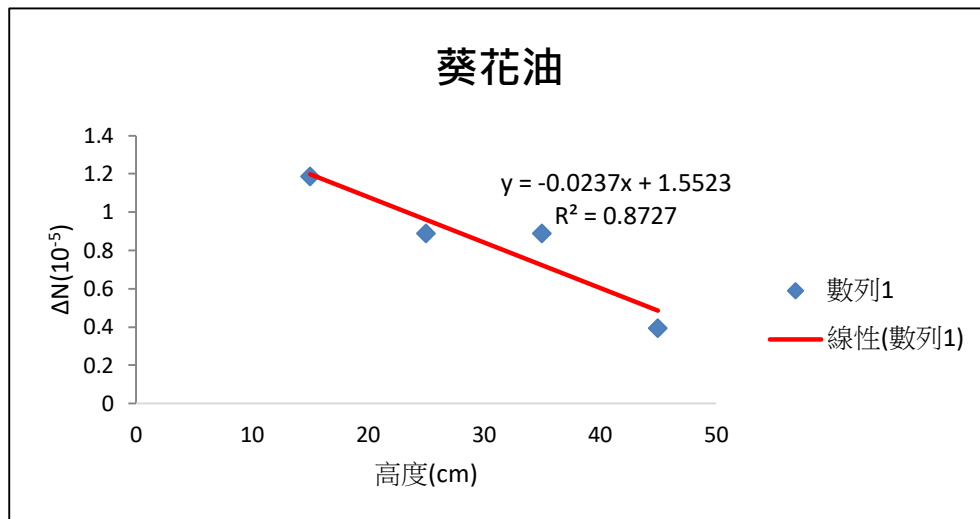
(圖 2-7、橄欖油平台高度與折射率關係圖)

經過計算後，我們發現初始濃度高且濃度隨高度遞減快

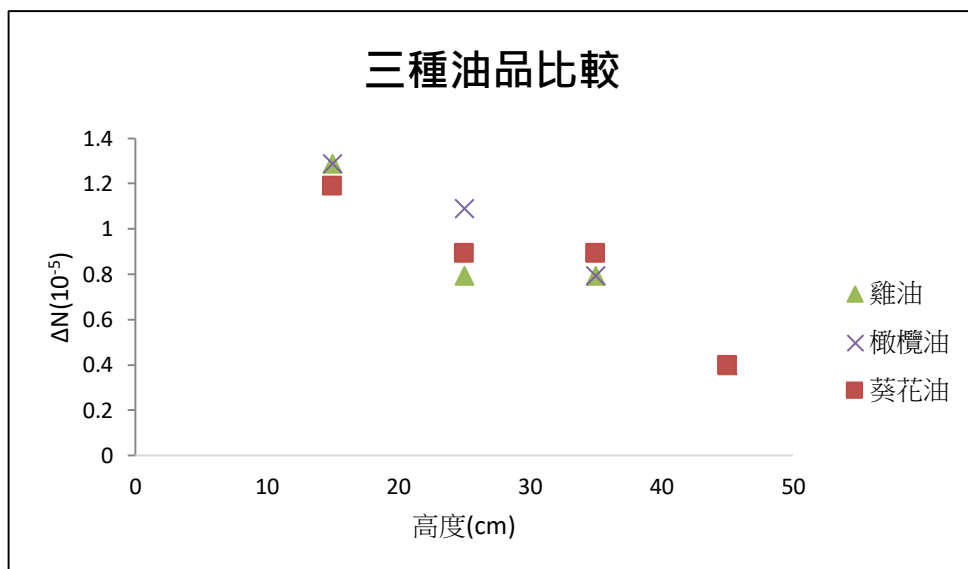
油品二：雞油



(圖 2-8、雞油平台高度與折射率關係圖)



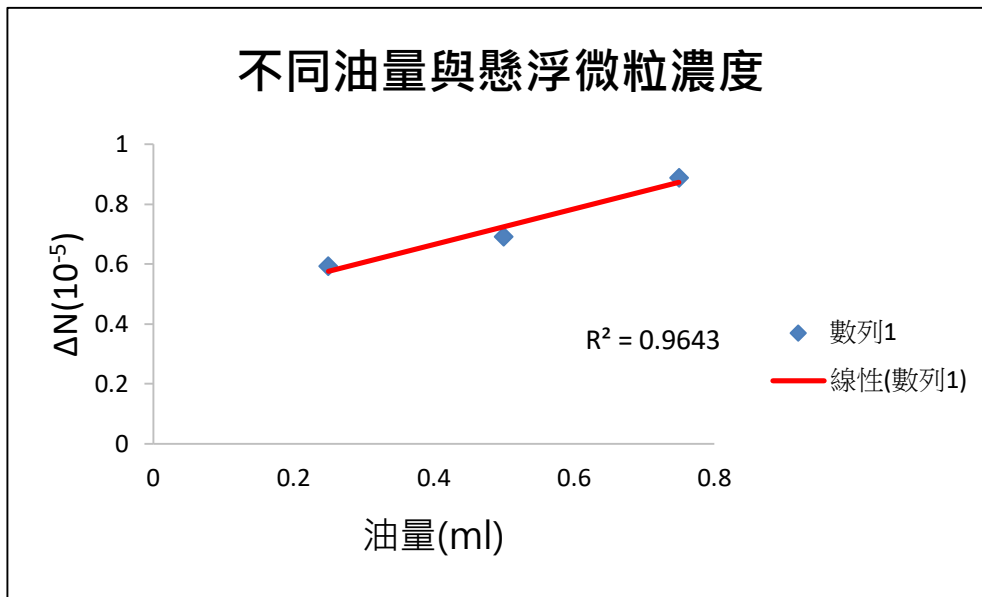
(圖 2-9、葵花油平台高度與折射率關係圖)



(圖 2-10、三種油品比較)

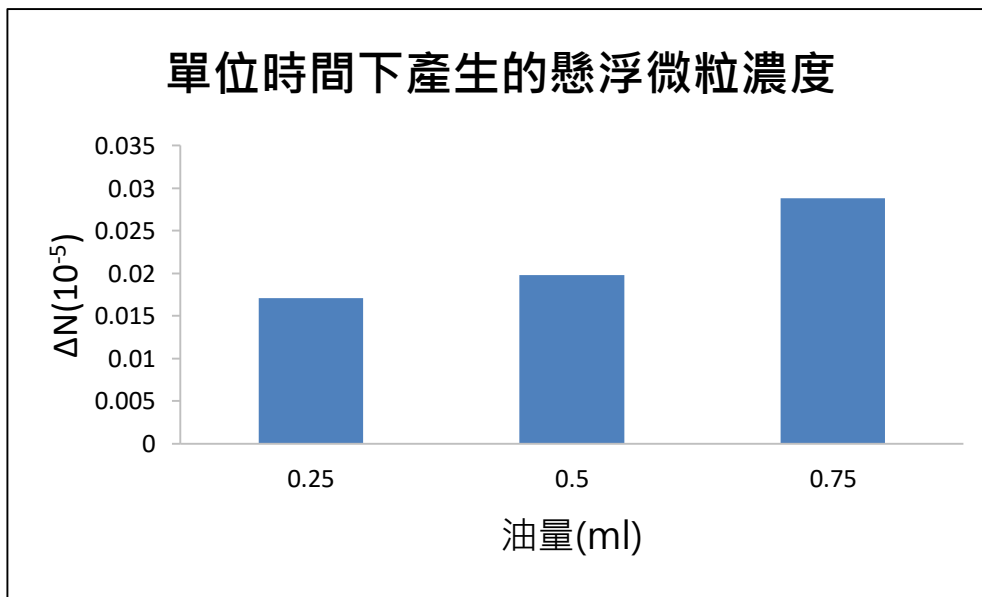
由起始濃度來分析，橄欖油起始濃度最高，雞油次之，葵花油最低。隨著測量高度上升，在高度 15cm 內，橄欖油下降濃度最為規律，推測因為其雜質較為均勻，導致溫度一到冒煙點，油滴雜質均勻產生；雞油推測因為顆粒粒徑較大，所以濃度下降幅度較大。

結果五：不同油量與懸浮微粒濃度關係



(圖 2-11、不同油量與懸浮微粒濃度)

在不同油量與懸浮微粒濃度的實驗結果中，愈多油量完全燃燒完後，所產生的懸浮微粒濃度也會愈高，兩者呈現高度正相關。



(圖 2-12、單位時間下不同油量與懸浮微粒濃度)

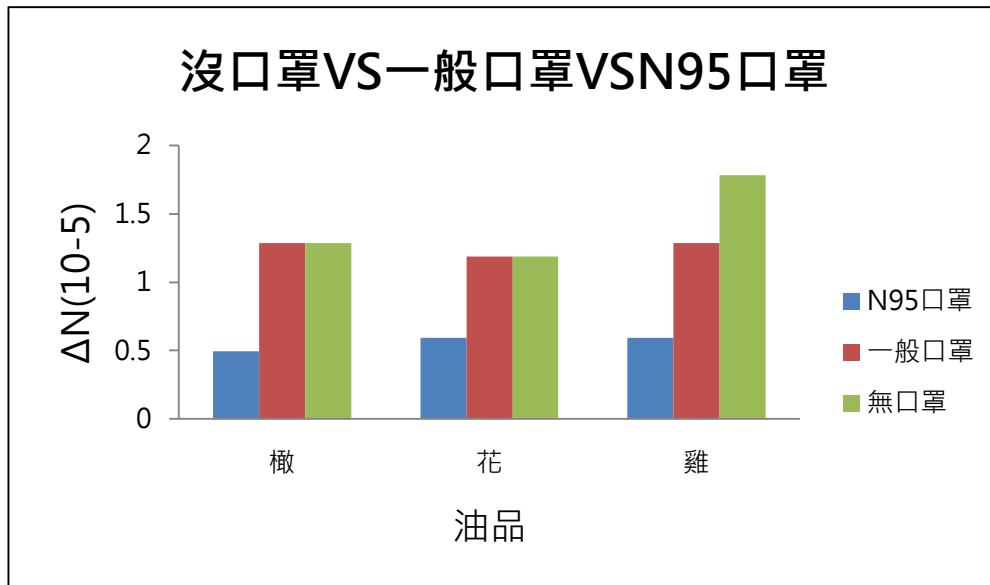
在單位時間下，愈多油量所產生的懸浮微粒濃度也會愈高。

因此，我們可以說不論是總時間或是單位時間下，油量愈多，懸浮微粒濃度也會愈高。

結果四：檢測 N95 口罩阻擋懸浮微粒之效率

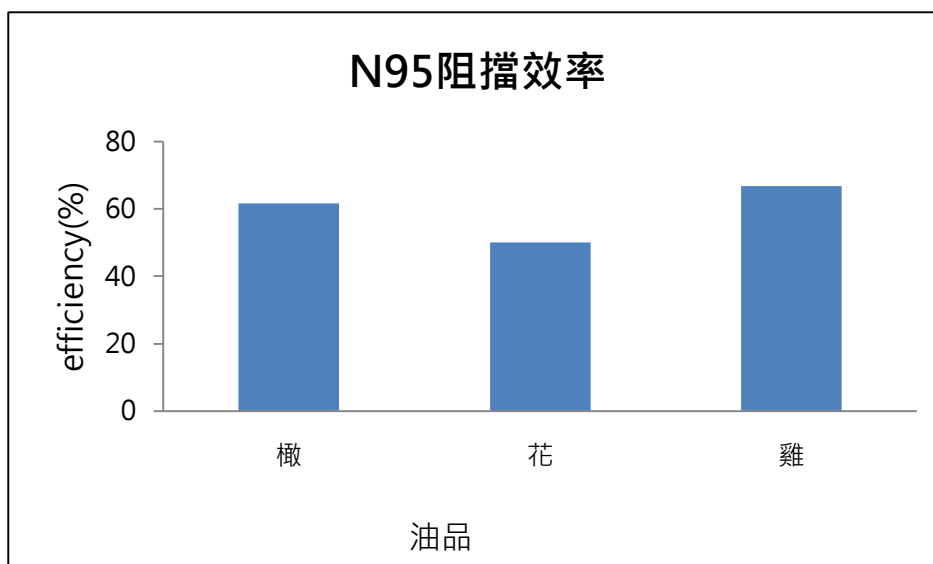
我們定義，

$$\text{阻擋效率} = \frac{\text{與無口罩折射率差值}}{\text{無口罩折射率變化量}}$$



(圖 2-13、三種情形的比較)

由上面這張圖很明顯的可以看到，N95 口罩比一般口罩更可以降低油煙中懸浮微粒的濃度，而一般口罩是沒用的。



(圖 2-14、n95 口罩阻擋效率)

經過計算後，N95 口罩分別在橄欖油、葵花油、雞油中的懸浮微粒阻擋效率為 62%、50%、67%，N95 口罩對雞油中懸浮微粒隔絕效果最好，推估是因為雞油的懸浮微粒粒徑較大，容易被 N95 口罩所阻擋。

陸、討論

- 1.已知 $\Delta n = 2 \Delta d / 2h$, $2 \Delta d = 632.8 \times \text{波的個數}$, 故測量波的個數的精準會影響本實驗的有效位數, 我們量測波個數的極限在小數點後兩位, 再加一位估計值, 如 1.50。故有效位數為三位, 測到的折射率有效位數即是三位。
- 2.將三種油品比較後, 發現雞油中懸浮微粒濃度下降的幅度最為明顯, 推測是因為雞油的粒徑本身比較大, 容易受重力影響而沉降在底部; 橄欖油下降幅度最規律, 推測是因為本身油內部的雜質分布比較均勻。
- 3.在顯微鏡下, 沒通過口罩的懸浮微粒粒徑分布較不均勻且較大, 通過口罩後的懸浮微粒粒徑大小較均勻且較小, 是因為口罩有篩選粒徑的功用。
4. 不論是總時間或是單位時間下, 油量愈多, 懸浮微粒濃度也會愈高。原因是因為油量愈多, 通過光路的懸浮微粒的粒子數也會愈多, 雷射光與愈多的懸浮微粒交互作用, 時間被延遲的久, 導致速度變化大, 最後造成折射率變化大。
- 5.在實驗中, N95 口罩分別在橄欖油、葵花油、雞油中的懸浮微粒阻擋效率為 62%、50%、67%。N95 口罩對雞油中懸浮微粒隔絕效果最好, 推估是因為雞油的懸浮微粒粒徑較大, 容易被 N95 口罩所阻擋。

柒、結論

本研究成功利用光散射結合麥克森干涉的方法，排除了環境所造成的影響，快速且有效的偵測油煙中懸浮微粒的濃度。

經過本研究的探討，在日常生活中不管是煮菜或是烤肉，距離火源的高度至少要 60 公分以上，才可以減少呼吸到懸浮微粒，且在使用油的時候，一定要酌量使用，因為油量愈多，會產生愈多的懸浮微粒；而這些懸浮微粒的粒徑大小經過口罩測試後，發現絕大多數小於 1 μ m，足以進入人類的呼吸道，而如果想要避免懸浮微粒，N95 口罩可以有效地隔絕，或其他抽煙輔助設備。

捌、參考資料及其他

1. G,Sarton et.al., In the case of automatic digital Abbe refractometer (Chapter7)/p.197-p.214
2. 崔建軍、劉香斌、康岩輝、張恒、李建雙/5 2014/基於 Edlen 公式空氣折射率測量系統的校準研究/210~215頁
- 4.Joshua Webster & Billy Day & Josh Kendrick /11 06 2013/The Refractive Index of Air with a Michelson Interferometer/p.22
6. Douglas B. Leviton* and Bradley J. Frey/Temperature-dependent absolute refractive index measurements of synthetic fused silica/NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD 20771/p.11
5. 陳律綦、鄧宛瑄、蘇 珊(2015) • 非高斯型擴散 • 取自<http://etweb.tp.edu.tw/index/>
6. 吳姿樺(2009) • 一個員工餐廳的靜電除油煙機的控制效率 • 新竹:國立交通大學。

【評語】 051813

本作品以物理學中常用的干涉儀作成可偵測微粒的設備，是一極具創意的應用，實驗的設計也極確實，數據處理嚴謹，是很好的作品。