

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學(二)科

第三名

032922

油光可鑒－透光度與黏滯性在油品檢驗的探究
應用

學校名稱：新北市立安溪國民中學

作者： 國二 陳昕妤 國二 謝心瑜 國二 吳旻育	指導老師： 解宗翰 劉明元
---	-----------------------------

關鍵詞：透光度、黏滯性、手機快篩 APP

摘要

油品在反覆油炸過程中，酸價、透光度和黏滯性會發生改變，依此特性建立三者之間油質變化的量尺，做為檢測依據。但部分劣質油可藉由滴定調整酸價，造成油質合格的假象。首先以酸鹼滴定檢測油品酸價；再以自製震盪檢測儀檢測衰減係數定義黏滯性；透光檢測則是先以自製透光檢測儀檢測不同色光的靈敏度及電阻值，選擇靈敏度最高的藍光做檢測操作。發現油品穿透光造成光敏電阻阻值及衰減係數與酸價呈現正相關，且大豆沙拉油與橄欖油均能以線性關係擬合。淨化油利用酸鹼中和及活性白土脫色發現，使用酸鹼滴定中和，可檢測出油品被淨化，但使用活性白土則否。但也證實透光和黏滯性的相關性，再利用比例撰寫 Python 程式，設計油品快篩 APP。

壹、研究動機

由生活經驗發現，油品在多次使用後，顏色和黏度都會改變；且由文獻查閱得知，油品使用後，酸價也會發生變化。有不肖業者會透過一些方式去改變油品的酸價，逃避衛生局的稽查；故想到利用油品的黏滯性和透光度來進行檢測與裝置設計，並探究不同原理的測量方法是否有其檢測上的盲點。最後希望透過開發黏滯性油品檢測器與透光度油品檢測器，配合酸鹼滴定得到的酸價數進行等化比較，得到檢測量尺。配合程式設計運用，能建構出方便、準確且環保的油品檢測裝置。

貳、研究目的

- 一、以酸鹼滴定確定油品酸價，建立標準量尺。
- 二、設計簡易震盪裝置，檢測油品酸價與震盪衰減係數之關係，建構震盪快篩系統。
- 三、檢測不同酸價油品在紅、綠、藍光源的透光變化；並比較其靈敏度的差異。
- 四、以藍光檢測酸價與透光度之關係，並建構透光快篩系統。
- 五、以震盪快篩系統與透光度裝置檢測加工後之淨化油。
- 六、以 Python 設計震盪快篩與透光快篩手機 APP。

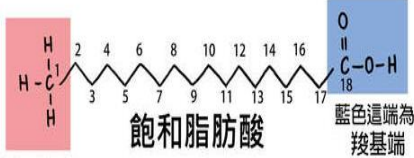

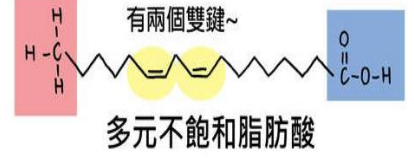
參、研究原理與文獻探討

一、 研究原理

(一) 油脂分子的基本架構：

油脂為甘油與脂肪酸經酯化作用後所形成，組成的脂肪酸不同，油脂的性質即不同。

常見的脂肪酸有三大類型：

飽和脂肪酸	單元不飽和酸	多元不飽和脂肪酸
 <p>飽和脂肪酸</p> <p>不含雙鍵，性質最安定；含量高時，油脂在室溫多呈固體</p>	 <p>單元不飽和脂肪酸</p> <p>含一個雙鍵；含量高時，油脂在室溫呈液體</p>	 <p>多元不飽和脂肪酸</p> <p>含兩個(以上)個雙鍵，性質最不安定；油脂在室溫呈液體。</p>

常用炸油中，大豆沙拉油多元脂肪酸含量高，橄欖油單元脂肪酸含量高

(二) 油脂酸敗：

脂肪經加熱使用後會產生酸敗，而酸敗又分為水解酸敗和氧化酸敗。

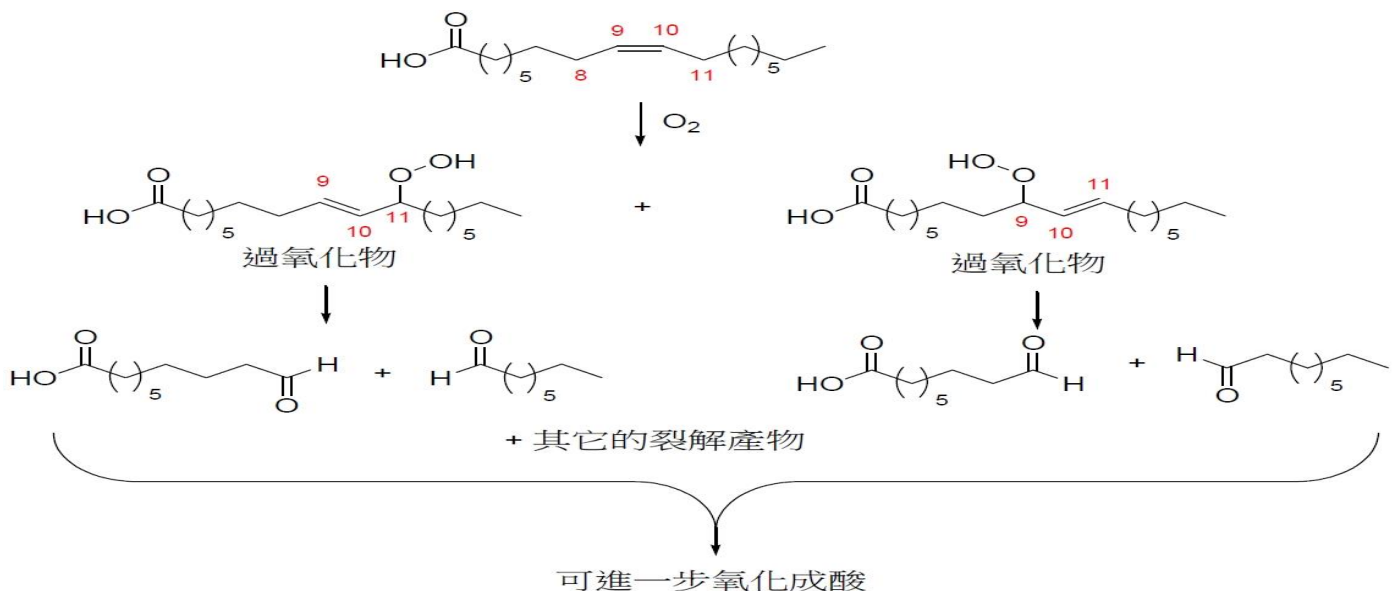
1. 水解酸敗:

油脂加熱和水接觸，經水解形成游離脂肪酸和甘油，為酯化反應的逆反應。圖為反應式



2. 氧化酸敗

不飽和脂肪酸裡的雙鍵結合力較弱，容易被氧化，斷開後產生複雜的混合物（例：醛、酮、酸等），混合物可再經裂解變成小分子的化合物，而小分子化合物又會聚集成黏度較高的集合體。圖為反應式



(三) 油品透光度和黏滯性變化原因

油脂中裂解及氧化產生的小分子，會出現極性端與非極性端，同性端相吸引，分子間結合力增加，並形成較大的粒子團，由巨觀角度來看，油品黏滯性提高。而且大粒子團會對光產生阻礙，且當光線透過時，會產生散射效果，故透光度較低。

廷得耳效應

當光線傳播中，如果介質中的粒子大於光的波長，其光會被反射；介質中的粒子小於光的波長，其光會被散射，稱之為乳光現象。

(四) 淨化油檢測，活性白土脫色原理

活性白土的吸附力強，可吸附有機物質和有機物質，和油品反應時，活性白土會吸收油品裡的大分子，當大分子減少，散射效果降低，故顏色較清澈。

二、文獻探討

(一) 紅光乍現—自製紅光雷射結合 Arduino 油品快篩儀 2018 第 17 屆旺宏科學獎。

研究結果：

1. 油炸後油的懸浮微粒會上升，紅光雷射準直性佳，準確度更高。
2. 此研究成功發展出一套紅光雷射 Arduino 油品快篩儀，透過藍芽無線操作手機 APP。

此文獻快篩儀器	本研究快篩儀器
	
<p>使用 Arduino 光敏電阻連接藍芽 (出自紅光乍現—自製紅光雷射結合 Arduino 油品快篩儀)</p>	<p>本實驗與其它研究之最大不同處在於，我們最後開發出以藍光 led 為光源並以手機之感光元件為 sensor，透過 Python 程式之撰寫且透過校正系統，能讓每一台手機均能作為油品快篩之檢測儀。並且將主程式撰寫置電腦 server 中，能同時讓多台手機連結至電腦作運算，最後再將運算結果傳回手機判斷是否該更換油品，由 server 之設置可實現快篩系統普及化。而與紅光乍現—自製紅光雷射結合 Arduino 油品快篩儀相比較，本研究能省去購買 arduino 與其他設備之費用。</p>

(二) 「油」裡乾坤---實用油酸價與油色關係的新發現 2010 中華民國第 50 屆中小學科學展覽會。

研究結果:

1. 油中的酸，不一定是變質來的。
2. 油色變化，直接代表物質化學結構產生改變，是測量油變質的主要依據。

此研究我們參考了透光度的特性並加以改良，但此研究未得出酸價與透光度之間的關係，所以我們想要找出酸價和透光度、黏滯性的關係。

(三)化學處理變魔術 廢油當場變清油

https://www.youtube.com/watch?v=Rh85z2GTIXo&feature=youtu.be&fbclid=IwAR11BnqAAY_uLEyG1Ru5uzFxQU9R5hQCqzNz1D6606J0RV_WMedJsY0pieo

由此新聞得知，某些不肖廠商會使用活性白土及瀘油粉躲避稽查，但因為瀘油粉的使用步驟複雜，所以才選擇使用活性白土脫色，使透光度提高。

肆、研究器材與設備

使用軟體: Phypox、Arduino、Excel、愛筆思畫 X、phyphon

實驗材料:

器材		耗材	
麵包板	光度計	黑色泡綿紙板	玻璃瓶
電池盒	充電電池	電器膠帶	杜邦線
Arduino uno 板	雷射筆頭	熱熔膠條	冰棒棍
光敏電阻	電腦	大豆沙拉油	大豆回鍋油
Cuvec	彈簧	酸價試紙	瀘油粉
玻璃缸	加溫器	活性白土	氫氧化鉀
銅球	LED 打光燈	乙醇	乙醚
彈珠	33 歐姆電阻	酚酞	LED
尺	腳架	橄欖油	回鍋橄欖油
手機	滴定管		

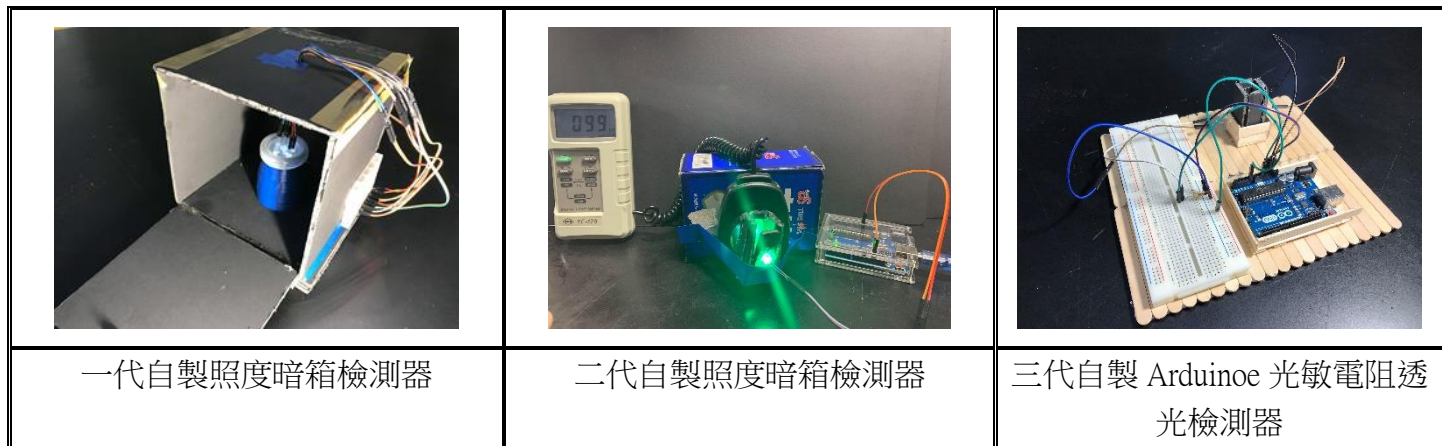


圖 1 自製光度檢測器

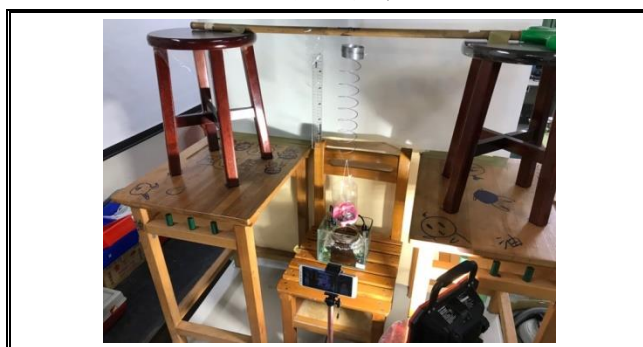


圖 2 自製黏滯震盪檢測器

伍、研究過程與方法

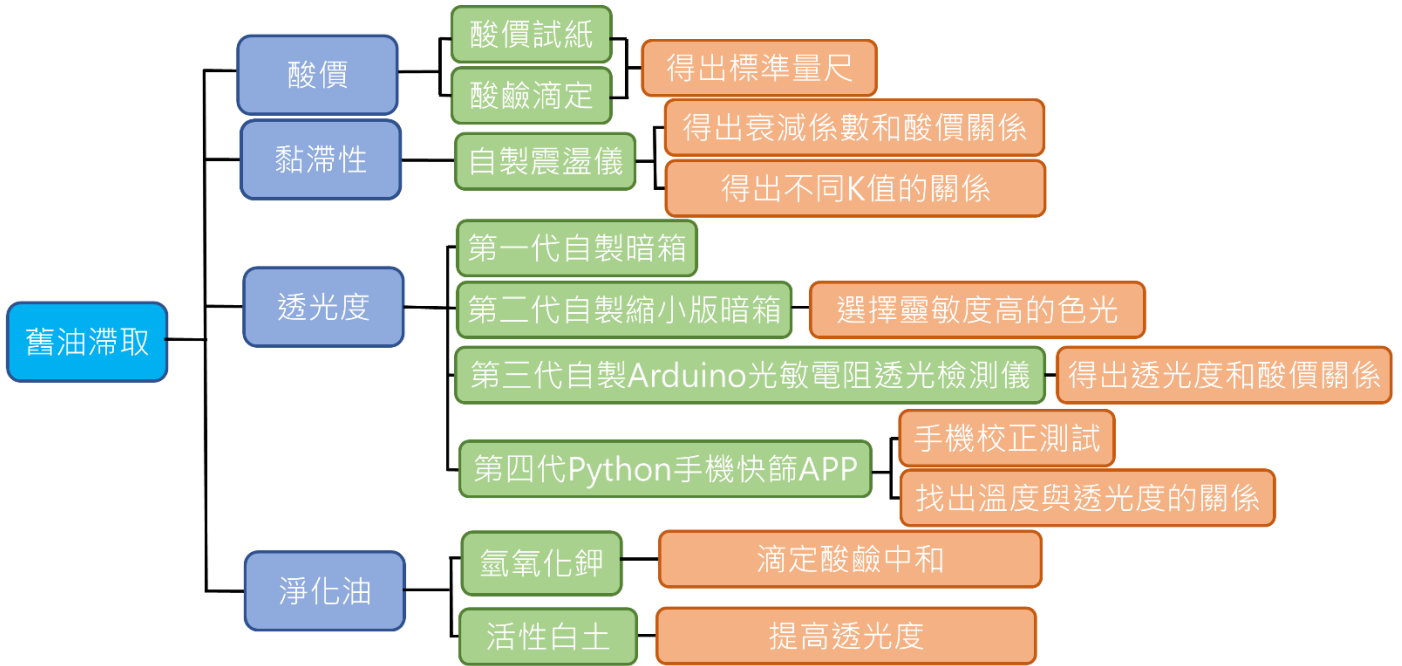


圖 3 實驗流程圖

實驗說明與實驗裝置製作

(一) 酸價檢測

酸價實驗 1 以 3M 酸價試紙檢測油品酸價

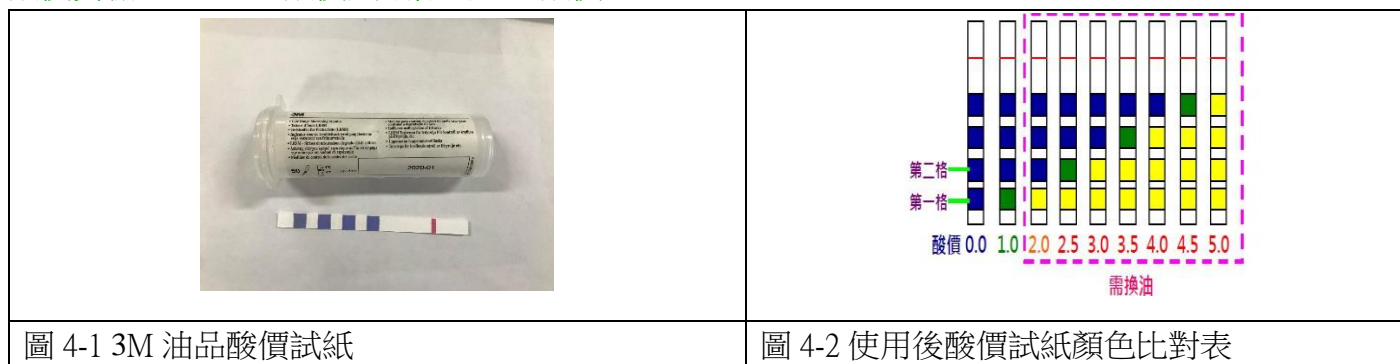


圖 4-1 3M 油品酸價試紙

圖 4-2 使用後酸價試紙顏色比對表

實驗步驟:

- (1) 將酸價試紙放入檢測油品內，沾取 3 秒後取出
- (2) 取出後進行顏色比對，並記錄其酸價

在實驗中，發現酸價試紙只能約略粗估酸價值，顏色變化觀察不易，所以我們決定使用酸鹼滴定以進行進一步的檢測。

酸價實驗 2 利用酸鹼滴定檢測油品酸價指數

實驗步驟

- (1) 配置低濃度的 0.01M 氫氧化鉀(KOH)溶液 500 毫升
- (2) 將 2 克待測油品樣本倒進 125 毫升的錐形瓶
- (3) 在錐形瓶內加入 15 毫升的乙醇(兩性物質)、15 毫升的乙醚(將溶液調整至中性)，加入 2~3 滴酚酞指示劑
- (4) 以 0.01M 氫氧化鉀開始進行滴定
- (5) 等到滴定物品呈現粉紅色瞬間，即達滴定終點。紀錄參與滴定反應之氫氧化鉀的毫升數。
- (6) 利用以下公式換算其酸價：

滴定毫升數(X)×0.28=酸價 (註：酸價的定義為 1 克的溶液所含的氫氧化鉀的毫克數)

採用 0.01M 氫氧化鉀溶液進行檢測，用 2 克的油品作為樣本。將此條件列入算式，得出式 1

$$\text{酸價} = \frac{0.01(\text{氫氧化鉀水溶液濃度}) \times X \times 56.11(\text{氫氧化鉀的分子量})}{2}$$

2

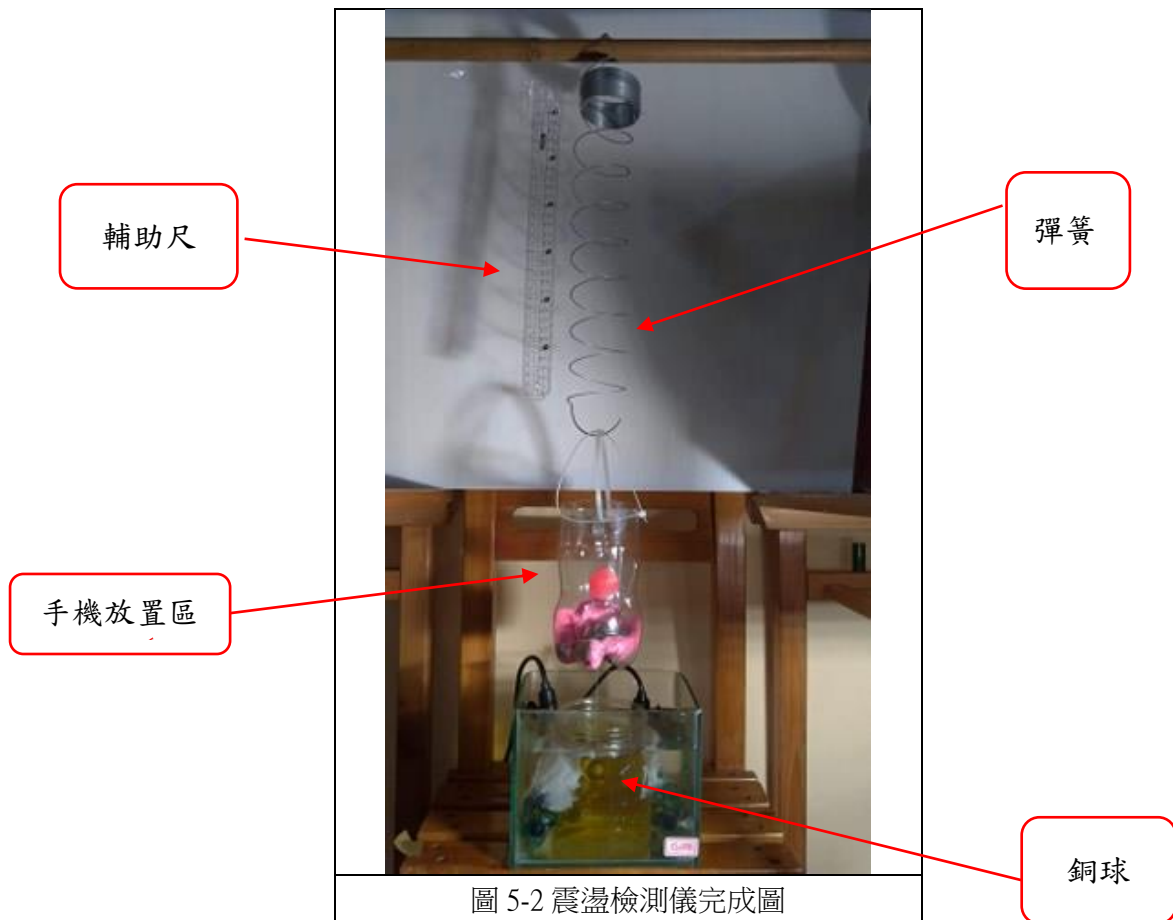
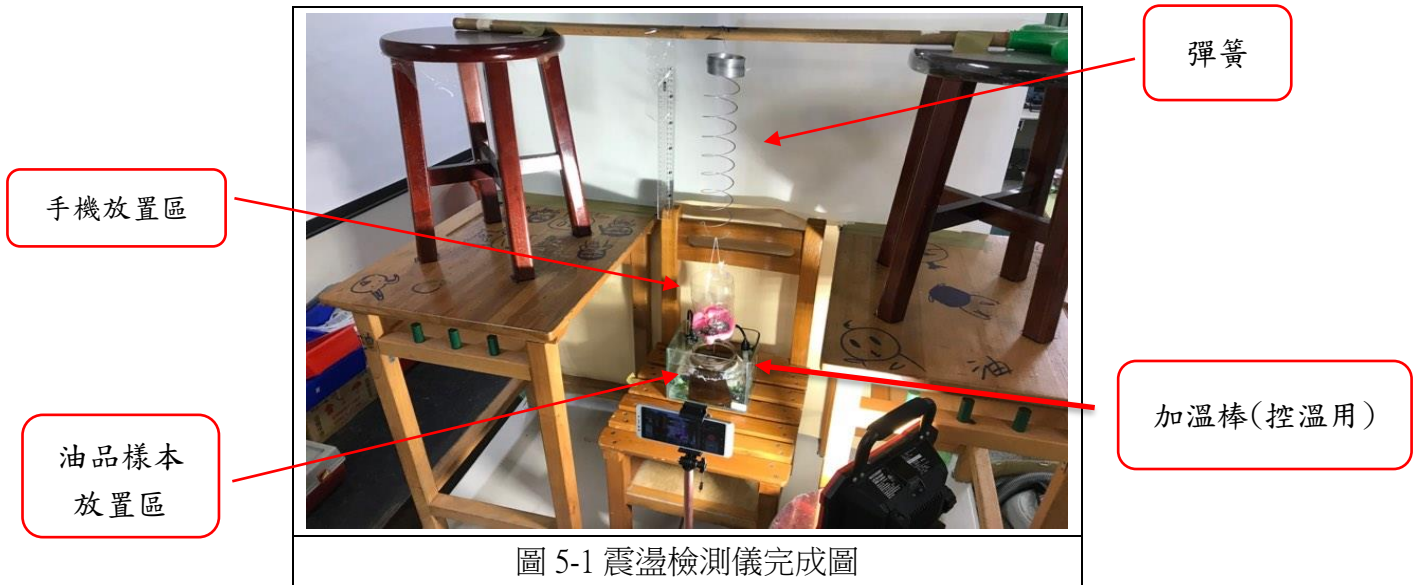
-----(1)

酸價=滴定毫升數(X)×0.28

(二) 黏滯性檢測

自製震盪檢測儀

利用桌子、椅子等器材組裝成震盪檢測儀如圖 5-1、圖 5-2 我們利用震盪的原理製作一個測量黏滯性儀器，來測量油品衰減係數。把待測油品放入有恆溫棒之水缸當中，以水浴法將油溫控制其溫度在 33.2 ± 0.1 度的範圍內(註 控溫是因為黏滯性會受到溫度的影響)，以確保數據的準確性。



實驗步驟：

- (1) 將油品定溫至 30.0±0.1℃(彈簧彈性常數 K=10)
- (2) 將手機放入手機放置區
- (3) 將彈簧拉置波峰起始位置
- (4) 放開彈簧進行震盪並用程式 Phyphox 追蹤
- (5) 將數據匯入 Excel 擬合

數據分析方法:

將銅球連結彈簧，放入樣本油內，將彈簧拉起並放入手機，放開彈簧並用程式 Phyphox 追蹤

(如圖 5-3)，繪出垂直方向加速度(公尺/秒²)和時間 (t) 做圖。觀察其波峰隨時間而彈簧也隨時間能量衰減，最後至振幅為零。由此推測震盪過程中，銅球與樣本進行接觸摩擦，使得能量衰減。為了量化衰減情形，我們取 20 個波峰和時間的數據點匯入 Excel 進行擬和(如圖 5-4)

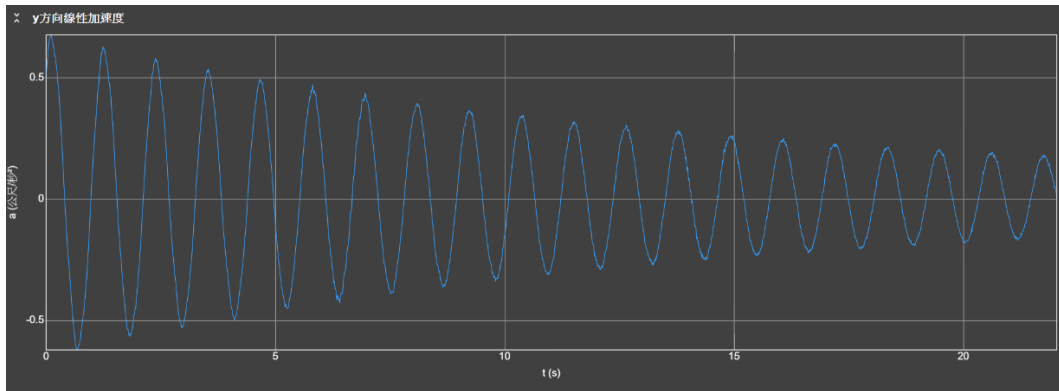


圖 5-3 Phyphox 分析示意圖

根據圖中的波峰遞減曲線，其衰減情形滿足指數衰減的關係，列出式 2 如下：

$$y = Ae^{-at} \quad \text{----(2)}$$

a 值為衰減係數，當 **a** 值越大表示其曲線遞減的速率較快，即油品之黏滯性越高。
(y=銅球所受的加速度，t=時間)

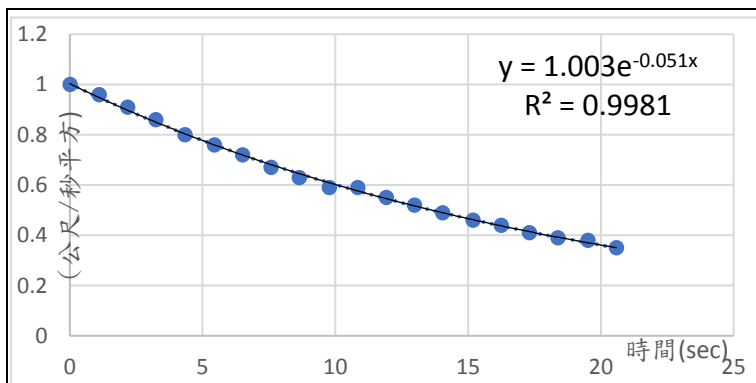


圖 5-4 數據點擬和示意圖

(三) 透光度檢測

第一代透光裝置 自製暗箱

自製暗箱設計圖如圖 6-1，利用 6 片黑色紙板互相黏貼成正方體暗箱，支架相互連接，再割出放置光度計、樣本及 LED 的孔，完成品如圖 6-2

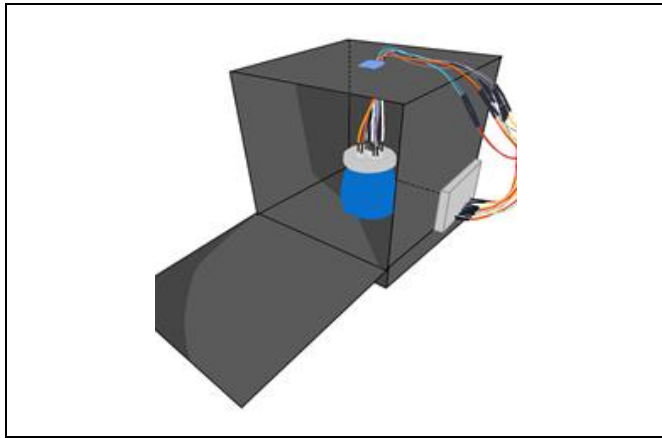


圖 6-1 自製光度暗箱檢測器設計圖

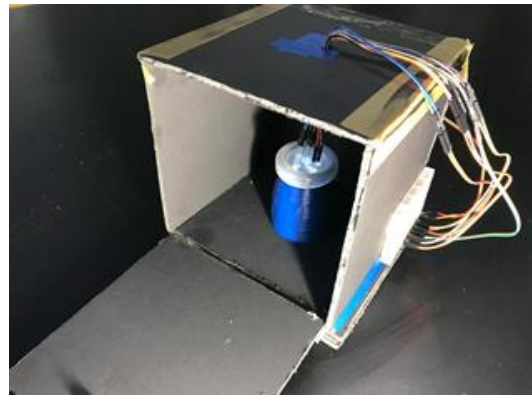


圖 6-2 手作透光度檢測儀完成

實驗步驟：

- (1) 將待測油品放入玻璃瓶
- (2) 將玻璃瓶放入暗箱
- (3) 利用光度計檢測其照度(LUX)

第二代透光裝置 自製縮小版本暗箱

在第一代的自製暗箱實驗中，我們發現自製暗箱有操作麻煩、耗油量大、體積大等缺點，為了克服以上缺點，進而改進，將暗箱縮小，直接與光度計連接，而為了讓 LED 燈的電壓固定，我們將電腦連結 Arduino 並將 LED 燈接上 3.3V 與 GND，做為我們裝置中的穩壓電源，完成二代自製暗箱(如圖 6-3)。開啟 LED，使光穿透油品樣本進而檢測不同油品樣本的透光度數值。

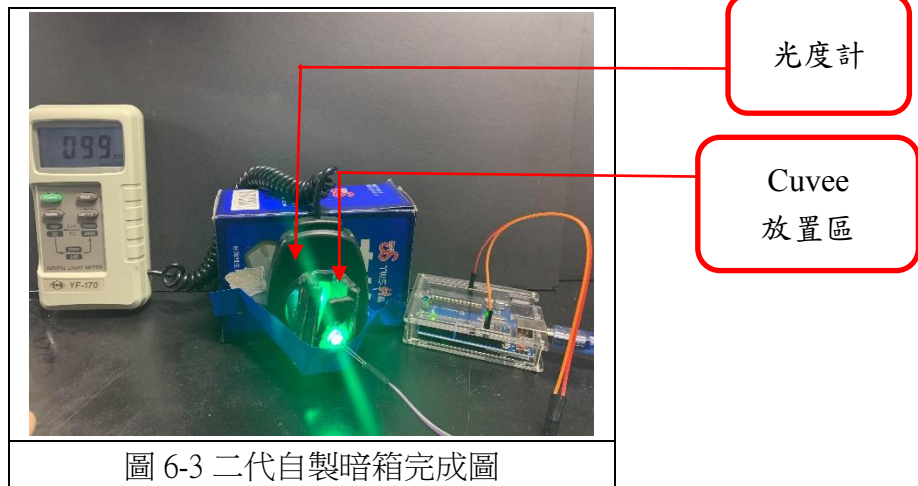


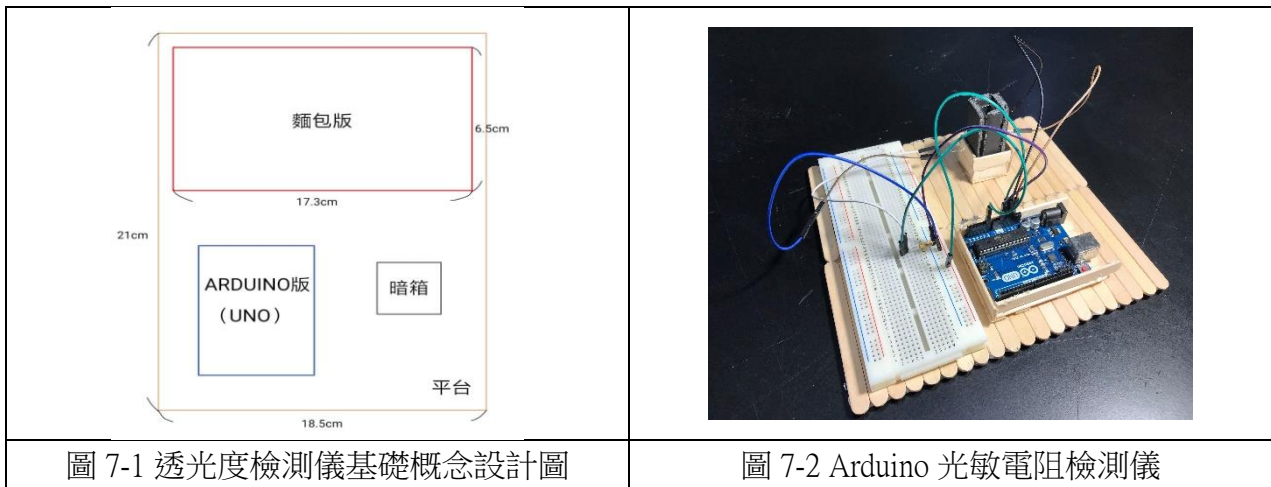
圖 6-3 二代自製暗箱完成圖

實驗步驟：

- (1) 將油品放入 Cuvee 中
- (2) 將樣本放入樣本放置區
- (3) 利用光度計檢測其照度(LUX)並記錄

第三代透光裝置 自製 Arduino 光敏電阻透光檢測儀

我們希望可以將實驗操作步驟簡化，並可以快速檢測透光數值，所以利用 Arduino 撰寫程式製作光敏電阻透光檢測儀。設計圖如圖 7-1，將冰棒棍作為平台基底，將麵包板、Arduino 板和暗箱與平台結合，完成圖如圖 7-2，程式碼如圖 7-3。



```
sketch_dec21a 5
const byte CdS = A0; //我們用A0腳位來接收光敏電阻資訊

void setup() {
  Serial.begin(9600); //啟始化序列埠速率為9600
}

void loop() {
  int val; //val變數用來存放光敏電阻的數值
  val = analogRead(CdS); //讀取目前光敏電阻的數值
  Serial.println(val); //顯示目前光敏電阻的數值
  delay(1000); //
}
```

圖 7-3 Arduino 光敏電阻程式碼

實驗步驟：

- (1) 將待測油品放入 Cuvee
- (2) 將樣本瓶放入暗箱內
- (3) 利用 LED 光源及光敏電阻檢測其電阻值
- (4) 觀察數據變化並記錄

第四代透光裝置 自製手機快篩 APP

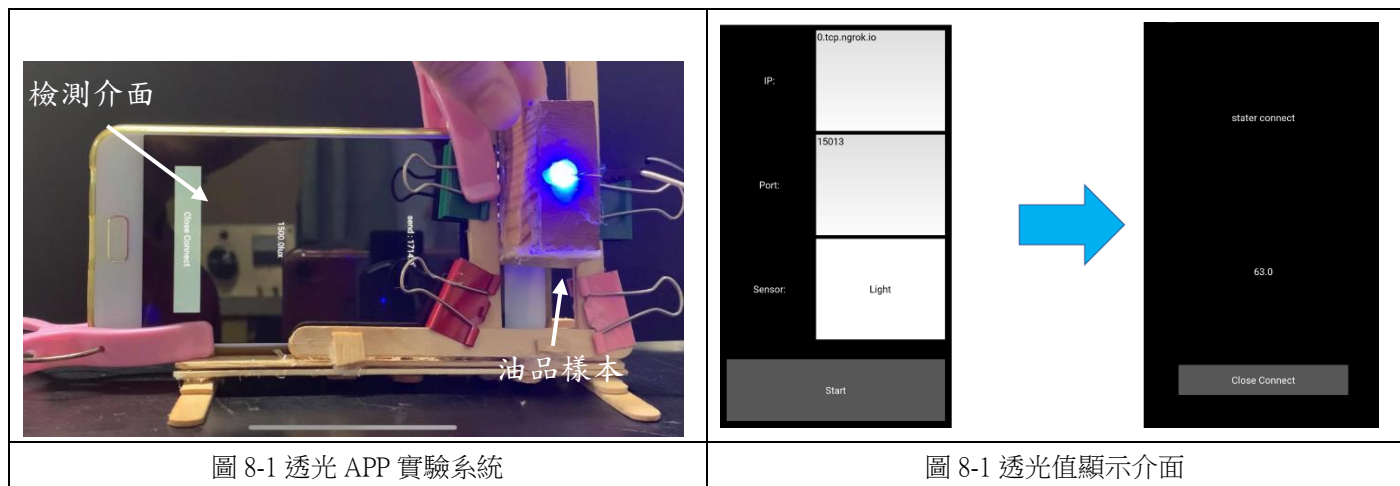


圖 8-1 透光 APP 實驗系統

圖 8-1 透光值顯示介面

實驗步驟：

- (1) 開啟 APP 並連接 server
- (2) 讀取 5 個透光數值傳入電腦並取平均及酸價轉換
- (3) 傳送至另一台手機並顯示酸價

以上的所進行之實驗我們均重複進行 3 次測量並算出平均值，並計算其平均差(註 1)和差值比(註 2)以評估其準度。

註 1：平均差(y)=測量值(x)-平均值(\bar{x})的絕對值總和，再除其樣本數(n)

平均差越大，代表測量數據的變異性越高。(如式 3)

$$y = \frac{1}{n} \sum |x - \bar{x}| \quad \text{----(3)}$$

註 2：差值比=平均差/平均值，用來評估測量結果的信賴度，差值比越小，代表信賴度越高。我們將標準訂定為 5%

陸、研究結果與討論

【先備實驗】：以 3M 酸價試紙檢測油品酸價值

表 1 大豆沙拉油使用不同天數之酸鹼酸價值

編號 1 酸價 0.0	編號 2 酸價 1.0	編號 3 酸價 2.0	編號 4 酸價 3.0	編號 5 酸價 3.5

由於以酸價試紙檢測時，發現到顏色不易分辨，只能約略估計酸價值之缺點，故我們決定以八年級下學期酸、鹼、鹽的單元所教到的酸鹼滴定以進行較為準確的測量。

【實驗一】:油品酸鹼滴定檢測

我們選用大豆沙拉油和橄欖油進行檢測，選用沙拉油的原因是，現在的店家使用油進行油炸時，多半會使用大豆沙拉油；而使用橄欖油的原因是，我們在中時電子報(註 網址連結如下)裡，查到橄欖油的發煙點約在 190°C 左右，其實是適合油炸的，但因為其價格昂貴，故一般店家不會使用橄欖油進行油炸，所以我們決定使用橄欖油進行實驗，與大豆沙拉油進行對照。

橄欖油不能炸？4 迷思一次破解 <https://www.chinatimes.com/realtimenews/20200115004539-260405?chdtv>

實驗結果:

表 2 不同使用程度大豆沙拉油之滴定酸價

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
平均(mL)	2.57±0.09	3.57±0.05	5±0.03	6±0.03	7.5±0	8.6±0.03	9.6±0.03	11.13±0.04
差值比	4%	1%	1%	1%	0%	1%	1%	0.4%
酸價	0.7	1	1.4	1.7	2.1	2.4	2.7	3.1

表 3 不同使用程度橄欖油之滴定酸價

編號	1	2	3	4
平均(mL)	2.1±0.03	5.3±0.03	8.9±0.07	14.2±0.03
差值比	1%	0.6%	0.8%	0.3%
酸價	0.6	1.5	2.5	4

由表 2 與表 3 我們建立了大豆沙拉油與橄欖油在不同使用條件下的酸價，接下來的實驗我們將以實驗一所得之不同條件下的酸價為參照，進而對照出透光度的改變與黏滯性的改變情形。

【實驗二】以自製震盪檢測儀進行油品黏滯性測量

由生活經驗之巨觀角度可以知道使用越久的油會越黏，而從微觀尺度可得知油品裂解時會產生油品酸價提升，而油品在水解的情況下產生較多的脂肪酸分子，而其兩端分別為極性端(-COO⁻ 端)另一端為非極性端(長碳鏈端)，而產生極性吸引極性，非極性吸引非極性的情況，進而使得聚成稍微較大的粒子團，可能因為如此而使得油品隨著酸價提升而黏滯性會上升，故打算以一簡單的彈簧-銅球系統來檢測當銅球在油品當中自由震盪時，量測其波峰衰減之係數值，進而以黏滯程度定義油品好壞程度。

實驗結果:

表 4 不同酸價條件之大豆沙拉油由自製震盪裝置檢測之衰減係數

酸價	0.7	1	1.4	1.7	2.1	2.4	2.7	3.1
衰減係數	0.049	0.053	0.055	0.058	0.061	0.064	0.066	0.069

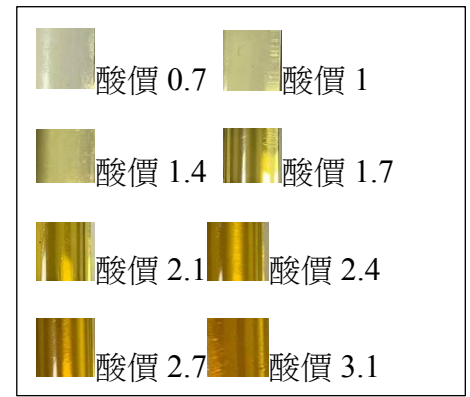
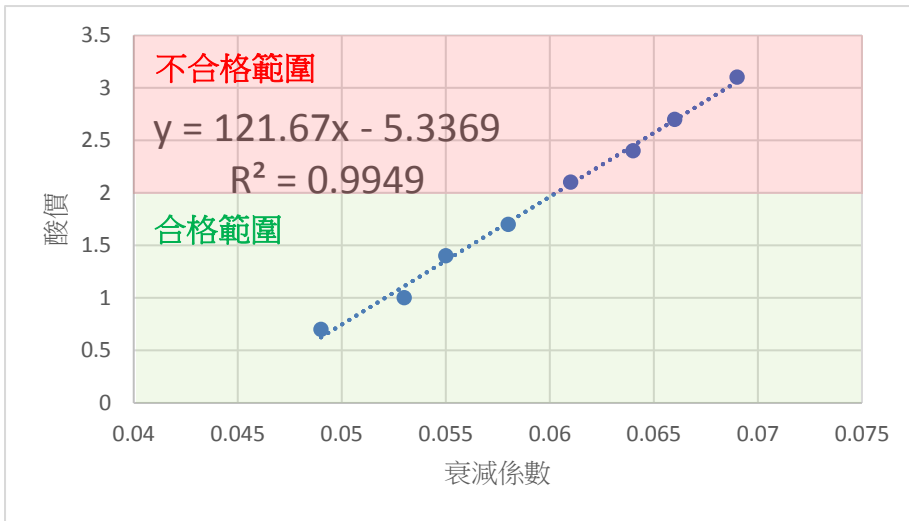


圖 9 大豆沙拉油衰減係數對酸價作圖

表 5 橄欖油震盪

酸價	0.6	1.5	2.5	4
衰減係數	0.054	0.058	0.061	0.065

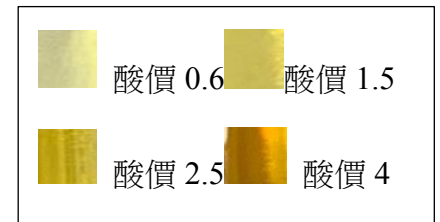
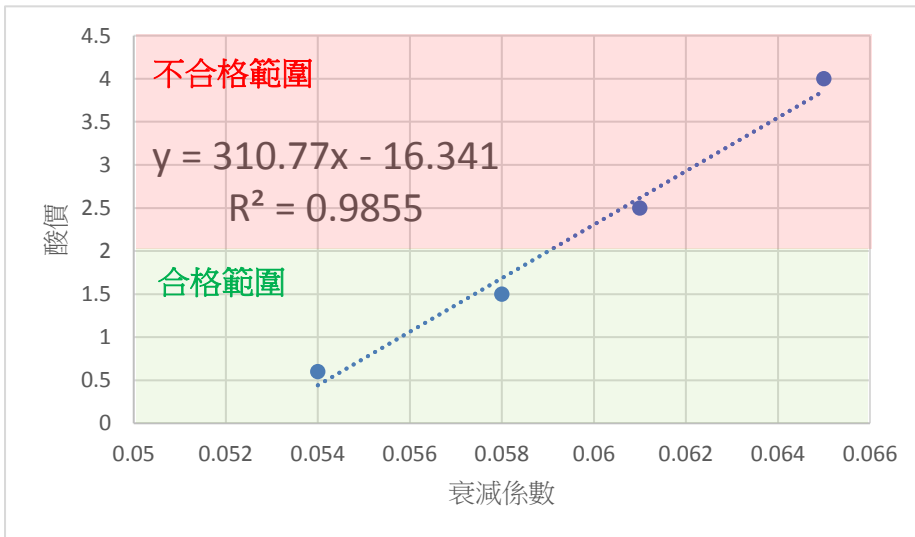


圖 10 橄欖油衰減係數對酸價作圖

實驗二數據討論:

由圖 9、圖 10 發現到油品的衰減係數與酸價作圖也是線性關係，故我們透過此實驗可得知當油品使用時間越長，其黏滯性會越大，進而導致彈簧-銅球震盪系統在固定振幅的情況下能量會較快的被削弱，進而比較快回復到平衡位置。此結果與我們預測結果相符。大豆沙拉油或橄欖油之衰減係數對照轉換線性方程式而得到其酸價值。對照查閱的文獻得之，當油品加熱時，分子會聚集成較大的粒子團，大粒子團產生的阻力較大，故黏度較大，與實驗結果相符。

將大豆沙拉油和橄欖油之函數圖形對照，發現在相同酸價下，大豆沙拉油的衰減係數變化較顯著，經查閱文獻後得知脂肪酸又分為飽和脂肪酸、單元不飽和脂肪酸和多元不飽和脂肪酸。多元不飽和脂肪酸有較多雙鍵，較不安定，容易氧化酸敗。從文獻中得知大豆沙拉油的多元不飽和脂肪酸較多，所以大豆沙拉油因脂肪酸雙鍵較多，氧化酸敗後的小分子容易集結成較大的粒子團，故黏滯性較大。而橄欖油的脂肪酸多為單元不飽和脂肪酸，所含雙鍵較少，在相同酸價情況下，可能氧化酸敗的比例較低，產生的小分子凝集的情況較低，油質的黏滯性較低，與實驗結果相符。

因此推斷，沙拉油與橄欖油在相同酸價情況下，脂肪水解與脂肪酸裂解的程度並不相同。

【實驗三】不同 K 值(彈性係數)的比較

由實驗經驗得知，不同的感測器可能會造成數據誤差，於是我們有個疑問，不同 K 值對衰減係數的關係為和？於是我們進行檢測。為了避免舊的油品因自然氧化造成酸價誤差，我們使用新的一批油進行檢測。

實驗結果:

表 6 不同酸價條件之大豆沙拉油由自製震盪裝置檢測之衰減係數(K=9)

酸價	0.7	1.5	2	2.4	3
平均	0.072±0.0005	0.076±0.0005	0.079±0	0.081±0	0.085±0.0005
差值比	0.7%	0.7%	0%	0%	0.6%

表 7 不同酸價條件之大豆沙拉油由自製震盪裝置檢測之衰減係數(K=10)

酸價	0.7	1.5	2	2.4	3
平均	0.075±0	0.077±0.0005	0.08±0	0.084±0.0005	0.087±0
差值比	0%	0.6%	0%	0.6%	0%

表 8 不同酸價條件之大豆沙拉油由自製震盪裝置檢測之衰減係數(K=14)

酸價	0.7	1.5	2	2.4	3
平均	0.074±0	0.079±0.0005	0.08±0.0015	0.084±0.0015	0.09±0.0005
差值比	0%	0.6%	2%	2%	0.5%

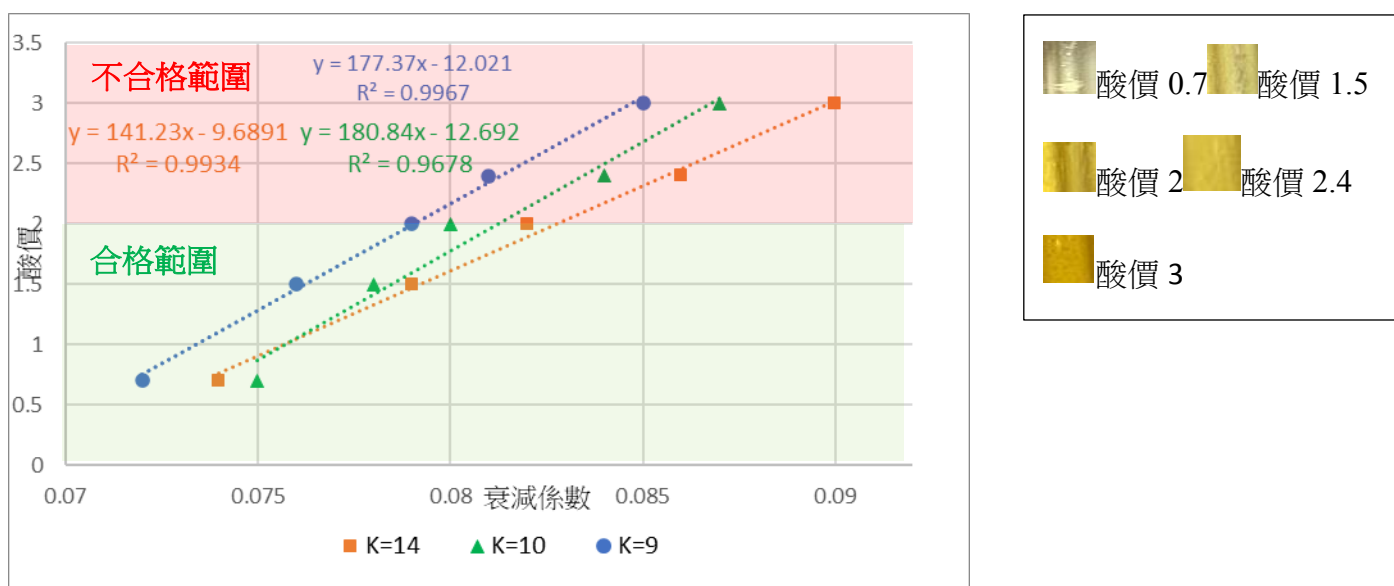


圖 14 在三種 K 值下，油品衰減係數與酸價比較

實驗三數據討論:

從圖 14 可以得知，雖然彈性係數不同，衰減係數與對應酸價仍然呈現顯著的線性關係。在上升相同酸價下，K 值較大的彈簧衰減係數上升幅度較大。推測是因為 K 值較大的彈簧，代表彈簧恢復力較大，即在試驗過程中所造成的推力和拉力效果較大；所以當增加相同的阻力時(酸度提高、黏滯性提高)，K 值較大的彈簧較快恢復原狀，衰減係數增加較多。

【實驗四】以自製縮小版本暗箱檢測不同油品在不同光源下之透光度

油品是屬於膠態溶液(註 1)的一種，當光照射進油品中，會因廷得耳效應(註 3)使得透光度降低，於是可能出現：不同波長的色光受到廷得耳效應所產生的偏折角度而有所不同。於是我們想說使用光的三原色(紅、綠、藍)的 LED 和紅光雷射進行試驗，希望可以由實驗中觀察到不同色光被油品吸收或散射的情況。

註 1 膠態溶液：溶液中的溶質顆粒較大懸浮在溶液中分佈較不均，使得溶液產生混濁，無法透光。

實驗結果:

表 9 不同酸價條件之大豆沙拉油由第二代透光檢測器檢測之照度值

藍光								
酸價	0.7	1	1.4	1.7	2.1	2.4	2.7	3.1
平均(LUX)	9163	6580	4420	3513	2187	1456	1037	866
綠光								
酸價	0.7	1	1.4	1.7	2.1	2.4	2.7	3.1
平均(LUX)	10203	8883	7250	6500	5097	4610	4040	3487
紅光								
酸價	0.7	1	1.4	1.7	2.1	2.4	2.7	3.1
平均(LUX)	61	59	56	53	52	51	51	49
紅光雷射								
酸價	0.7	1	1.4	1.7	2.1	2.4	2.7	3.1
平均(LUX)	8797	8427	8213	8020	7877	7627	7087	6933

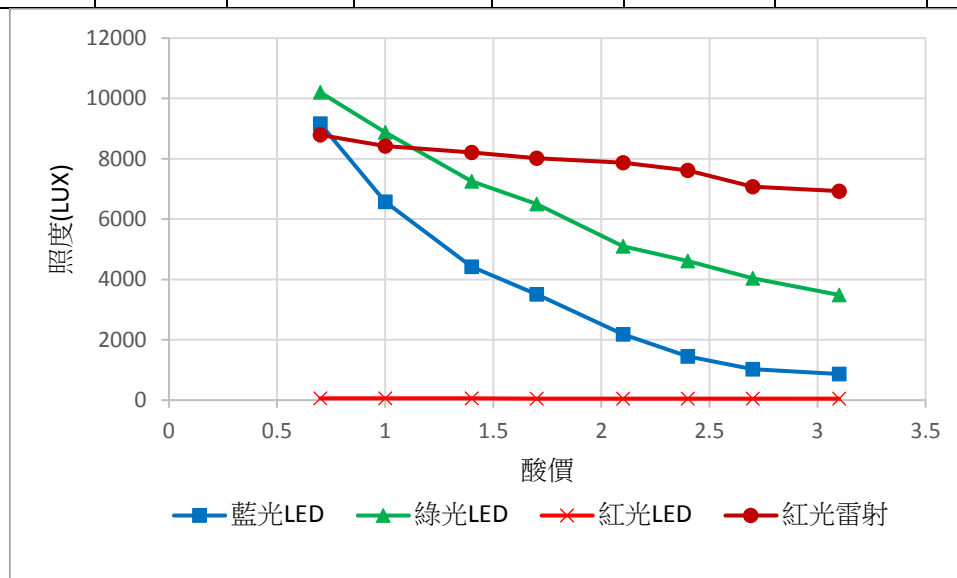


圖 15-1 大豆沙拉油光度計透光數值結果

因為每種不同的 LED 色光燈的照度初始值不同，為了比較油品對不同色光的吸收率，所以我們自己定義公式(4)將透光數值轉換為油品吸光百分比，再將 100% 扣去吸光百分比得到透光百分比，如(5)式。

$$x(\text{吸光百分比}) = \frac{\text{酸價} 0.7 \text{ 透光度} - \text{其他酸價的透光度}}{\text{酸價} 0.7 \text{ 透光度}} * 100\% \text{-----}(4)$$

說明:由於我們檢測到的全新的大豆沙拉油經酸鹼滴定後其酸價為 0.7，故我們以此為標準去定義(4)式為油品的吸光百分比。

$$100\% - x = \text{透光百分比} \text{-----}(5)$$

將圖 15-1 經過(5)式的轉換可以得到圖 15-2。

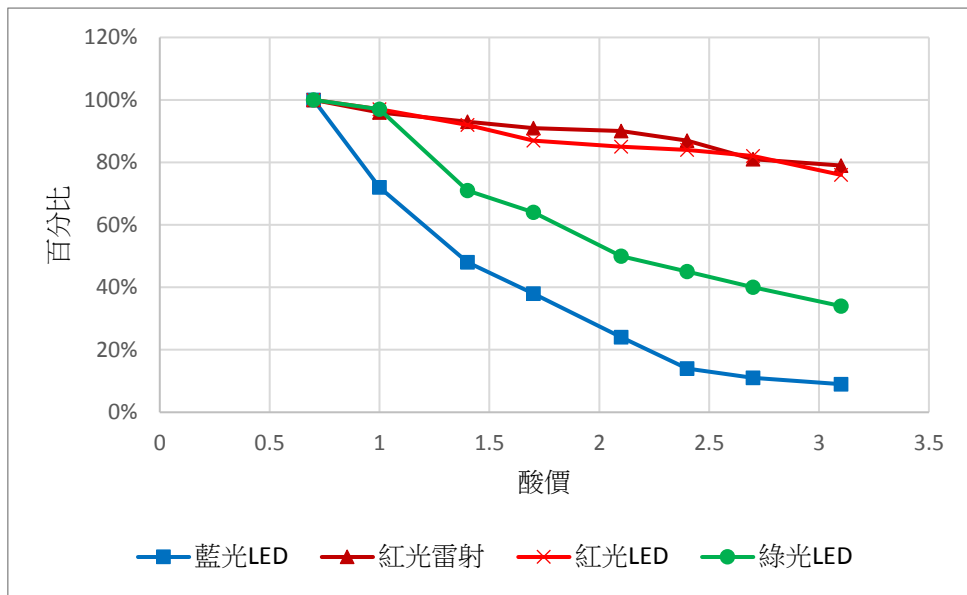


圖 15-2 光度計透光百分比

表 10 不同酸價條件之橄欖油由第二代透光檢測器檢測之照度值

藍光					綠光			
酸價	0.6	1.5	2.5	4	0.6	1.5	2.5	4
平均	7280 lux	3080 lux	970 lux	493 lux	7910 lux	6110 lux	4580 lux	2460 lux
紅光					紅光雷射			
酸價	0.6	1.5	2.5	4	0.6	1.5	2.5	4
平均	106 lux	85 lux	69 lux	52 lux	7520 lux	6930 lux	6030 lux	5370 lux

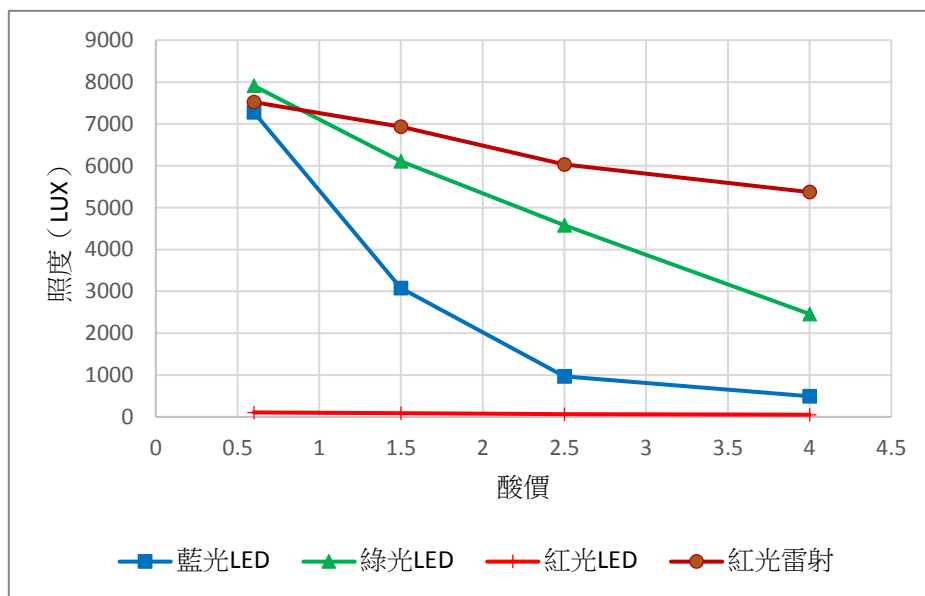


圖 16-1 橄欖油光度計透光數值結果

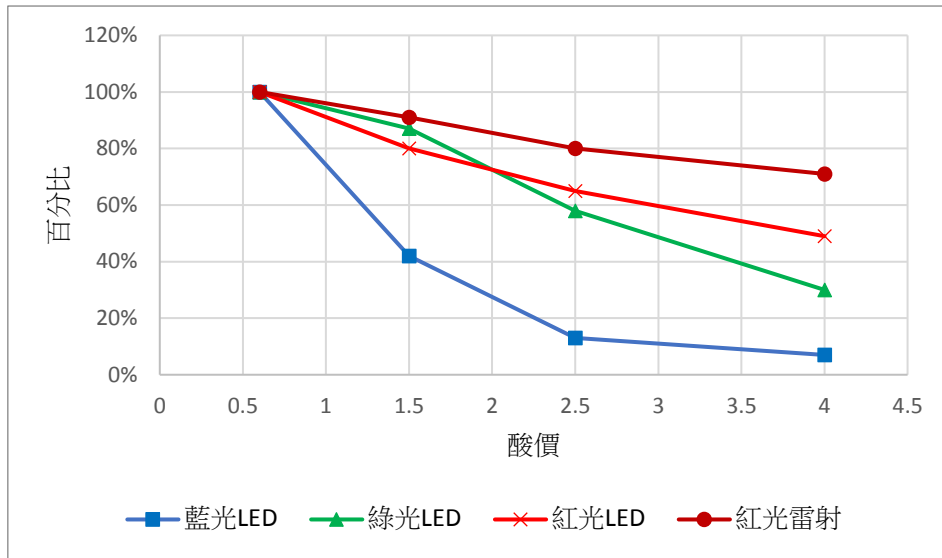


圖 16-2 橄欖油透光百分比

實驗四數據討論

從圖 15-2 與圖 16-2 可以得知，利用照度計檢測大豆沙拉油與橄欖油在不同光源下之透光百分比時，發現藍光的透光百分比遞減為最快速，也就是說油品對藍光吸收的敏感度最高。並且我們同時也發現到不論是大豆沙拉油或者是橄欖油在不同色光其透光百分比的遞減圖形非常的類似。

我們從過去學過的光學單元中的色散現象去解釋，猜測可能因為是當光經過油品時，會像三稜鏡一樣，產生偏折角，而紫光的偏折角比紅光還要大(如圖 17)，故偵測到的照度值會較低，光線穿透油品中可能會與大分子的顆粒產生散射，越多的大分子散色會越明顯，而藍光比紅光更易散射，示意圖如圖 18。

隨著油品酸價提升而油品在水解的情況下產生較多的脂肪酸分子，而其兩端分別為極性端(長碳端)另一端為非極性端(梭基端)，而產生極性吸引極性，非極性吸引非極性的情況，進而聚成稍微較大的粒子團，進而產生更多的吸收與散射，而使得酸價上升而被吸收率越高或者較多光被散射的情況產生。因為藍光的遞減情況較為顯著，所以我們在之後的實驗中一律採用藍光 LED 為我們的光源。

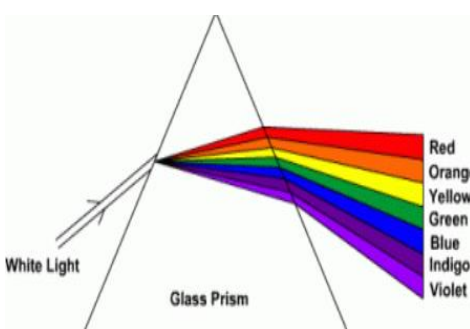


圖 17 紅光的折射角比藍光小

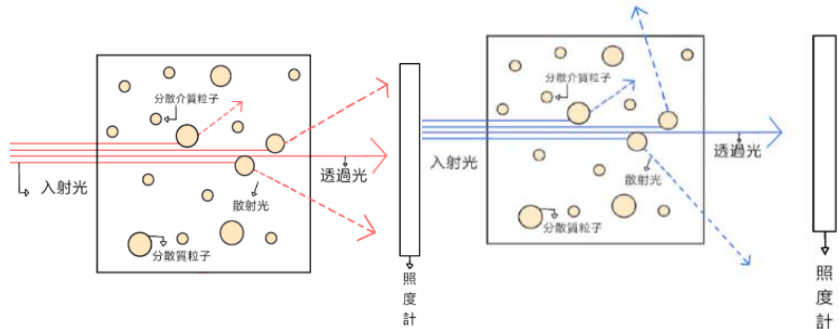


圖 18 紅光廷得耳效應(折射角小) 藍光廷得耳效應(折射角大)

【實驗五】自製 Arduino 光敏電阻透光檢測儀

我們使用藍光 LED 和 Arduino 及光敏電阻，並撰寫程式設計一簡易的油品透光度檢測儀。利用 LED 穿透樣本照射至光敏電阻，當穿透的光越多，所產生的自由電子越多，電阻值就越小，即光導效應，並藉由透射過油品之光強度變化來測量光敏電阻之電阻值大小。

實驗結果:

表 11 不同酸價條件之大豆沙拉油由第三代透光檢測器檢測之電阻值

酸價	0.7	1	1.4	1.7	2.1	2.4	2.7	3.1
平均	267±0.33	342±0.67	404±0.33	561±0.33	711±0.67	798±0.33	845±0.33	858±0.67
差值比	0.1%	0.2%	0.08%	0.06%	0.09%	0.04%	0.04%	0.08%

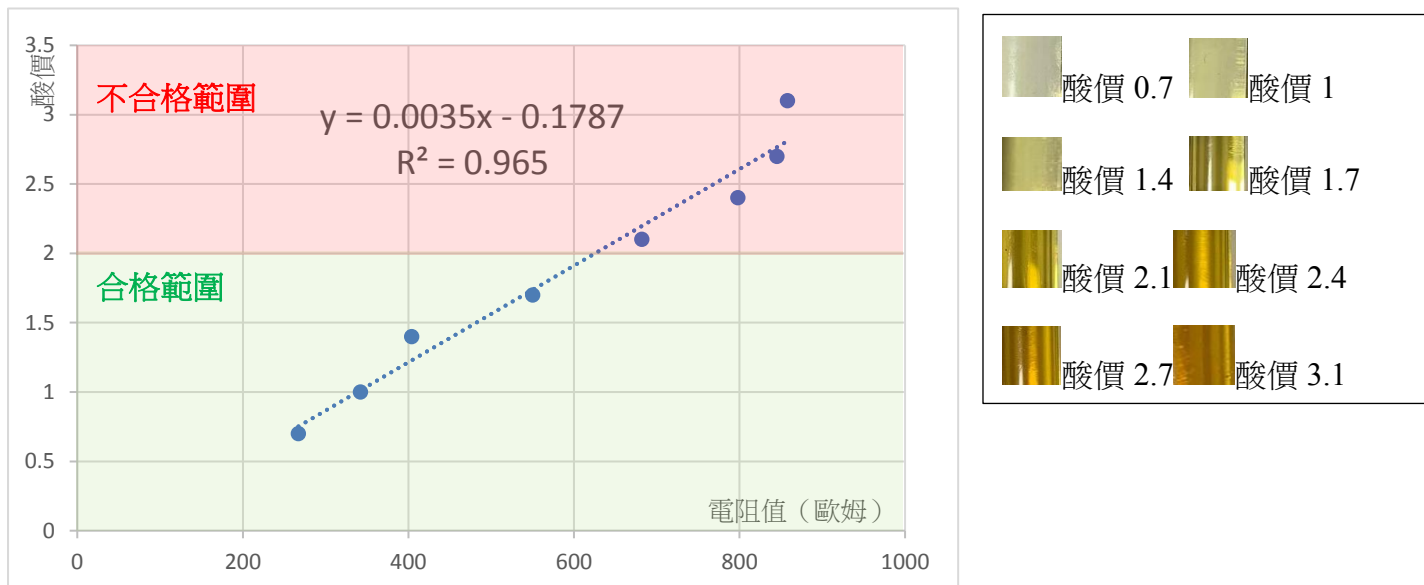


圖 19 大豆沙拉油電阻值對酸價作圖

表 12 不同酸價條件之橄欖油由第三代透光檢測器檢測之電阻值

酸價	0.6	1.5	2.5	4
平均	337±0.33	423±0.33	583±0.33	750±0.33
差值比	0.1%	0.08%	0.06%	0.04%

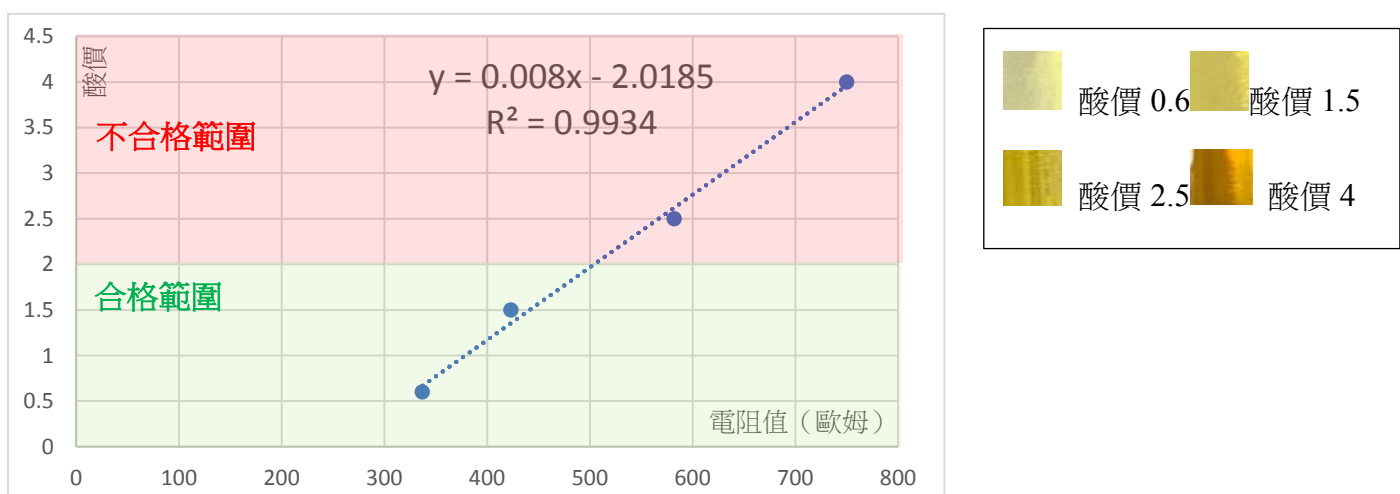


圖 20 橄欖油電阻值對酸價作圖

實驗五數據討論

從圖 19、圖 20 中可以得知，大豆沙拉油和橄欖油其電阻值對酸價作圖可以發現隨著阻值變大(透光度減弱)而酸價有漸漸上升的趨勢，兩者間有一正相關性，透過函數的擬合我們可以發現兩者間有線性函數的關係，故我們可以透過此裝置測量大豆沙拉油或者橄欖油之藍光 LED 透光電阻值，並且透過建立專屬特定之油品的線性轉換方程式進而得到其所對應之酸價值大小，可透過此方法我們可以知道是否需要更換油品。

【實驗六】淨化油檢驗

現在衛生局對檢驗油品的方式只有酸價檢測，所以有很多不肖廠商為了降低成本，不惜用各種方式躲過檢驗。衛生局雖然知道，但是也沒有合適的測量方法。所以我們決定用一般店家或者黑心業者常用的油品淨化方法，利用滴定、透光度和黏滯性進行檢驗。

我們所使用的 3 種方式進行試驗：

我們以酸價 3.1 的大豆沙拉油進行淨化

試驗 1:將氫氧化鉀溶入乙醇中配置 5M 溶液，利用酸鹼滴定，將油品酸價降至酸價 2 以下的合格標準，此實驗我們將酸價降至 0.7(淨化油 1)

試驗 2:將試驗 1 實驗後酸鹼中和完的油品加入活性白土進行脫色以提高透光度(淨化油 2)

實驗結果:

表 13 淨化油酸鹼滴定

編號	平均	差值比	酸價
淨化油 1	2.3±0.07	0.03	0.6
淨化油 2	2.3±0.07	0.03	0.6

表 14 Arduino 檢測儀結果

編號	平均	差值比
淨化油 1	887±0.3	0.0003
淨化油 2	630±1	0.002

表 15 震盪檢測結果

編號	平均	差值比
淨化油 1	0.072±0.0003	0.004
淨化油 2	0.057±0.0003	0.005

我們利用表 13、表 14、表 15 和酸價 2.1 的油品數據做對照，列出表 13

表 16 用酸價 2.1 當對照組和淨化油 1、2、3 做比較

	對照組	淨化油 1	淨化油 2
酸鹼滴定	2.1	0.6	0.6
電阻值	711	887	630
衰減係數	0.061	0.072	0.057

實驗六數據討論:

由表 16 可知

試驗 1.討論:

從表 16 可發現淨化油 1 之酸價由原本 3.1 的油降至 0.6，而與稽查數據之對照組做對照可發現，透光阻值提升(透光度下降)、衰減係數值上升(黏度上升)，即表示若有不肖業者企圖利用滴定中和來達到逃避稽查之發生，而我們可以利用透光與震盪的方式發現油品被動過手腳。

由於氫氧化鉀溶入水中為水性，無法與油品產生酸鹼中和，故我們將其溶解在乙醇中進而進行滴定之酸鹼中和，而酒精因為是兩性物質，故加入油品中會有乳化現象產生，使其聚集成較大的粒子團，而這些粒子團會造成濁度上升即透光度降低的情況產生，並使衰減係數提升的情況。

試驗 2.討論:

若不肖業者同時進行試驗一的滴定中和並且加入活性白土以進行脫色，由我們的淨化油 2 與對照組之數據發現到透光度會因為脫色的效果而使得阻值降低(即透光度提升)，震盪之衰減係數亦會下降(即黏度降低)。推測是因為活性白土的原理是吸收油品內的有機物和色素分子，所以當油品內的分子較少時，油品對於光的偏折及油的阻力較小，故透光度提高，黏滯性提升。從前面的實驗可以得知透光度和黏滯性對酸價均呈線性關係，綜合此實驗可得出結果:當油品裂解時，會同時改變透光度和黏滯性。

【實驗七】手機 APP 校正測試

在實驗過程中，發現如果使用相同量尺，不同透光度及不同手機的感光元件可能造成實驗誤差。從先前的實驗可以發現酸價和透光度呈線性關係，藉由此關係我們提出：透光度和酸價也許可以利用比例的關係轉換，於是我們設計實驗

	<p>實驗步驟：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 測量酸價 0.7 和 3.1 的油品透光度 2. 測量已知酸價的油品透光度 3. 利用比例換算得出酸價並檢查是否和酸價一致 $x = 3.1 - \left[\frac{\text{未知油品透光度} - 3.1 \text{ 透光度}}{0.7 \text{ 透光值} - 3.1 \text{ 透光值}} \times 2.4 \right]$
--	--

實驗結果：

表 18： 1 號手機 5V

酸價	檢測之透光數值	換算之酸價值
0.7(校正液)	1916	
3.1(校正液)	325	
1.7	1270	1.7
1.9	1145	1.9
2.8	529	2.8

表 19： 1 號手機 3.3V

酸價	檢測之透光數值	換算之酸價值
0.7(校正液)	604	
3.1(校正液)	91	
1.7	391	1.7
1.9	352	1.9
2.8	161	2.8

表 20： 2 號手機 5V

酸價	檢測之透光數值	換算之酸價值
0.7(校正液)	1900	
3.1(校正液)	178	
1.7	1260	1.5
1.9	1087	1.9
2.8	379	2.8

實驗七討論：

由表 18、表 19 得知，利用透光換算酸價值，和實際酸價值相符，且即使改變初始照度仍可以經由換算得出酸價值。由表 18、表 20 得知，改變手機感光元件，也可經由換算得出酸價值。與假說情況相符。

【實驗八】溫度對透光關係

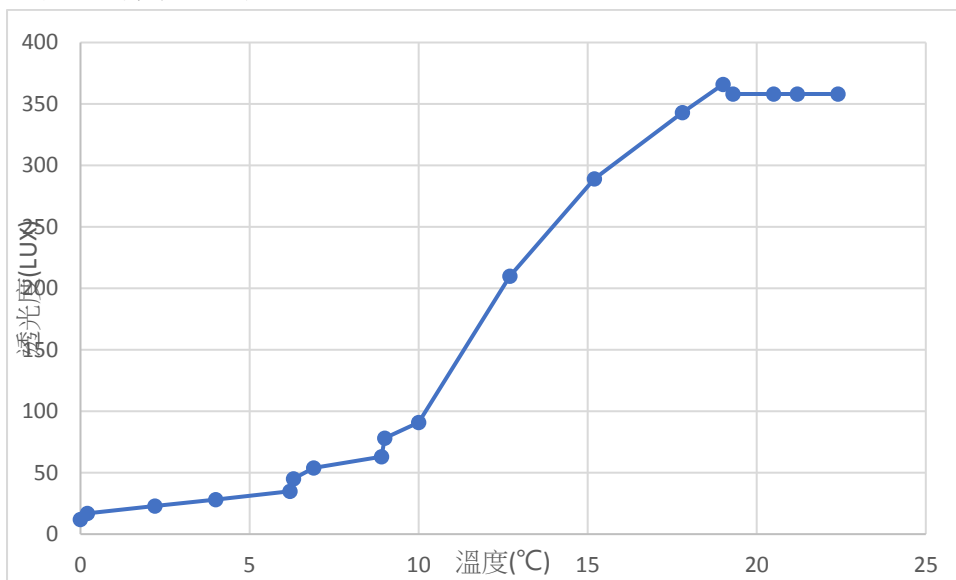
溫度對透光關係

從以上實驗我們得知透光度和黏滯性均為油品裂解使其改變，而黏滯性會隨溫度改變，於是我們提出疑問:透光度是否也會被溫度影響。於是利用低溫回到室溫和高溫回到室溫兩種方式進行驗證。

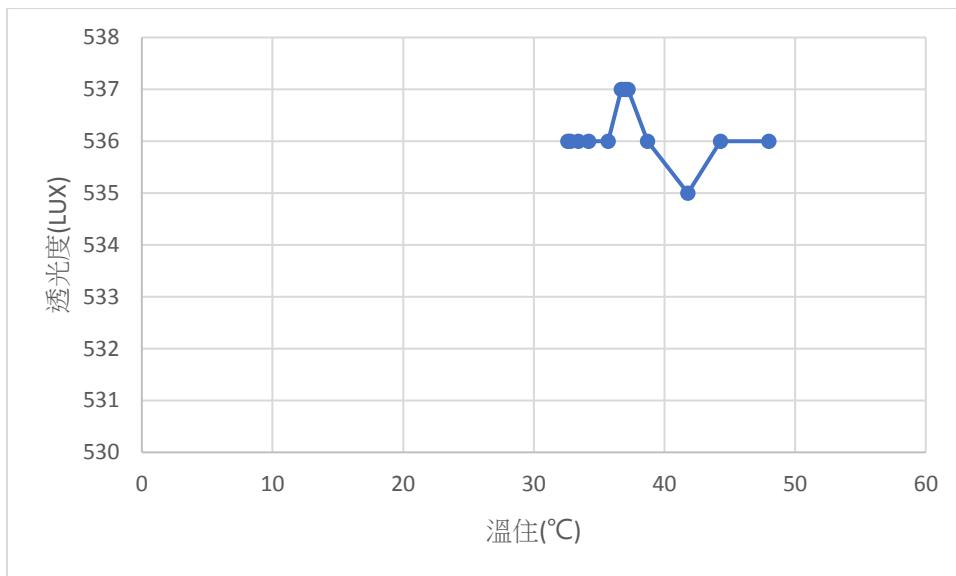
實驗步驟：

溫度上升實驗步驟： (1) 將油品樣本放入冷凍庫降溫至 0℃將樣本放入儀器並測量溫度 (2) 測量其透光度至油溫恢復於室溫	溫度下降實驗步驟： (1) 將油品加熱至 40℃ (2) 將樣本放入儀器並測量溫度 (3) 測量其透光度至油溫恢復於室溫
---	---

溫度上升實驗結果



溫度下降實驗果:



實驗八討論:

由表 21 得知，當油品從 0℃回到室溫時，透光度會隨著溫度上升而提高，推測是因為油品在低溫時分子凝結(黏滯性大)，偵測到的光源較少；當溫度上升的過程，分子間結合力減弱(黏滯性變小)，偵測到的光源越來越多，當油品溫度到達一定溫度，油品分子可自由流動，故透光度達到一個穩定狀態。由表 22 得知，當油品加熱至高溫回到室溫時，透光度的改變幅度較小，推測是因為油品溫度提高但其分子自由度性質變化小，故不會有像低溫一樣有較大的改變。

柒、結論

1. 以酸鹼滴定建立對照組，而以彈簧-銅球震盪為實驗組可以發現，當油品使用的越久，即酸價越高時，油品也會越黏，衰減係數會越大。透過實驗我們發現衰減係數與酸價呈現正相關性，以線性函數擬合亦可得到相對應的線性函數關係，透過震盪的方式也可以用來檢測油品是否需要進行更換。
2. 由震盪試驗結果得知，相同酸價之下，沙拉油與橄欖油脂肪水解與脂肪酸裂解程度不相同，造成黏滯性的變化差異。是否用相同酸價量尺去評定不同類油品是否劣不堪使用，應再重新考量。利用三種不同 K 值的彈簧進行檢測發現，在上升相同的酸價下，K 值越大，其衰減係數變化越顯著；推測是因為彈簧的恢復力較大，當遇到較大的阻力時，恢復時間較短，造成衰減係數上升較多。
3. 以酸鹼滴定建立對照組，建立透光模組為實驗組可發現，酸價數在 0.7 到 3.1 之間的油品，對藍光有較好的散色或是吸收效果，即靈敏度較高的特性。若是製作簡易的透光測量模組用藍光來做為光源較為適合(酸價數 2.0 為可用油品的臨界值)。實驗中也發現到，在不同油品下測量的光敏電阻之阻值與酸價間有一正相關性，可以用線性函數來做擬合，也就是說可以透過測量阻值再經由擬合方程式的轉換進而對照出某油品的酸價數，藉此來判斷是否需要換油。
4. 利用相同酸價從 0℃ 回到室溫和從高溫回到室溫可以發現，從 0℃ 回到室溫時，油品的透光度會逐漸上升，到達室溫時透光度不再改變，推測是因為油品在低溫黏滯性顯著增加所導致，在油品回溫時，黏滯性亦同時降低，分子流動性增加；到一定溫度以後，透光度與黏滯性會趨向穩定狀態。
5. 若以滴定的方式酸鹼中和逃避稽查，可有效逃避酸價的檢測，但無法逃過透光度與震盪的檢測。若以滴定配合活性白土(清除裂解後產生的凝集分子)逃避稽查，可有效逃避所有的稽查方式。也證實脂肪與脂肪酸裂解酸化程度改變時，會同時改變透光度和黏滯性。而黏滯性與透光度更直接顯示油品劣化程度。
6. 根據先前的實驗和數據可以發現，透光和黏滯性均為線性函數，且在改變透光度時，會同時改變黏滯性，於是我們認為:透光度和黏滯性的變化，均為油品裂解產物所造成的結果，只是表現不同的物理性，實為一體兩面的事實。基於便利性和大眾化等考量，透光度是比黏滯性較為便利且易於普及的檢測方式。
7. 我們設計出第四代透光 APP 程式，使用最高靈敏度的藍光 LED 燈、將盛油裝置縮小，提高靈敏度、建立伺服器讓多台手機連線，並用比例尺製作透光度量尺進行檢測。改良出低成本且普及的透光裝置。
8. APP 程式設計的基本想法是量尺等化的概念，以酸價測定結果為標準量尺，當衰減係數(黏滯性)、透光度與酸價都呈現線性關係，不同的 K 值、光源照度、手機感應裝置，表現差異的只是斜率稍有不同的斜直線。
只要先測定酸價的基準點(例如新鮮沙拉油 0.7)，頂點(例如劣質油 3.1)所相對應的衰減係數或透光度(標準液的概念)；以兩點間的變化量設定為百分百，再測定待測油品的衰減係數或透光度，以基準點為參照，算出其變化的百分比；最後以變化的百分比求出酸價的變化量，加上基準點的酸價值，即可得到該油品的酸價。
9. APP 程式碼請參照附件。

捌、參考資料及其他

- 一、邱郁茜、劉美岑、蕭芳其、黃家澤、蕭聖凱(2010)。「粉」飾太平—濾油粉問題面面觀。中華民國第 50 屆中小學科學展覽會。
- 二、陳起秀、方獻緯(2010)。「力」爭上「油」--破解撈油網終極密碼。中華民國第 50 屆中小學科學展覽會。
- 三、吳宗駿、徐子璇、陳昱臻、龔睦婷(2010)。「油」裡乾坤---實用油酸價與油色關係的新發現。中華民國第 50 屆中小學科學展覽會。
- 四、張霽、王泓予、邱德晏(2015)。油—好沒兩好—大豆沙拉油使用一次與二次特性探討。中華民國第 55 屆中小學科學展覽會。
- 五、劉思宇(2018)。「紅光乍現—自製紅光雷射結合 Arduino 油品快篩儀」。第 17 屆旺宏科學獎。

附錄:程式碼

伺服器接收手機數值與酸價計算

```

import socket
import threading

class Server():
    def __init__(self):
        self.hostname = socket.gethostname()
        self.ip = socket.gethostbyname(self.hostname)
        self.HOST = "127.0.0.1" # 本機預設伺服器
        self.PORT = 8080
        self.server = socket.socket(socket.AF_INET,
        socket.SOCK_STREAM)
        self.server.bind((self.HOST, self.PORT))
        self.server.listen(10)
        print("IP : {}, PORT : {}".format(self.HOST, self.PORT))

# 顯示伺服器端
self.sensor_connect = {"s_a": None, "s_l": None}
self.control_app = None
self.App_client = []
accept_thread = threading.Thread(target=self.accept_connect)
accept_thread.start()

def clientThreadIn(self, conn, ip):
    while True:
        try:
            clientMessage = conn.recv(1024)
            if not clientMessage:
                conn.close()
                break
            else:
                if clientMessage == "close connect":
                    print("Client IP : {} is close".format(ip))
                    conn.close()
                    break
                else:
                    print("Client IP : {}, Client message is:
                    {}".format(ip, clientMessage))
                    sensor_message = {"s_a":None, "s_l":None}
                    for sensor in ("s_a", "s_l")

```

```

try:
    self.sensor_connect[sensor].sendall("3".encode())
    sensor_message[sensor] =
    self.sensor_connect[sensor].recv(1024).decode()
    print(sensor_message[sensor])
    except:
        print(sensor, "is close")
        self.sensor_connect[sensor] = None
        sensor_message[sensor] = None
        if sensor_message["s_a"] != None and
        sensor_message["s_l"] != None :#兩個 sensor 都有連上
            ay = sensor_message["s_a"]
            l = sensor_message["s_l"]
            serverMessage = self.calculate_01(ay, l) # 計算酸式
            else:#其中一個 sensor 沒有連上
                if sensor_message["s_l"] != None :
                    serverMessage = 'Accelerometer sensor
                    error, \nlight acid value:' +
                    str(self.calculate_lige(sensor_message["s_l"]))
                    elif sensor_message["s_a"] != None :
                        serverMessage = 'light sensor
                        error, \nAccelerometer acid
                        value:' +str(self.calculate_Accelerometer(sensor_message["s_a"]))
                    else:
                        serverMessage = "sensor error"
                        print("send '{}' to
                        {}".format(serverMessage, ip))
                        temp = []
                        print(self.App_client)
                        for c in self.App_client:
                            try:
                                c.sendall(serverMessage.encode())
                                temp.append(c)
                            except :
                                pass
                        self.App_client = temp

```

```

except Exception as e:
    conn.close()
    print("Client IP : {} is close , {}".format(ip,e))
    break
def caculate_oil(self,ay,1):#當兩個感測器都有連上線
    new_1 = self.caculate_lige(1)
    new_ay = self.caculate_Accelerometer(ay)
    if new_1 > 2:
        serverMessage = "change oil\nAcid value: " +
            str(round(ay,5)) + "\nlux : " + str(round(new_1,5))
    else:
        serverMessage = "oil is good\nAcid value: " +
            str(round(ay,5)) + "\nlux : " + str(round(new_1,5))
    return serverMessage
def caculate_lige(self,1):#計算光線數值
    try:
        l = float(1)
    except:
        l = 0
    new_1 = 1 + 0.0003 + 2.8681#在此填上光線計算數值公式
    return round(new_1,2)
def caculate_Accelerometer(self,ay):#計算加速度數值
    try:
        ay = float(ay)
    except:
        ay = 0
    new_ay = ay + 0.0003 + 2.8681#在此填上加速度計算數值公式
    return round(new_ay,10)
def acceptp_connct(self):
    while 1:
        try:
            conn, addr = self.server.accept()
            name = conn.recv(1024).decode()
            if name == "s_a": # sensor_Acceleration
                print("sensor_Acceleration connect, IP:
                    {}".format(addr))
                self.sensor_connect[name] = conn
            elif name == "s_l": # sensor_Luminosity

```

讀取震盪與透光檢測數值

```

        print("sensor_Luminosity connect, IP:
            {}".format(addr))
        self.sensor_connect[name] = conn
    else:
        print("Accept App , IP: {}".format(addr))
        conn.sendall("Accept App".encode())
        appclient =
            threading.Thread(target=self.clientThreadin, args=(conn, addr))
            appclient.start()
        self.App_Client.append(conn)
    except:
        pass
server = Server()
# round(a,b) 浮點數 a 四捨五入到小數點後第 b 位
import Client
from kivy.app import App
from kivy.uix.boxlayout import BoxLayout
from kivy.uix.button import Button
from kivy.uix.label import Label
from kivy.uix.textinput import TextInput
from kivy.uix.screenmanager import ScreenManager, Screen
from kivy.uix.gridlayout import GridLayout
from kivy.uix.popup import Popup
from kivy.core.window import Window
from kivy.clock import Clock
from kivy.uix.spinner import Spinner
from plyer import light
from plyer import accelerometer
import numpy
import threading
import time
class Sensor_Light_Layout(BoxLayout):
    def __init__(self, **kwargs):
        super().__init__(**kwargs)
        self.orientation = "vertical"
        self.padding = '50dp'
        self.spacing = '50dp'
        self.state_label = Label(text = "")
        self.add_widget(self.state_label)
        self.llum_label = Label(text = "")
        self.add_widget(self.llum_label)
        self.setting_button = Button(text="Set cfg", size_hint =
            (1,0.25))#設定按鈕
        self.setting_button.bind(on_press=self.setting)
        self.add_widget(self.setting_button)
        self.close_button = Button(text="Close Connect", size_hint =
            (1,0.25))#關閉按鈕
        self.close_button.bind(on_press=self.close)
        self.add_widget(self.close_button)
        self.internet = Client.Client()
        self.illumination = 0

```



```

self.data = {}
self.Acid1 = 0
self.Acid2 = 0
def listen_sever(self):
    try:
        Clock.schedule_interval(self.get_illumination, 1 / 20.)
        self.state_label.text = "start light"
    except Exception as e:
        self.state_label.text = str(e)
        pass
while True:
    try:
        self.internet.get_message() #等待要求
        self.state_label.text = "loading"
        message = str(sum(self.data) / len(self.data)) #傳送平均 Lux
        message = "{} {}".format(sum(self.data) /
            len(self.data), self.Acid1, self.Acid2) #傳送平均 Lux, Acid1, Acid2
        self.sned_message(message)
        self.state_label.text = "send : " + message
    except Exception as e:
        print(e)
        self.close()
        break
def sned_message(self, message):
    self.internet.sned_message(message)
def close(self, instance=None, change = ""):
    try:
        self.internet.close_connect()
        Clock.unschedule(self.get_illumination) #關閉光線讀取
        light.disable()
        if change != "don't change page":
            chat.screen_manager.current = "login"
    except :
        pass
def setting(self, instance):
    self.close(change = "don't change page")
    chat.screen_manager.current = "Setting"
def init_connect(self, ip = '0.tcp.ngrok.io', port = 19446):
    try:
        self.internet.init_connect(ip, port)
        threading.Thread(target=self.listen_sever).start()
        self.state_label.text = "stater connect\nacid1 :
        {} \nacid2 : {}".format(self.Acid1, self.Acid2)
        light.enable() # 開啟光線讀取
    except :
        pass
def get_illumination(self, dt):
    try:
        self.illumination = light.illumination or
        self.illumination
        self.lum_label.text = str(self.illumination)+"lux"
        print(self.illumination)
        if len(self.data) >= 5: #儲存最新的 5 筆資料
            del self.data[0] #刪除最舊的一筆
            self.data.append(self.illumination) #加入最新資料
        else:
            self.data.append(self.illumination)
    except Exception as e:
        self.illumination = "light error"
        self.lum_label.text = "light error"
        print(e)
class Sensor_Accelerometer_Layout(BoxLayout):
    def __init__(self, **kwargs):
        super().__init__(**kwargs)
        self.orientation = "vertical"
        self.padding = '50dp'
        self.spacing = '50dp'
        self.state_label = Label(text = "!!!")
        self.add_widget(self.state_label)
        self.y_label = Label(text = "y:")
        self.add_widget(self.y_label)
        self.close_button = Button(text="Close Connect", size_hint =
(1, 0.25))
        self.close_button.bind(on_press=self.close)
        self.add_widget(self.close_button)

```

```

self.internet = Client.Client()
self.acceleration = [0,0,0]
self.ask = False
self.data = []
self.pdata = []

def listen_sever(self):
    try:
        self.state_label.text = "start accelerometer"
        Clock.schedule_interval(self.get_acceleration, 1 / 20.)
    except Exception as e:
        self.state_label.text = str(e)
    pass
    while True:
        try:
            time_sleep = self.internet.get_message() #等待要求
            self.state_label.text = "data loading , please wate"
            + time_sleep + "second..."
            self.ask = True
            time.sleep(float(time_sleep)) #暫停 2 秒以取得 2 秒內最高值
            while True:
                for i in range(1, len(self.data)-1): #取得 y 軸波峰
                    if self.data[i][1] > self.data[i-1][1] and
                        self.data[i+1][1]:
                        self.pdata.append(self.data[i][1])
                if len(self.pdata) >= 15: #判斷是否有取得 15 個以上波峰
                    self.pdata = self.pdata[0:15] #取得前 15 個波峰
                    break
                else: #波峰不足，繼續取得資料
                    time.sleep(float(time_sleep)/2)
                    self.pdata = []
            y = self.pdata
            x = range(1, len(y)+1)
            message = str(numpy.polyfit(x, numpy.log(y), 1) [0]) #傳
            送加速度所取得指數趨勢圖係數
            self.sned_message(message)
            self.data = []
            self.pdata = []
            self.ask = False

self.state_label.text = "send : " + message
except Exception as e:
    print(e)
self.state_label.text = str(e)
time.sleep(5)
self.close()
break

def sned_message(self, message):
    self.internet.sned_message(message)
def close(self, instance=None):
    try:
        self.internet.close_connect()
        chat.screen_manager.current = "login"
        Clock.unschedule(self.get_acceleration) #關閉加速度讀取
        accelerometer.disable()
    except:
        pass

def init_connect(self, ip = '0.tcp.ngrok.io', port = 19446):
    try:
        self.internet.init_connect(ip, port)
        threading.Thread(target=self.listen_sever).start()
        self.state_label.text = "stater connect"
        accelerometer.enable() #開啟加速度讀取
    except:
        pass

def get_acceleration(self, dt):
    try:
        self.acceleration = accelerometer.acceleration[:3] or
        self.acceleration
        self.y_label.text = "y :
            "+str(round(self.acceleration[1],5)) + "m/s^2"
        if self.ask: #是否要讀取
            self.data.append(self.acceleration)
    except Exception as e:
        self.acceleration = "accelerometer error"
        self.state_label.text = "accelerometer error"

class Login_Layout(BoxLayout):
    def __init__(self, **kwargs):

```

```

super().__init__(**kwargs)
self.orientation = "vertical"
self.padding = '10dp'
self.spacing = '30dp'
self.Grid = GridLayout(cols=2)
self.Grid.spacing = '5dp'
self.Grid.addWidget(Label(text='IP:', size_hint = (0.4,1)))
self.Grid.addWidget(Label(text='0.tcp.ngrok.io',
self.ip = TextInput(text="0.tcp.ngrok.io",
multiline=False, size_hint = (0.6,1)) # defining self.ip...
self.Grid.addWidget(self.ip) # widget #2, top right
self.Grid.addWidget(Label(text='Port:', size_hint =
(0.4,1)))
self.port = TextInput(text="15013",
multiline=False, size_hint = (0.6,1))
self.Grid.addWidget(self.port)
self.Grid.addWidget(Label(text='Sensor:', size_hint =
(0.4,1)))
self.username = Spinner(text="Light", values=('Light',
'Acceleration'), size_hint=(0.6,0.1), background_color =
(256,256,256,1), color = (0,0,0,1))
self.Grid.addWidget(self.username)
self.add_widget(self.Grid)
self.start = Button(text="Start", size_hint = (1,0.2))
self.start.bind(on_press=self.start_chat)
self.add_widget(self.start)
self.Error_box = Popup(size_hint = (None,None), size =
(400,400))
self.Error_layout = BoxLayout(orientation = "vertical")
self.Error_box_label = Label(text = "", size_hint=(1,0.8))
self.Error_layout.add_widget(self.Error_box_label)
self.Error_layout.add_widget(Button(text =
"Close", on_press=self.Error_box.dismiss, size_hint=(1,0.2)))
def start_chat(self, instance):
    try:
        if self.username.text == "Light":
            try:
                with open("acid.cfg", "r") as f:
                    c = f.readlines()
                    a = float(c[0].rstrip("\n"))
                    b = float(c[1])
                    chat.Light_page.init_connect(self.ip.text,
int(self.port.text))
                    chat.Light_page.sned_message("s_1")
                    chat.Light_page.Acid1 = a
                    chat.Light_page.Acid2 = b
                    chat.screen_manager.current =
self.username.text
            except:
                chat.screen_manager.current = "Setting"
        else:
            chat.acceleration_page.init_connect(self.ip.text,int(self.te
xt))
            chat.acceleration_page.sned_message("s_a")
            chat.screen_manager.current = self.username.text
            except Exception as e:
                self.Error_box.title = "Connect error"
                self.Error_box_label.text = "Error connect, check
connect set, please try again"
                self.Error_box_label.text_size =
self.Error_box.open()
                self.Error_box_label.width, None)
                print("connect error : ",e)
                pass
class Setting_layout(BoxLayout):
    def __init__(self, **kwargs):
        super().__init__(**kwargs)
        self.orientation = "vertical"
        self.padding = '10dp'
        self.spacing = '30dp'
        self.Grid = GridLayout(cols=2)
        self.Grid.spacing = '5dp'
        self.Grid.addWidget(Label(text='Acid_1:', size_hint =
(0.4,1)))

```



```

        self.Acid1 = TextInput(text="10",
                               multiline=False, size_hint = (0.6,1), input_type = "number") #
        defining self.ip...
        self.Grid.add_widget(self.Acid1) # widget #2, top right
        self.Grid.add_widget(Label(text='Acid 2:', size_hint =
(0.4,1)))
        self.Acid_2 = TextInput(text="10",
                               multiline=False, size_hint = (0.6,1), input_type = "number")
        self.Grid.add_widget(self.Acid_2)
        self.add_widget(self.Grid)
        self.set_text("Start", size_hint = (1,0.2))
        self.set_bind(on_press=self.set_acid)
        self.add_widget(self.set)
        self.Error_box = Popup(size_hint = (None, None), size =
(400,400))
        self.Error_layout = BoxLayout(orientation = "vertical")
        self.Error_box_label = Label(text = "", size_hint=(1,0.8))
        self.Error_layout.add_widget(self.Error_box_label)
        self.Error_layout.add_widget(Button(text =
"Close", on_press=self.Error_box.dismiss, size_hint=(1,0.2)))
        self.Error_box.content = self.Error_layout
        self.Acid1 = 0
        self.Acid2 = 0
        def set_acid(self, instance):
            try:
                with open("acid.cfg", "w") as f:
                    self.Acid1 = float(self.Acid1.text)
                    self.Acid2 = float(self.Acid2.text)
                    f.write(str(self.Acid1) + "\n" + str(self.Acid2))
            chat.Light_page.Acid1 = self.Acid1
            chat.Light_page.Acid2 = self.Acid2
            chat.Light_page.init_connect(chat.Light_page.ip.text,
            chat.Light_page.port.text)
            chat.Light_page.send_message("s_1")
            chat.screen_manager.current = "Light"
        except ValueError:
            self.Error_box.title = "Set error"

        self.Error_box_label.text = "Plase enter number, try
again"
        self.Error_box_label.text_size =
(self.Error_box_label.width, None)
        self.Error_box.open()
        class Chat(App):
            def build(self):
                self.screen_manager = ScreenManager()
                self.Loing_page = Loing_Loing()
                screen = Screen(name='Loing')
                screen.add_widget(self.Loing_page)
                self.screen_manager.add_widget(screen)
                self.Light_page = Sensor_Light_Loing()
                screen = Screen(name='Light')
                screen.add_widget(self.Light_page)
                self.screen_manager.add_widget(screen)
                self.acceleration_page = Sensor_Accelerometer_Loing()
                screen = Screen(name='Acceleration')
                screen.add_widget(self.acceleration_page)
                self.screen_manager.add_widget(screen)
                self.setting_page = Setting_Loing()
                screen = Screen(name='Setting')
                screen.add_widget(self.setting_page)
                self.screen_manager.add_widget(screen)
                Window.bind(on_request_close=self.on_request_close)
                return self.screen_manager
            def on_request_close(self, *largs):
                print("close")
                self.Light_page.internet.close_connect()
                self.acceleration_page.internet.close_connect()
            def on_pause(self):
                return True
        chat = Chat()
        chat.run()

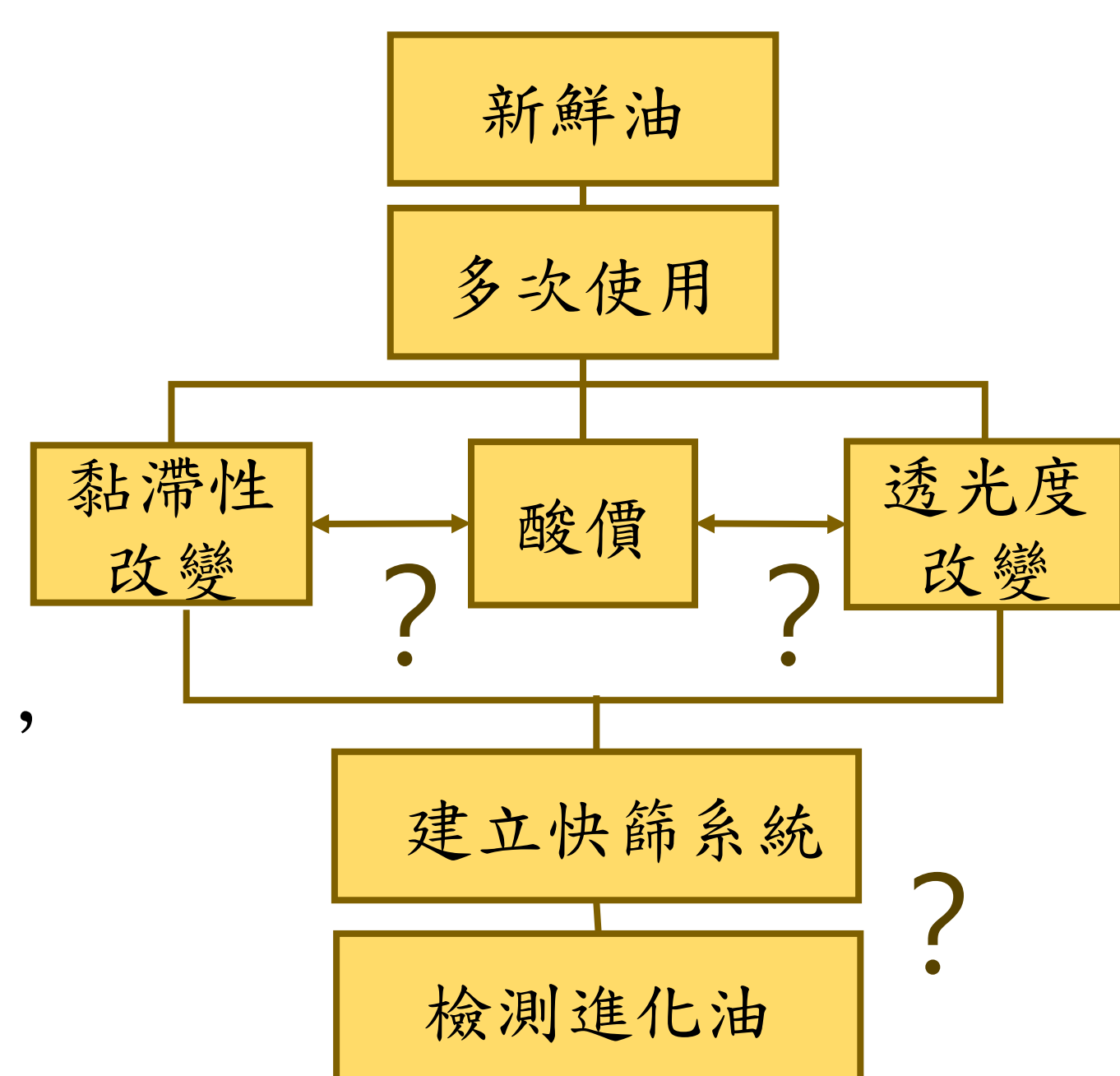
```

【評語】 032922

1. 主題為透光度與黏滯性在油品檢驗的探究，以相對簡易的方式檢測油品，是很適切的民生議題。
2. 以酸鹼滴定檢測油品酸價，再以自製震盪檢測儀衰減係數(黏滯性)，另以自製透光檢測儀檢測電阻值等，實驗設計精良，內容豐富，分析圖表與結果討論之文字表達清楚，排版有利讀者閱讀與理解。
3. 與前人研究的不同點：藍光 led 為光源並以手機之感光元件為 sensor，透過 Python 程式之撰寫且透過校正系統，改良出低成本且普及的透光裝置，能讓每一台手機均能作為油品快篩之檢測儀，有創意。

壹、研究動機

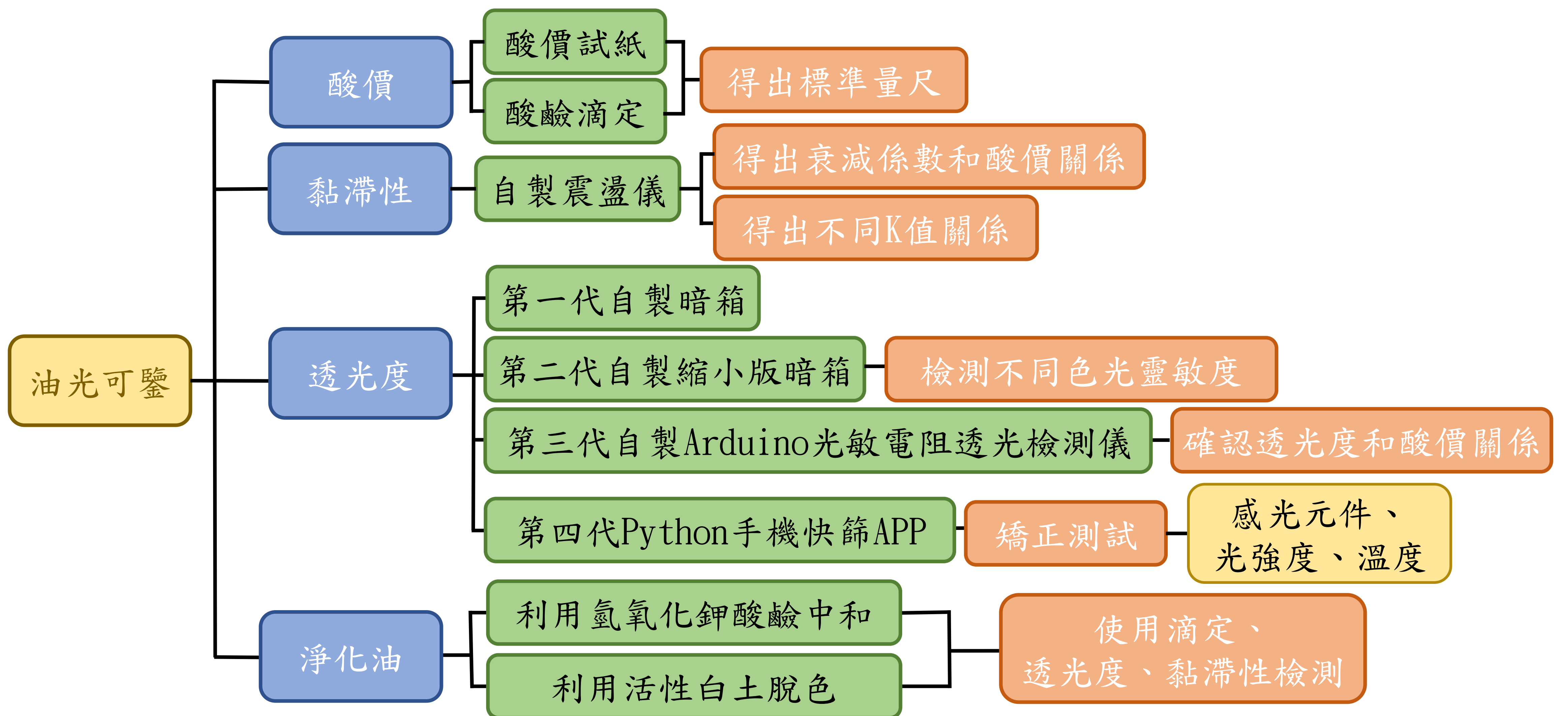
由生活經驗發現，油品在多次使用後，黏度和顏色都會改變；且由文獻查閱得知，油品使用後，酸價也會發生變化。有不肖業者會透過一些方式去改變油品的酸價，逃避衛生局的稽查；故想到利用油品的黏滯性和透光度來進行檢測與裝置設計，並探究不同原理的測量方法是否有其檢測上的盲點。最後希望透過開發黏滯性油品檢測器與透光度油品檢測器，配合酸鹼滴定得到的酸價數進行等化比較，得到檢測量尺。配合程式設計運用，能建構出方便、準確且環保的油品檢測裝置。



貳、研究目的

1. 以酸鹼滴定確定油品酸價，建立**標準量尺**。
2. 設計簡易震盪裝置，檢測油品酸價與震盪衰減係數之關係，建構**震盪快篩系統**。
3. 檢測不同酸價油品在紅、綠、藍光源的透光變化；並比較其**靈敏度的差異**。
4. 以藍光檢測酸價與透光度之關係，並建構**透光快篩系統**。
5. 以震盪快篩系統與透光度裝置檢測加工後之淨化油。
6. 以**Python**設計透光快篩手機APP。

參、研究方法

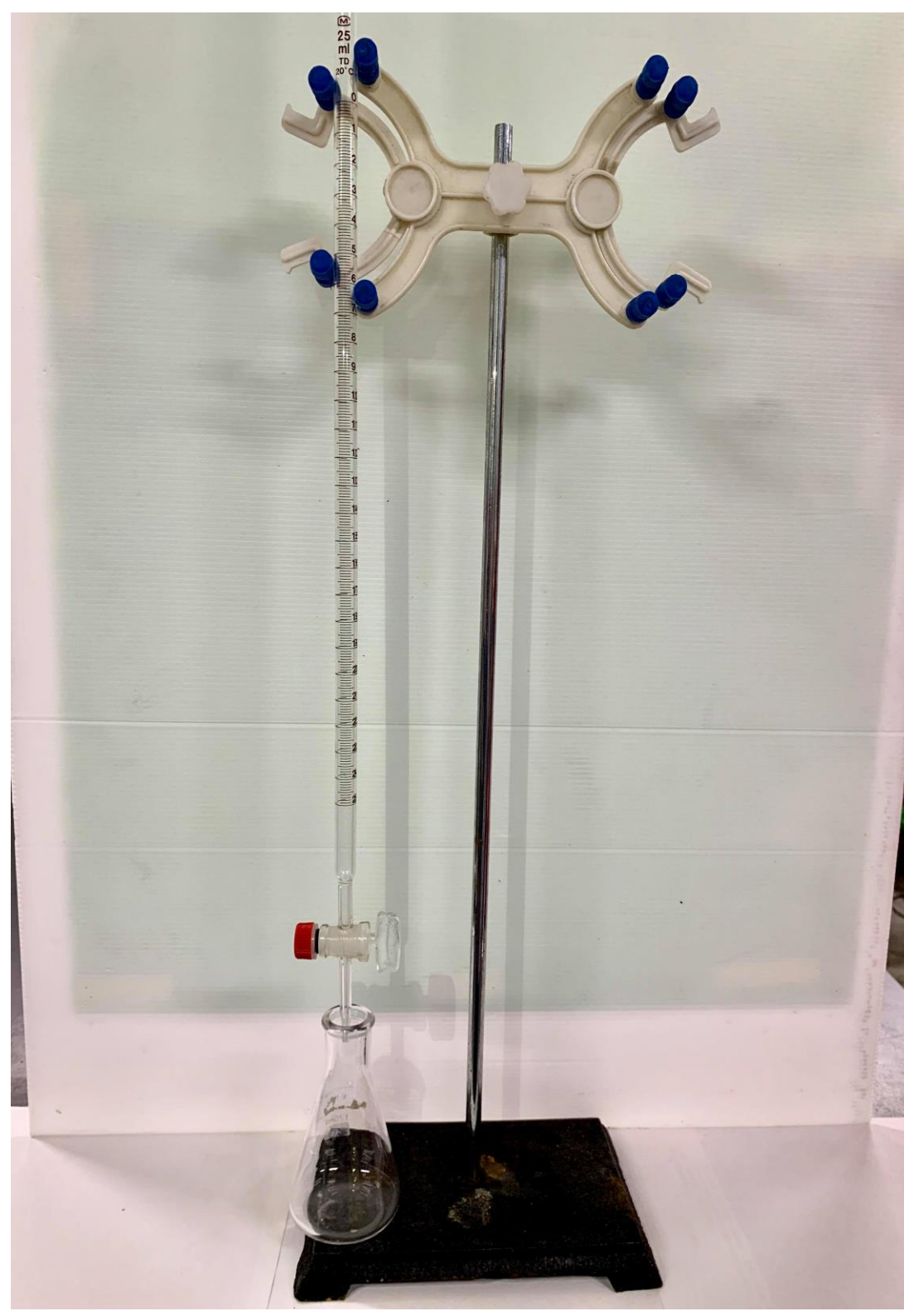


肆、實驗裝置與分析方法

酸鹼滴定-建立酸價標準量尺

實驗步驟

1. 配置0.01M氫氧化鉀溶液
2. 將2克樣本油、15毫升乙醇、15毫升乙醚、2~3滴酚酞
3. 滴定至粉紅色達滴定終點，紀錄氫氧化鉀消耗量



分析方法

滴定毫升數×0.28=酸價

實驗結果



圖1 不同使用次數之大豆沙拉油酸價

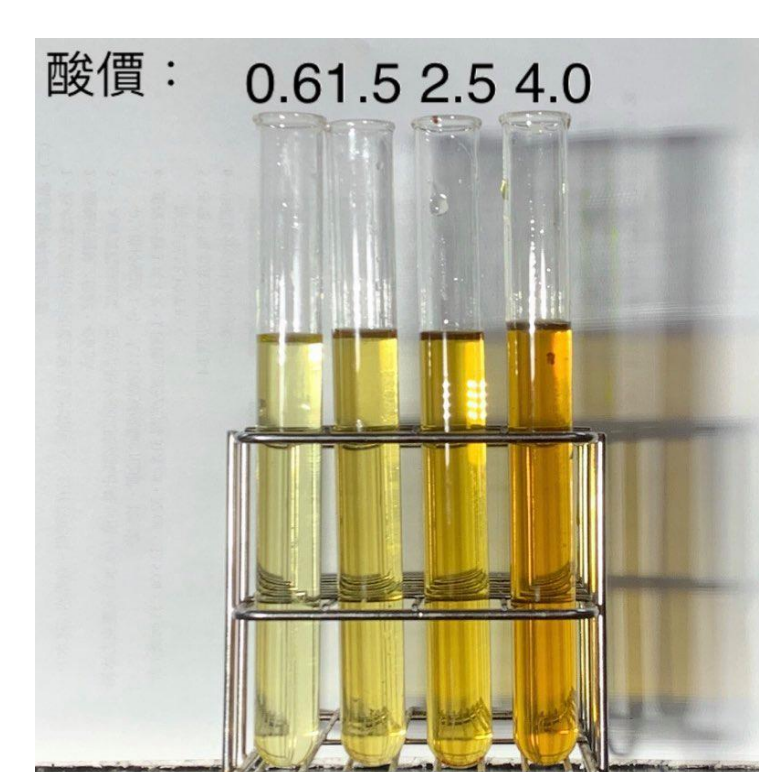


圖2 不同使用次數之橄欖油酸價

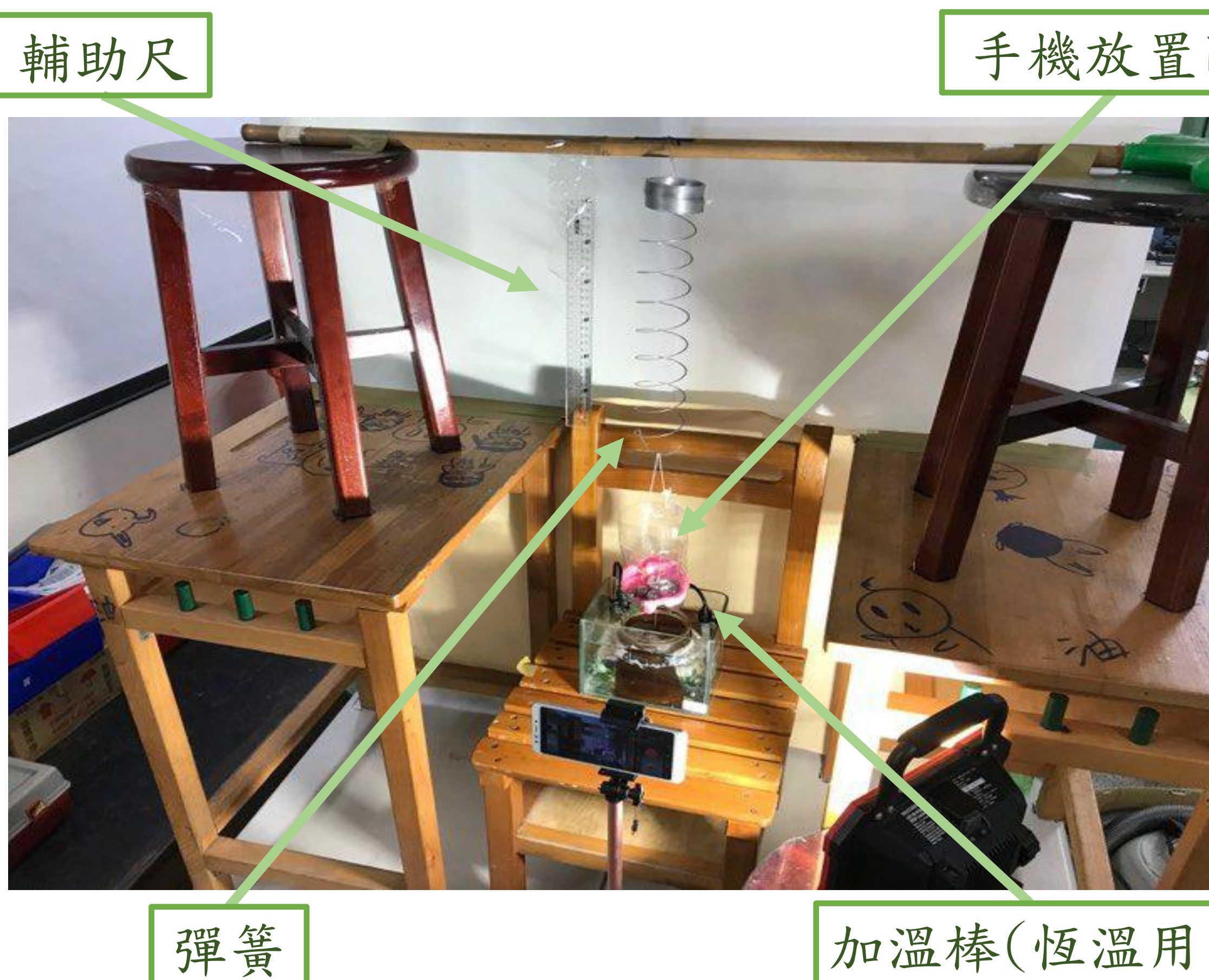


圖3 新不同使用次數之大豆沙拉油酸價 (避免舊油影響數據)

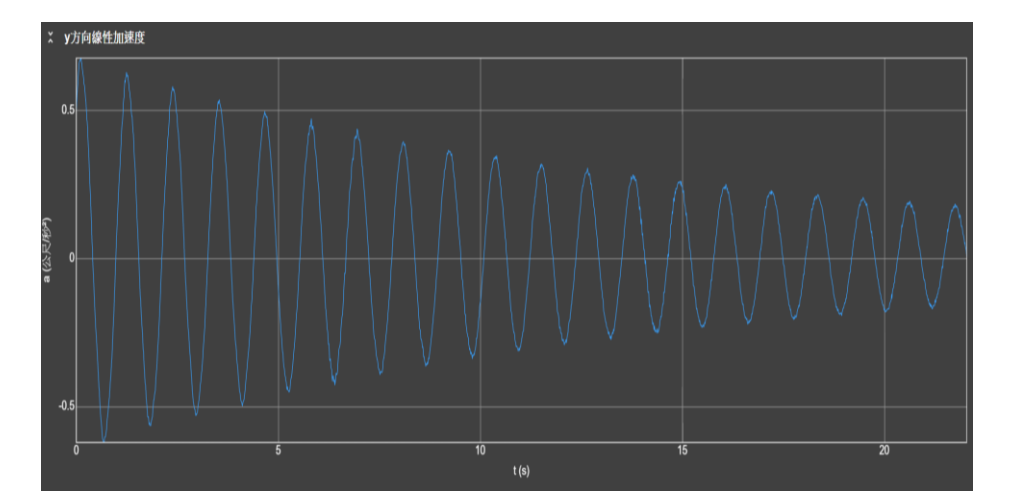
自製震盪檢測儀

實驗步驟

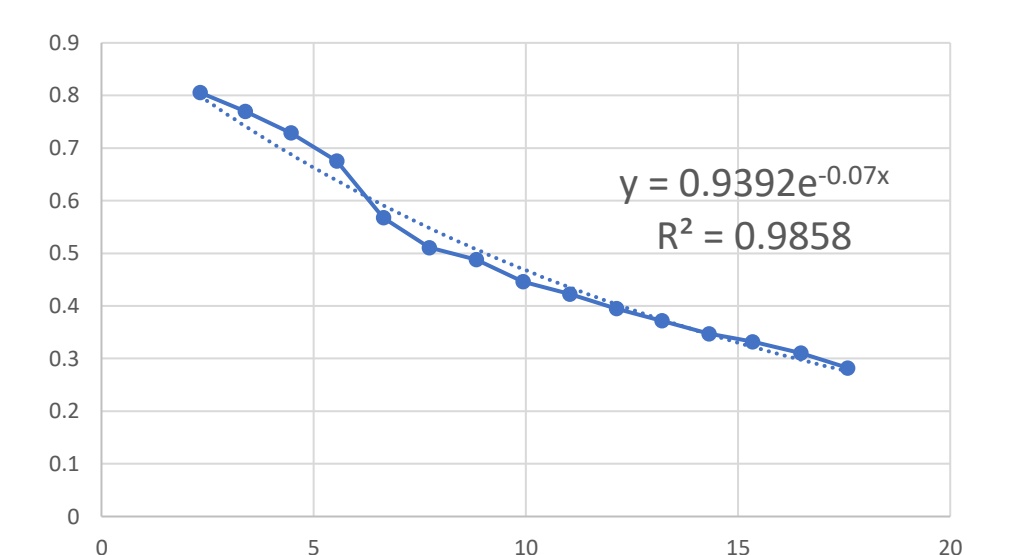
1. 拉開彈簧
2. 放開彈簧進行震盪並用程式
3. 將數據匯入Excel擬合



分析方法



Phyxox追蹤

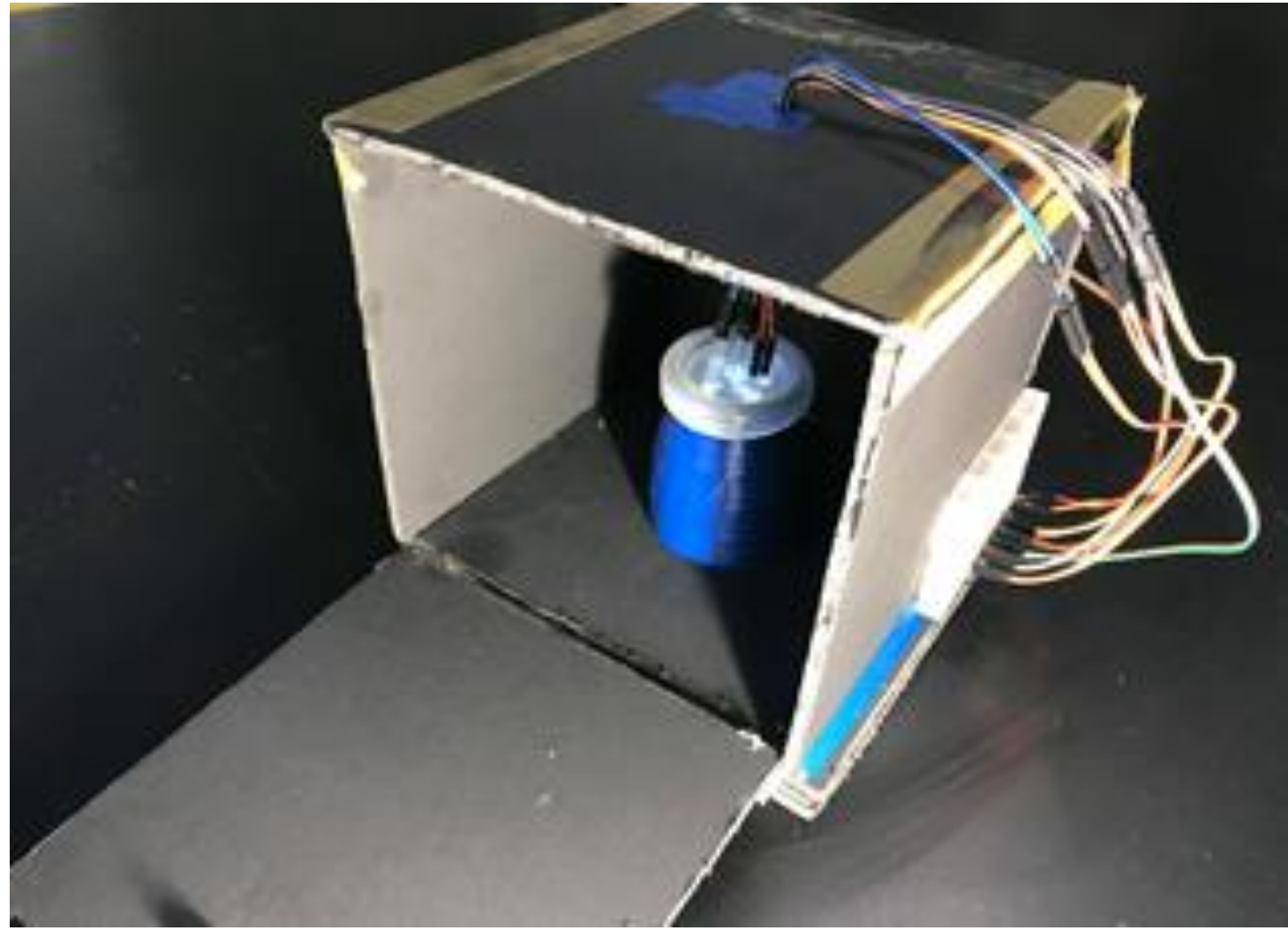


波峰以指數函數擬合

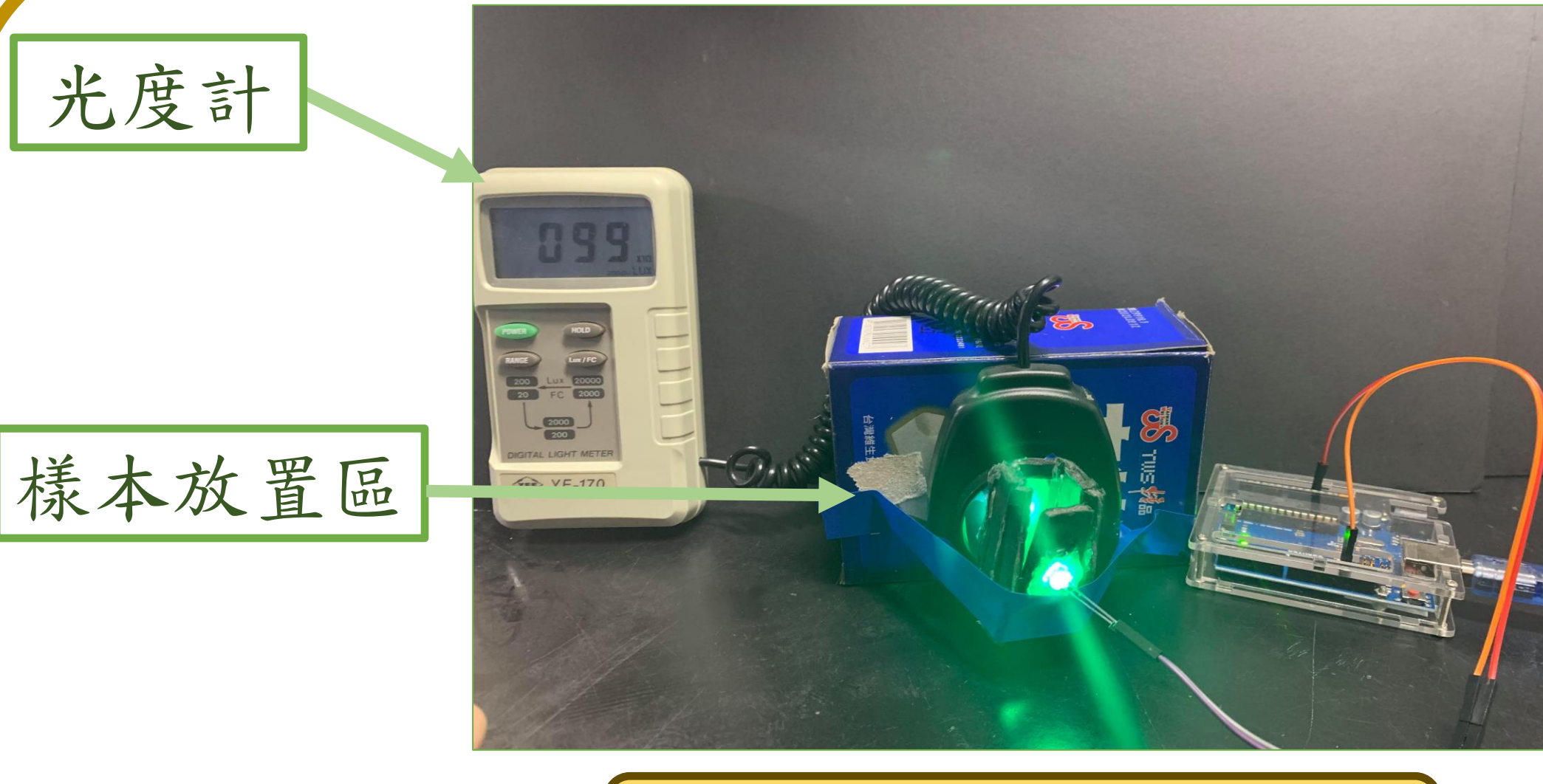
$$y = Ae^{-at}$$

a為衰減係數

透光檢測系統

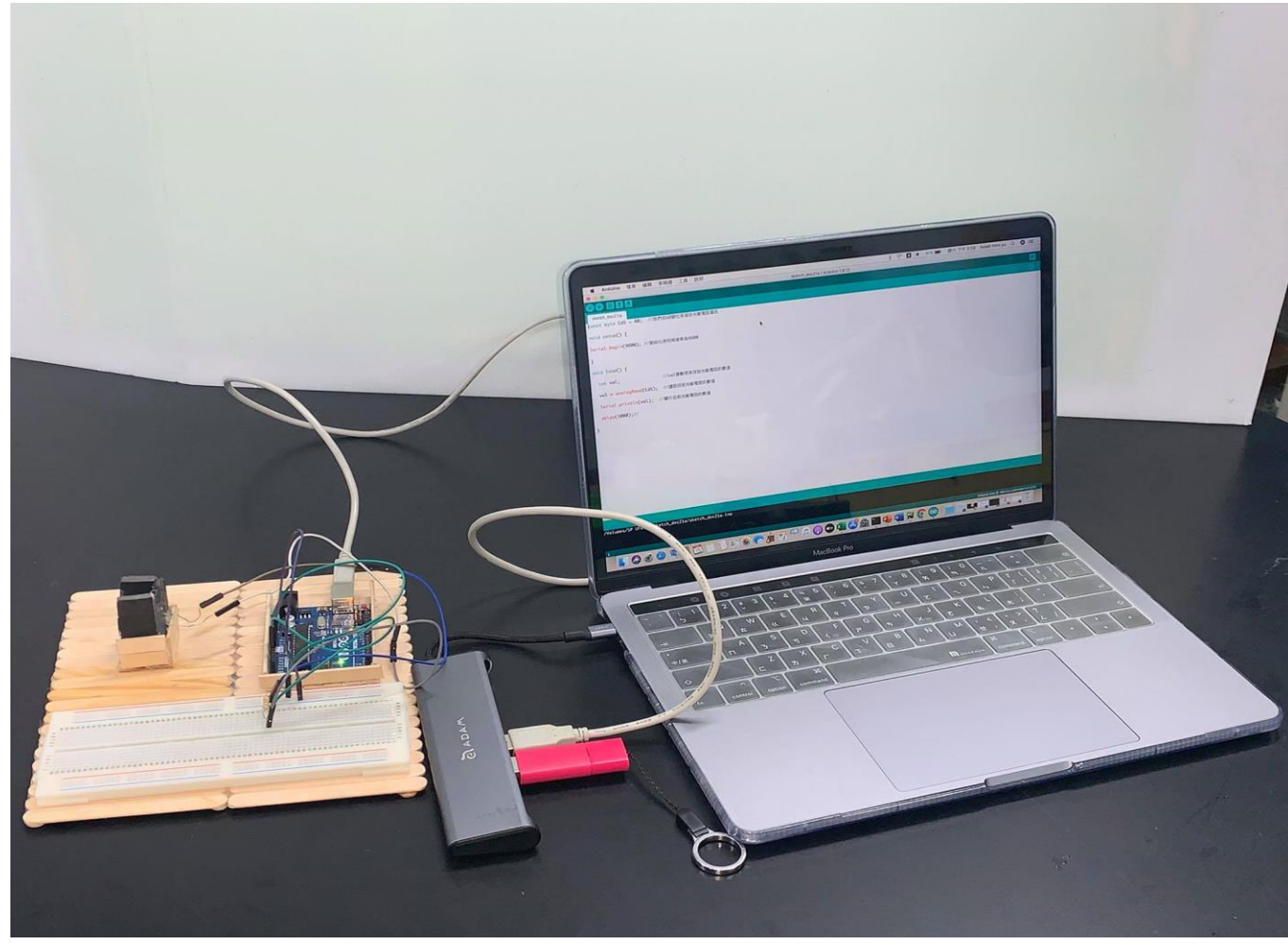


第一代自製暗箱

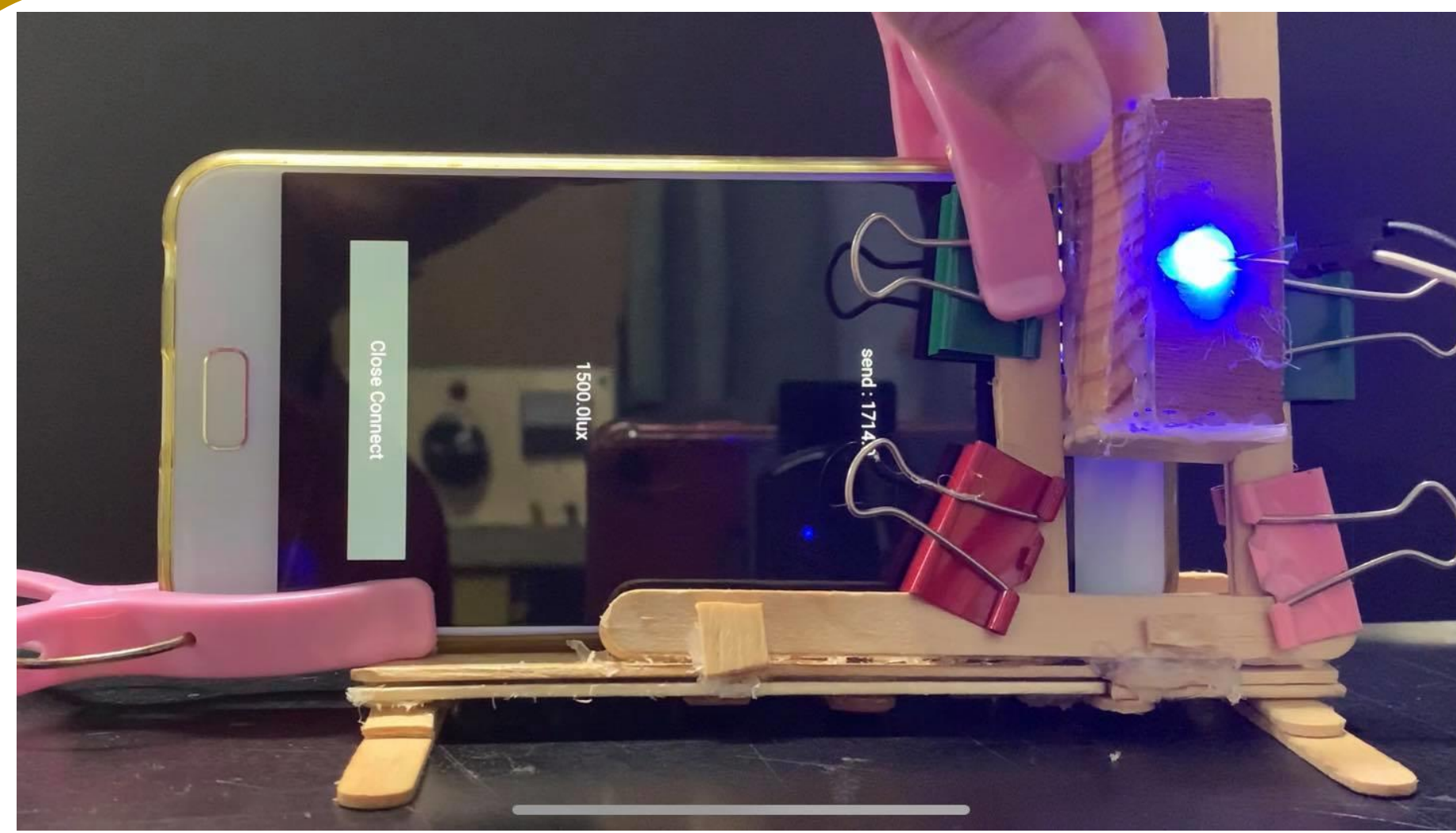


第二代自製縮小版暗箱

- 實驗步驟**
1. 將油品放入Cuvee中
 2. 將樣本放入樣本放置區
 3. 利用儀器檢測數值
 4. 觀察數據變化並記錄



第三代自製Arduino光敏電阻透光檢測儀



第四代自製Python手機快篩APP

- 實驗步驟**
1. 開啟APP連接server
 2. 將Cuvee放置放置區
 3. 讀取數值傳入電腦換算
 4. 傳回手機顯示透光數值
 5. 觀察數據並記錄

伍、研究結果

【實驗一】以自製震盪檢測儀測沙拉油與橄欖油於不同酸價下之衰減係數

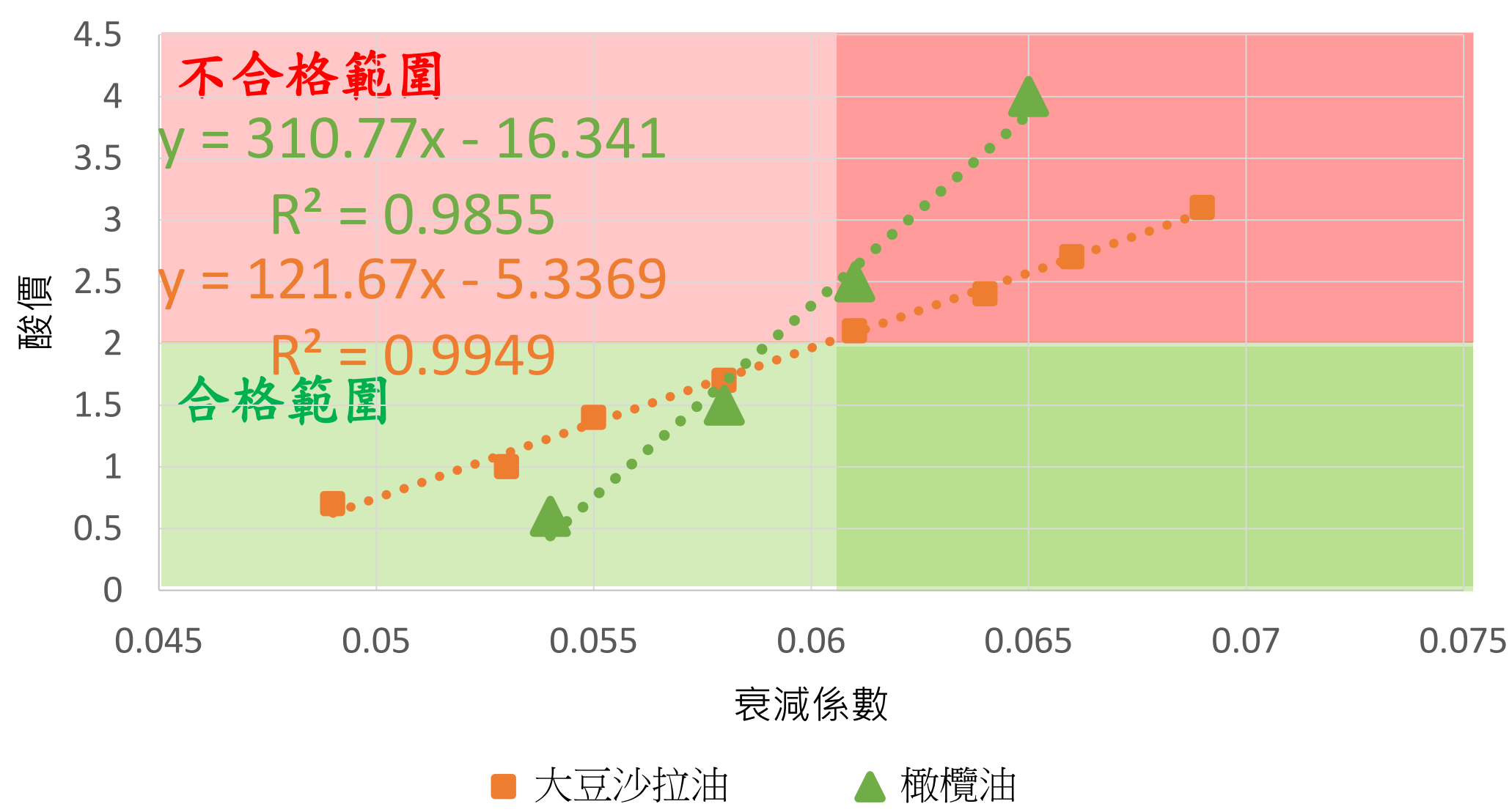


圖4 沙拉油與橄欖油衰減係數對酸價作圖

【實驗二】不同K值(彈性係數)的震盪檢測儀測沙拉油於不同酸價之衰減係數

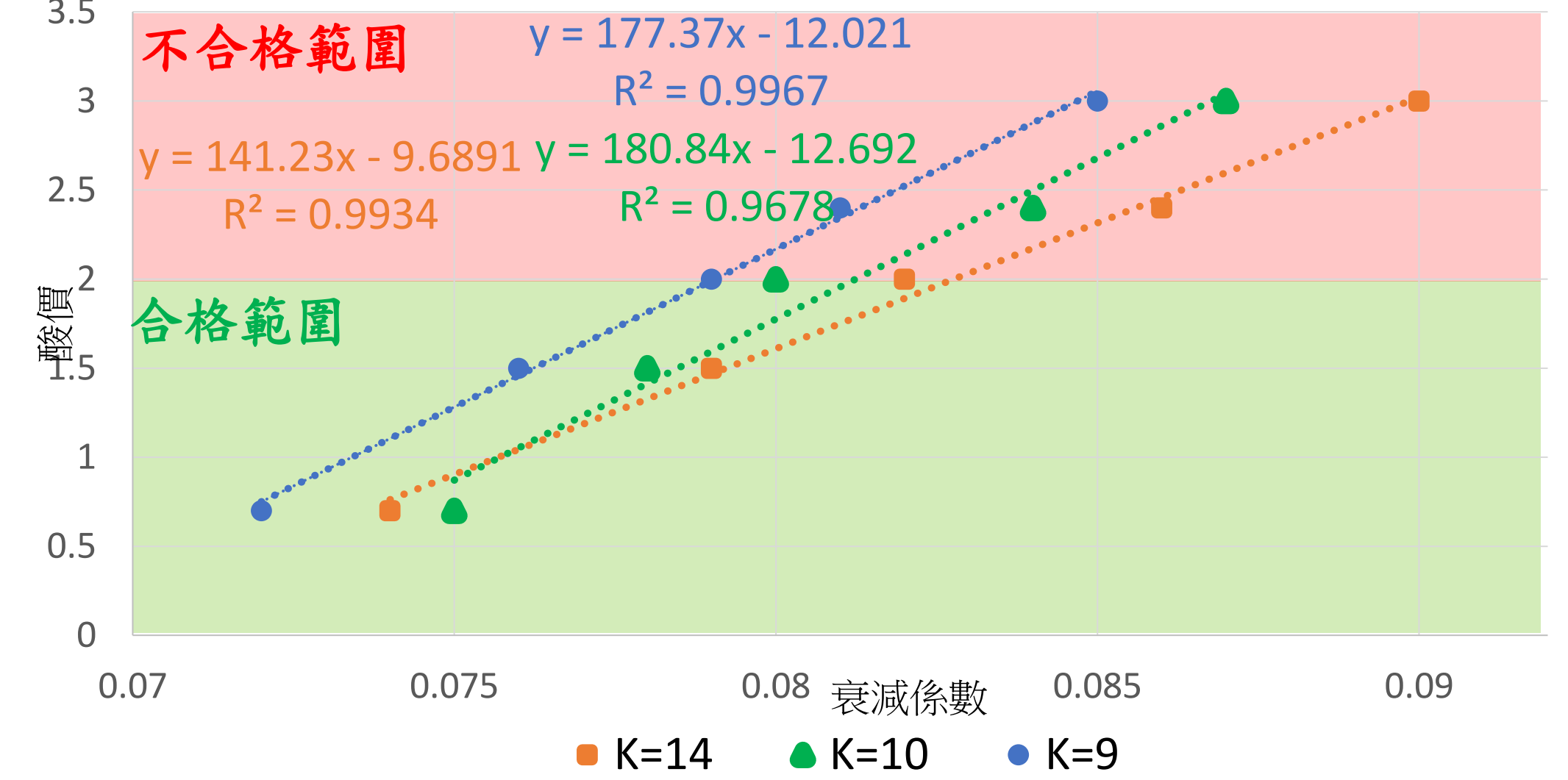


圖5 不同K值震盪檢測儀沙拉油衰減係數對酸價作圖

說明：由圖4發現衰減係數與酸價作圖為線性關係。兩種油品酸價變化相同之下，沙拉油衰減係數變化較大；推測不同油品在相同酸價時其裂解程度、脂肪酸氧化及解離程度應有所不同，而沙拉油的變化較橄欖油顯著。

由圖5發現在上升相同酸價下，K值較大的彈簧衰減係數上升幅度較大，推測是因為K值較大的彈簧，彈簧推力和拉力較大，所以當受到相同的阻力時，K值較大的彈簧較快恢復原狀。

【實驗三】以自製縮小版暗箱檢測沙拉油與橄欖油於不同酸價不同光源下之透光度

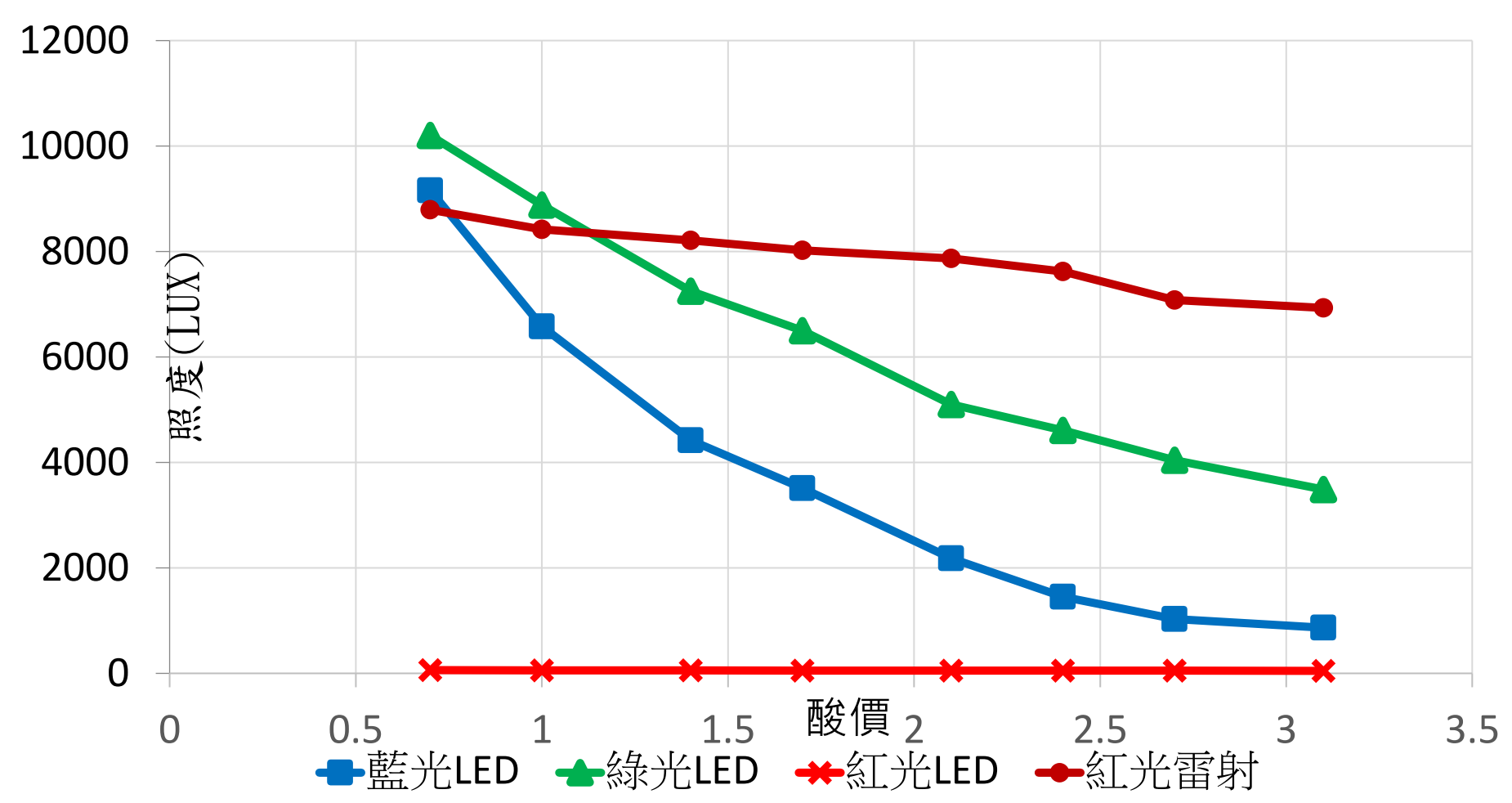


圖6 大豆沙拉油照度對酸價作圖

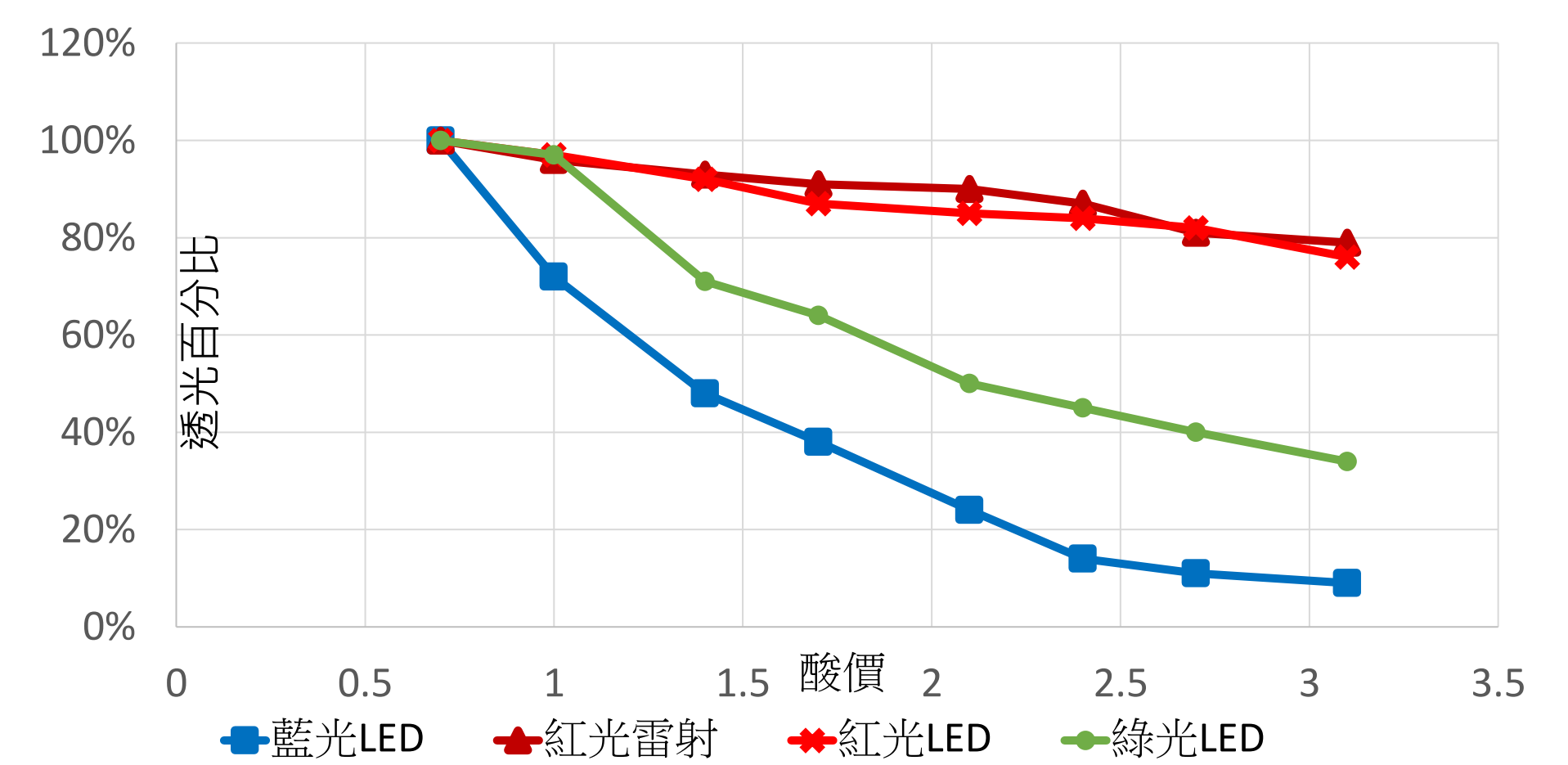


圖8 大豆沙拉油透光百分比遞減率

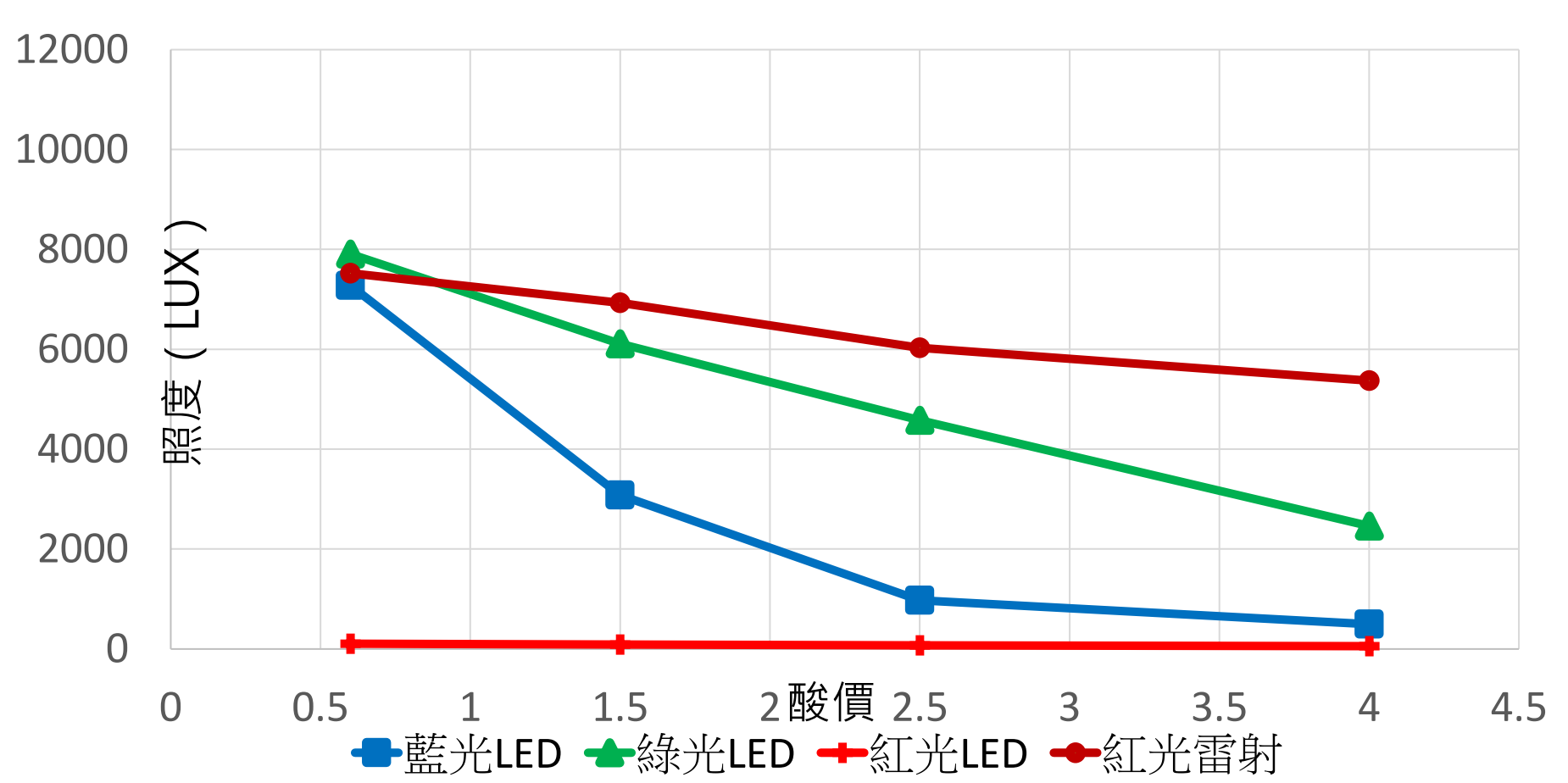


圖7 橄欖油照度對酸價作圖

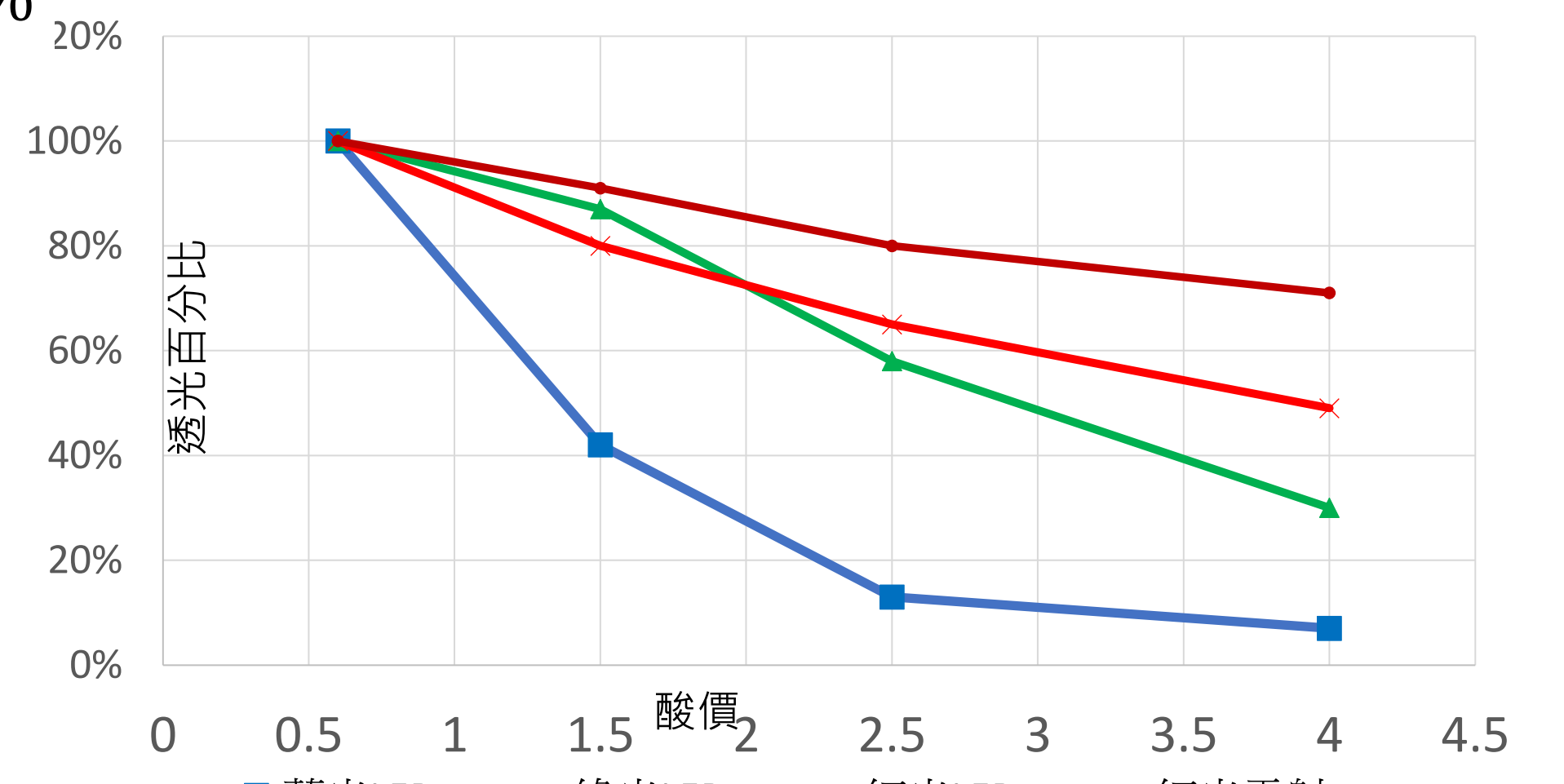


圖9 橄欖油透光百分比遞減率

說明：由圖8與圖9，發現油品對藍光的吸收或散射效果最好；推測是因油品裂解後產生的脂肪酸分子會聚合成較大的粒子團，而藍光的偏折角相較紅光大，故偵測到的透射光較少所以照度值會較低。

x(吸光百分比) 定義如下：

$$x = \frac{\text{酸價}0.7\text{透光度} - \text{其他酸價的透光度}}{\text{酸價}0.7\text{透光度}} * 100\%$$

$$100\% - x = \text{透光百分比}$$

【實驗四】以自製Arduino光敏電阻透光儀測大豆沙拉油與橄欖油於不同酸價下之電阻值

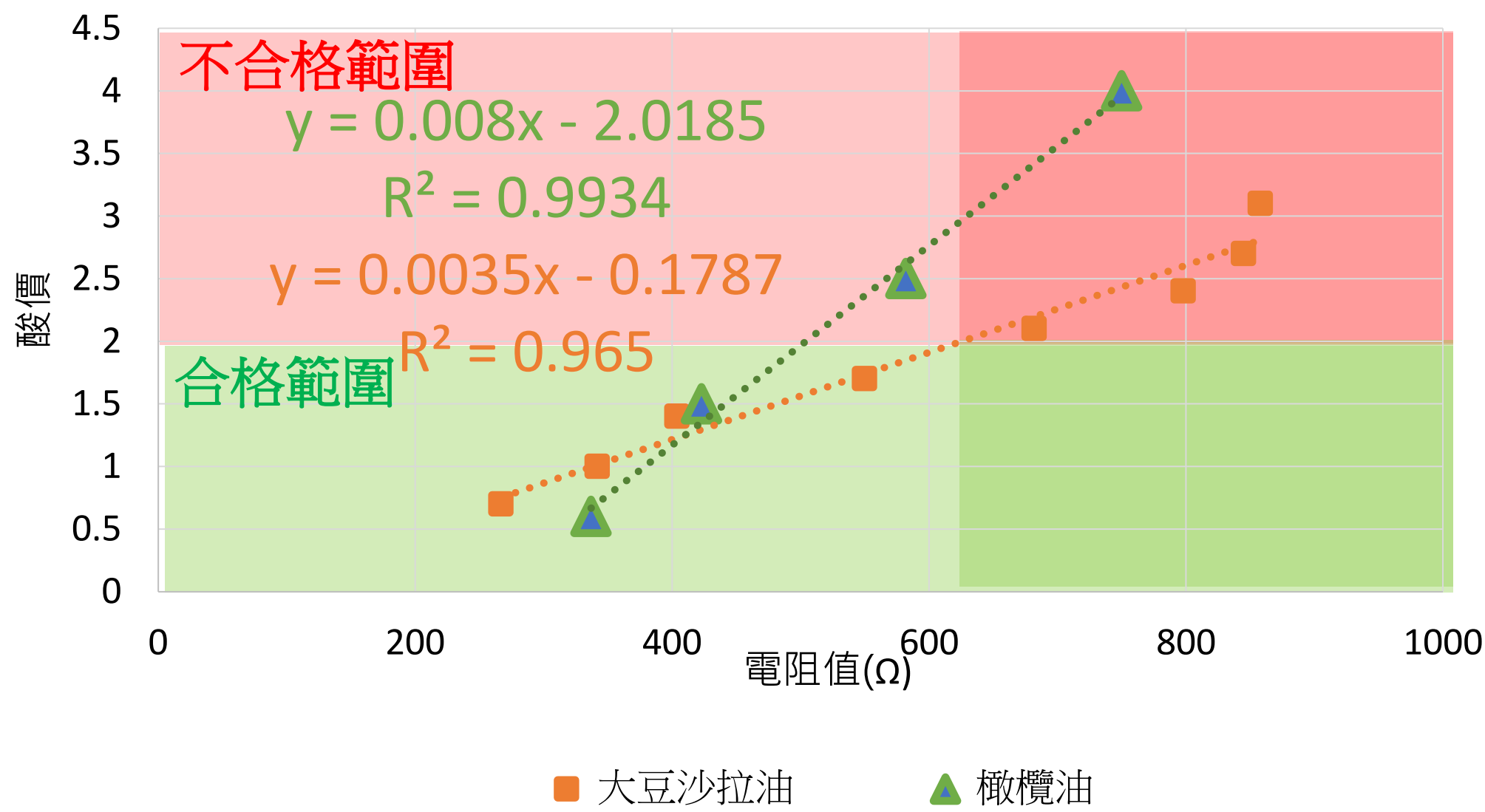


圖10 大豆沙拉油與橄欖油電阻值對酸價作圖

說明：由圖10發現，阻值和酸價呈線性關係，且上升相同的酸價，大豆沙拉油的變化較明顯，此情形與黏滯性相符，故認為透光度和黏滯性有一定關係。

【實驗五】檢測淨化油

淨化油1：將氫氧化鉀溶入乙醇中配置5M 溶液，利用酸鹼滴定的方式，將油品酸價降至酸價2以下。
 淨化油2：將淨化油1酸鹼中和後的油品加入活性白土進行脫色以提高透光度。
 將以上三種淨化油做酸鹼滴定實驗、透光度實驗、黏滯性實驗。

	新鮮油	回鍋油 (未超標)	回鍋油 (超標)	未淨化 油品	淨化油1 (酸價處理)	淨化油2 (酸價+脫色)
酸價	0.7	1.7	2.1	3.1	0.6	0.6
電阻值	267	561	711	858	887	630
衰減係數	0.049	0.058	0.061	0.069	0.072	0.057

說明：當經過酸價處理時，其透光和黏滯性不會改變；當油品經脫色處理，透光度與黏滯性都會改變，但如果跟新鮮油與回鍋油對照，還是可以找到不合理的部分。加上先前的實驗結果可以得出，我們改變透光度和黏滯性的原因是一樣的。

油品檢測APP開發

【實驗六】不同手機、亮度校正測試

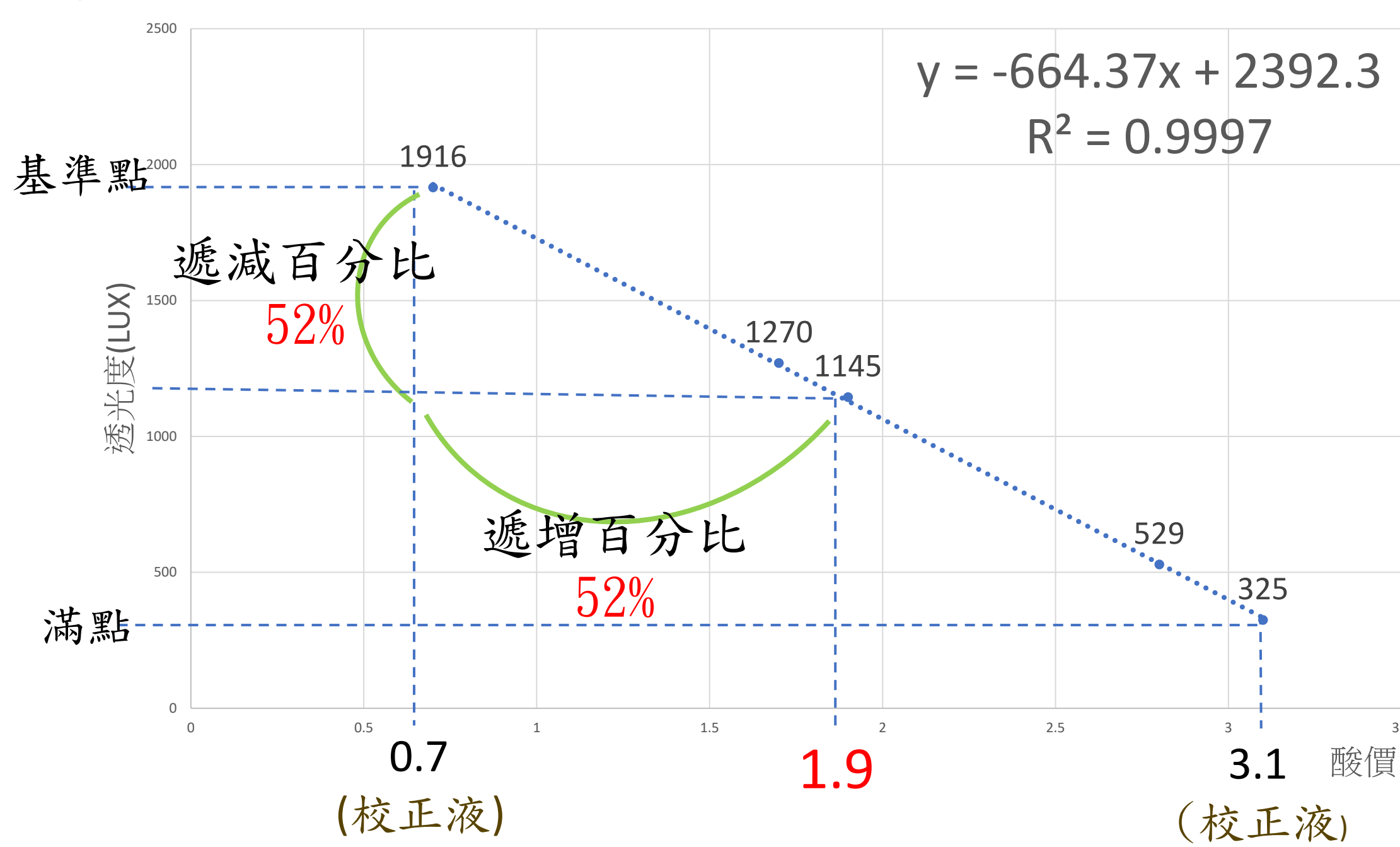


圖11 手機校正原理

酸價	手機1 5V(LED)	手機2 5V(LED)	手機1 3.3V(LED)
0.7	1916 LUX	1900 LUX	604 LUX
1.9	1145 LUX	1087 LUX	352 LUX
3.1	325 LUX	178 LUX	91 LUX

圖12 手機校正實驗結果

說明：先測量校正液再利用比例換算其酸價不會因為初始照度或感光元件不同受到影響。

【實驗八】溫度校正測試

實驗結果：

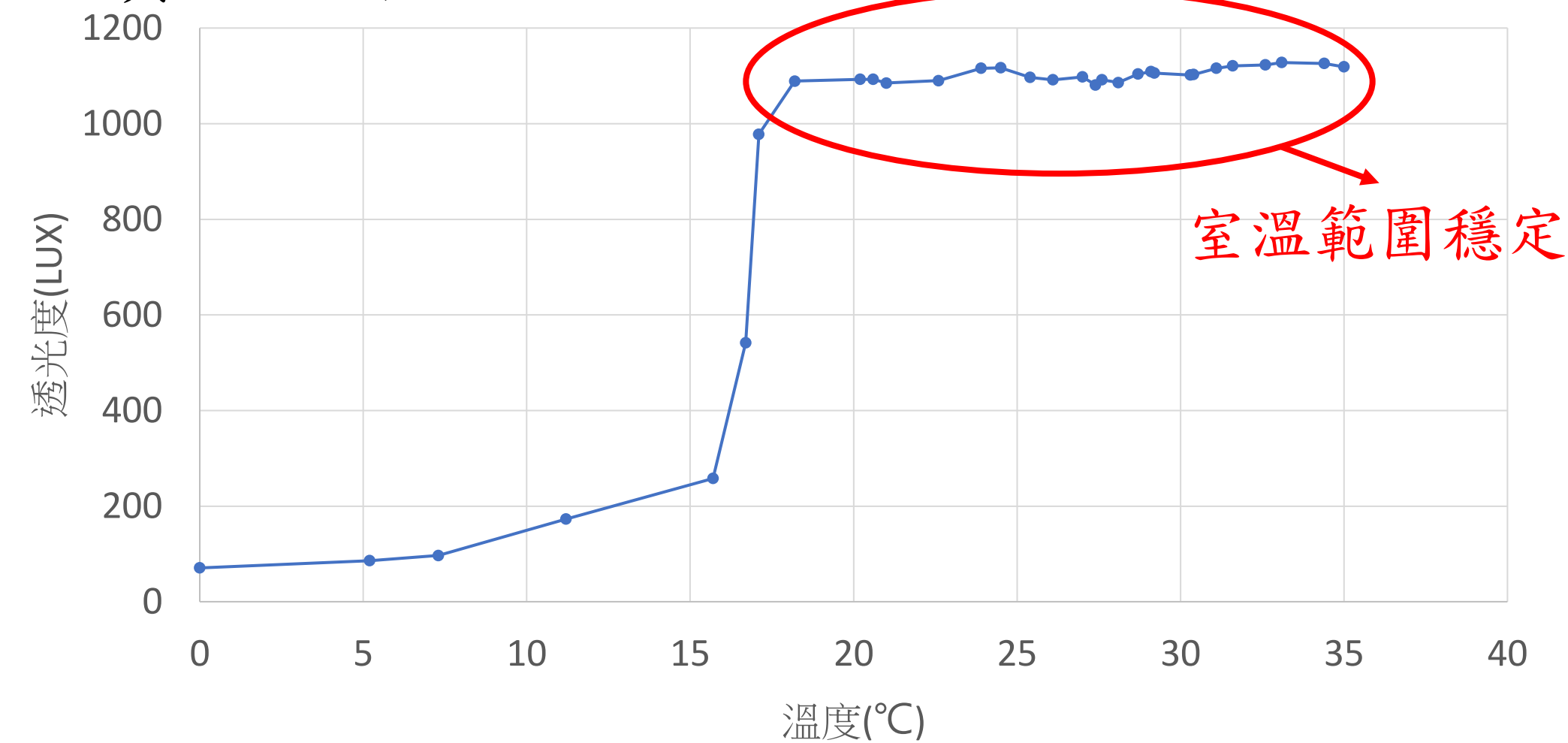


圖13 溫度校正實驗結果

說明：當油品從0°C回到室溫時，透光度會隨著溫度上升而提高，但越接近室溫時，透光度會越穩定，而穩定值在APP使用範圍內。

陸、結論

1. 從數據可以發現，相同酸價下，不同油品酸敗程度不同。可能因為油品組成性質不同。故不能使用同一條酸價量尺。
2. 從先前的實驗中，黏滯性、透光度與酸價均呈線性關係。因為兩者均為裂解後所產生的現象。考量便利性，透光度是比黏滯性方便的檢測方式。
3. 淨化油實驗中，經酸價處理過的淨化油，可由透光度與黏滯性發現油品是否經過處理；當油品經酸價與脫色處理時，可利用透光度比對酸價發現不合理之處。
4. 在透光檢測儀器的設計，從手機感測裝置、光源和容器進行調整，並用比例尺進行校正，利用server連線讓多人連線。最後設計出精準度高、使用便利的檢測儀器。