

教育部114年度中小學科學教育計畫專案

期中報告大綱

計畫編號：2-2

計畫名稱：ICT 融入高中化學實驗課程(第三年)

主持人：陳映辛

執行單位：國立竹山高中

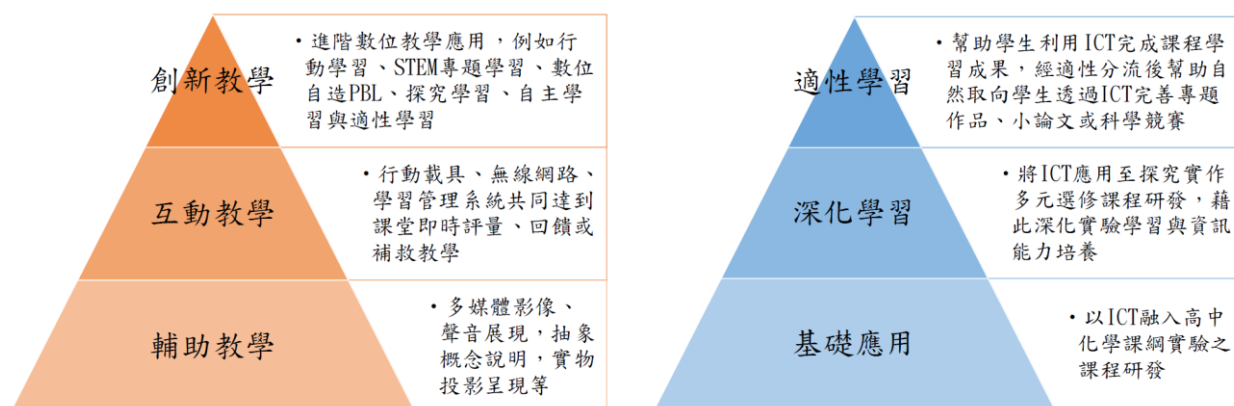
壹、計畫目的及內容：

一、計畫目的

現行108自然領域課程綱要特別強調科學學習的方法，應當從激發學生對科學的好奇心與主動學習的意願為起點，納入真實情境，引導其從既有經驗出發，進行主動探索、實驗操作與多元學習，使學生能具備科學核心知識、探究實作與科學論證溝通能力。

ICT 於化學實驗教學上具備眾多優勢，既可讓學生擺脫繁瑣流程，專注於思考討論與溝通，又能使化學學習與當代科學確實連結，拓展學生知識與經驗，當中的即時回饋更能使學習焦點放在整體問題與抽象概念，便於繼續探索深入知識而非零散瑣碎操作。

即便 ICT 融入化學實驗教學雖有許多優勢，在實際課室卻礙於過去習慣未能普及應用。因此本計畫欲利用三年期程逐步深化 ICT 融入高中化學實驗課程，由社群教師作為先鋒探索可行工具、發展課程，執行並蒐集學生實作回饋、提供學生成果發表舞台展現多元學習成果，後續持續研發，並針對以研發單元進行改良，並將課綱實驗可使用工具逐步延伸至自然探究實作、多元選修課程，讓 ICT 不再侷限於特定人士或研究領域，真正內化為學生學習伴隨之工具。



圖(四)教育部教師應用數位科技教學層次(左)與本計畫 ICT 融入課程研發層次(右)

根據2018年教育部教師應用數位科技於教學的層次區分，數位科技應用有三階層：

1. 輔助教學(第一階)：透過多媒體影像、聲音展現，抽象概念說明、實物投影呈現等。
2. 互動教學(第二階)：行動載具、無線網路、學習管理系統共同達到課堂即時評量、回饋或補救教學。
3. 創新教學(第三階)：進階數位教學應用，例如行動學習、STEM 專題學習、數位自造 PBL、探究學習、自主學習與適性學習

本計畫將仿照三階段概念，將 ICT 融入一般高中化學課綱實驗之研發計畫區分為三階層進行：

1. 基礎應用(第一階)：以 ICT 融入高中化學課綱實驗之課程研發
2. 深化學習(第二階)：將 ICT 應用至探究實作、多元選修課程研發，藉此深化實驗學習與資訊能力培養
3. 適性學習(第三階)：幫助學生利用 ICT 完成課程學習成果，經適性分流後幫助自然取向學生透過 ICT 完善專題作品、小論文或科學競賽

綜合以上，ICT 融入化學實驗教學有其必要性，欲達學生關鍵能力培養，需自教師專業發展出發，逐步提高研發課程之深度，並於執行中改良、修訂、精進。更階段須逐步踏實，方能建立自根本建立厚實基礎，培育出具全球移動力、就業力、創新力、跨域力、資訊力、公民力等六大基礎關鍵能力之未來人才。

二、計畫內容

第三年上學期 114.08.01~115.01.31	1. 將 ICT 融入探究與實作或多元選修課程(1~3課程設計) 2. 辦理1-2場 ICT 融入高中化學實驗課程教師研習
第三年下學期 115.02.01~115.07.31	1. 完成下列課程 (1)完善7個 ICT 融入高中課綱化學實驗 (2)探究與實作或多元選修課程(1~3課程設計) 2. 辦理場1-2場 ICT 融入探究與實作或多元選修課程教師研習

貳、預定完成進度及目前成果：

一、教師研習：預計全年辦理5場教師研習

場次	時間	地點/主題	註
1	114.11.29	竹山高中- 簡易濁度計	與化學學科中心合辦
2	115.01.29	高雄中學- 簡易濁度計	與化學學科中心合辦
3	115.01.30	台東女中- 簡易濁度計	與化學學科中心合辦
4	115.03.28	金門高中- 1. 簡易濁度計 2. 綠色化學 3. 簡易蒸餾器 4. 氣壓計	與化學學科中心 及陽明交大合辦
5	115.05.12	中山女中 簡易濁度計	與化學學科中心合辦

1. 日期:114.11.29(六) 地點: 竹山高中

**ICT融入教學-
簡易濁度計的設計與實作**



◆ 濁度計原理及組裝
◆ 濁度計實驗實作

■ 大甲高中 / 廖旭茂老師
■ 竹山高中 / 陳映辛老師



舉辦時間
114年11月29日 (六)
9:00-12:30
(8:30開始報到)

舉辦地點
國立竹山高級中學
(化學實驗室)

30人為限·不開放現場報名
請至「全國教師在職進修網」報名
課程代碼: 5284607
公文文號: 11470820900



中國化學科社群
~歡迎您~



學科資源平台

國立竹山高級中學、臺中市立忠明高級中學、僑通型高級中等學校化學學科中心



商用濁度計的工作原理

濁度是反映水中懸浮微粒(如泥沙、細菌、有機物等)造成光線散射的程度。單位常用 NTU (Nephelometric Turbidity Unit)。當1公升的水中含有1毫克的二氧化矽時，水樣的濁度標為1NTU。

— 分為數射光法 (Nephelometry) 或光學透法 (Turbidimetry) 兩類

● 數射光法

工作原理: 發光源向樣品發射光束, 懸浮粒子會使光束發生散射。當測頭設置在光束方向的 90° 角度, 接收被粒子散射的光, 散射光強度與濁度成正比, 對低濁度樣品特別敏感。



● 穿過光法

工作原理: 光源相對樣品傾斜, 接收器位於光源的正對面 (180°)。濁度愈高, 穿過的光愈少。適用於濁度較高的樣品 (如工業廢水)。

簡易濁度計材料

2. 日期:115.01.29

地點: 高雄高中

ICT融入教學- 簡易濁度計的設計與實作

研習內容包含濁度計原理與結構解析、以教師易取得之元件進行裝置組裝、數據擷取與分析等實作步驟，讓教師能親手體驗從設計到測量的完整過程，進而思考如何將此類跨領域工具融入高中化學及跨科課程，有效提升學生的探究能力與實作素養。

- ◆ 濁度計原理及組裝
- ◆ 濁度計實驗實作

★★★ 高研場 ★★★

主辦時間：115年01月29日(四)
09:00~12:30 (8:30開始報到)

主辦地點：高雄市立高雄高級中學
(科學館一樓化學實驗室)

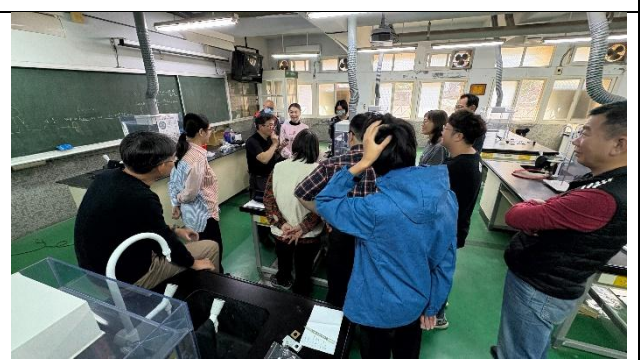
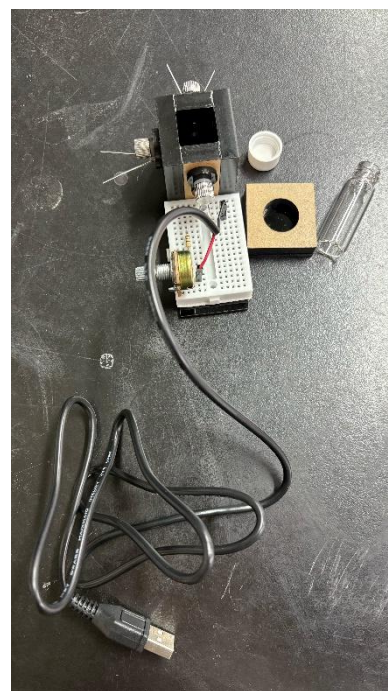
請至「全國教師在職進修網」報名
課程代碼：5430350

公文文號：11570021800

高雄化學科社群
- 歡迎您 -

學術資源平台

高雄師範大學中興學校化學學科中心



3. 日期:115.01.30 地點: 台東女中

ICT融入教學- 簡易濁度計的設計與實作



研習內容包含濁度計原理與結構解析、以教師易取得之元件進行裝置組裝、數據擷取與分析等實作步驟，讓教師能親手體驗從設計到測量的完整過程，進而思考如何將此類跨領域工具融入高中化學及跨科課程，有效提升學生的探究能力與實作素養。

- ◆ 濁度計原理及組裝
- ◆ 濁度計實驗實作

★★★ 臺東場 ★★★
■ 大甲高中廖旭茂老師

舉辦時間 / 115年01月30日(五)
 09:00~12:30(8:30開始報到)

舉辦地點 / 國立臺東女子高級中學
 (化學實驗室)

請至「全國教師在職進修網」報名

課程代碼: 5430351



報名連結

公文文號: 11570021800



東臺灣化學科社群
~歡迎您~



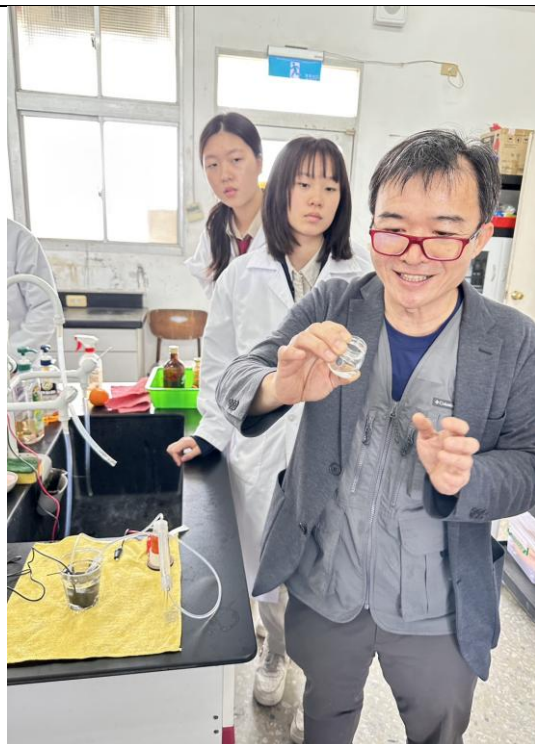
學科資源平台

臺灣部臺東中學學校化學學科中心



4. 時間:115.03.28

地點:金門高中

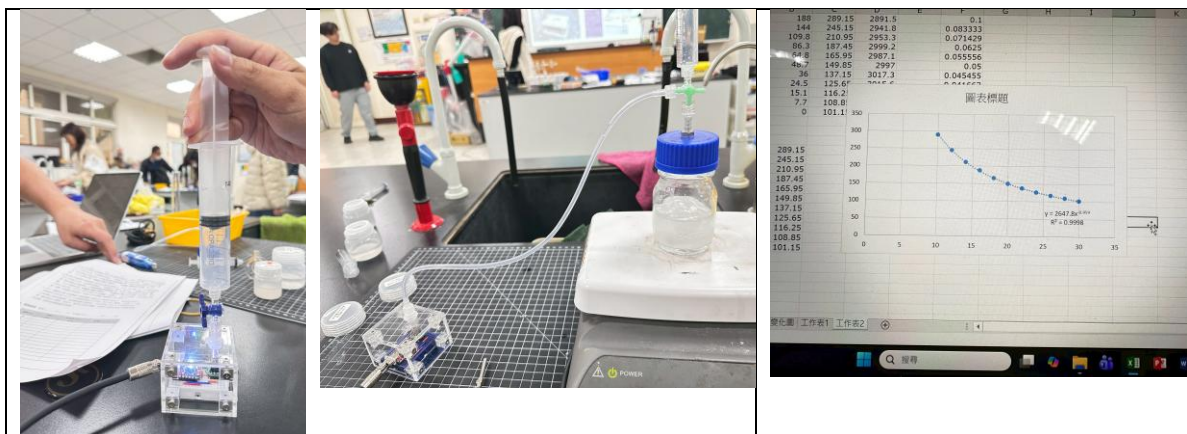


二、開發探究實作或是多元選修課程-

(一)簡易比色計課程

(二)簡易濁度計課程

參、預計推出新產品-氣壓計



肆、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

1. 教師研習:預計5場，已辦理4場，5月在中山女中辦理。
老師出席踴躍(因為材料有限，有人數限制)，未來若是經費和時間允許，會多加場次。
2. 率續開發多元選修及探究實作課程。
3. 繼續開發為行教具。

伍、參考資料

1. 廖旭茂 (2026)。簡易比色計的發展 A-濁度計的設計與實驗探究。
。臺灣化學教育電子期刊，63期。網址
<https://531.9e9.myftpupload.com/archives/47024>

附件一：

【2021科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組 成果報告表單

題目名稱：微塑膠

一、摘要：

現今社會上人手一台智慧型手機，若能順應此趨勢，運用手機 APP 與比色法的結合，以簡易的方式取代傳統光電比色計或滴定法等，檢測未知物質的濃度，將會對高中化學實驗或探究實作課程有所助益。

本實驗的裝置設計為將待測溶液配製於 24 孔盤中，放置於手機提供的光源(MyLight) 上方後，以手機 APP(ColorPicker)檢測 RGB 值。經實驗後得知， KI_3 、 $FeSCN_2^+$ 、 $NiSO_4$ 和 $CuSO_4$ 溶液在不同濃度範圍時，使用適當的光源(白光或互補光)，在特定濃度範圍，可繪製出 R2 皆在 0.9 以上的檢量線。再以此檢量線測量未知 $[KI_3]$ ，測量出的濃度與滴定法結果比較，誤差分別為 2.89%和 1.47%；此外，亦可有效測量出未知 $FeSCN_2^+$ 的濃度，誤差為 - 7.6%。

二、探究題目與動機

在一次與學姊聊天的過程中，得知高中化學有個實驗叫做「比色法」。在好奇心的驅使下我們照著步驟嘗試，卻發現結果與理想差異極大。分析了實驗中可能出現誤差的原因後，認為最大的問題在於目測的不精確。於是上網查找文獻，並發現多數改善準確性的方法都是利用光電比色計。但是光電比色計價格昂貴且不普及，難以進行日常運用，於是我們想以較簡單但有效的方法，取代光電比色計測量物質濃度。

三、探究目的與假設

光電比色計的原理是利用比爾定律：一束平行單色光垂直通過某一均勻非散射的吸光物質時，光的強度會下降。吸光物質的濃度愈大、光通過的距離愈長，則光強度的減弱愈顯著，其關係式可表示如下：

$$A = -\log T = -\log(I_1/I_0) = \alpha c l$$

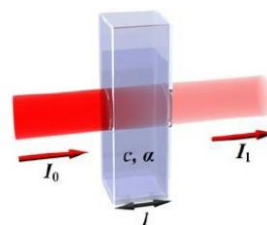
A：吸光度

l：光徑長

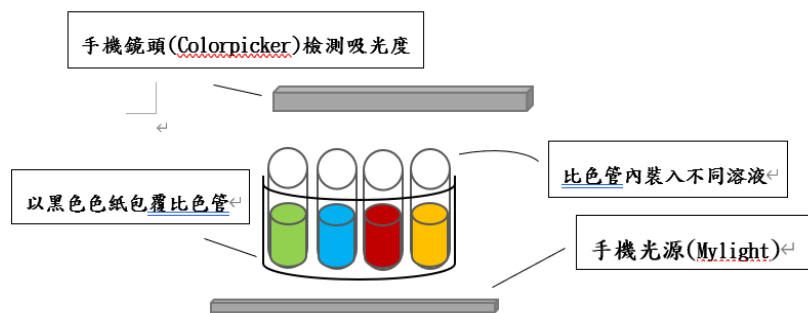
c：濃度

α ：吸收係數($cm^{-1} \cdot M^{-1}$)，和物質特性有關

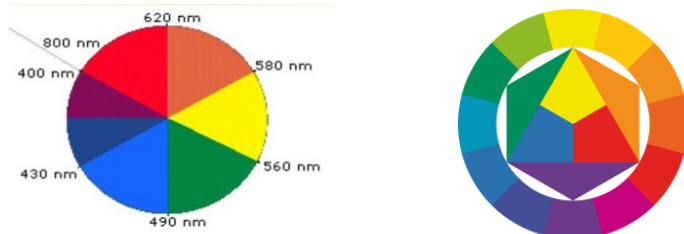
T：透光率，是指透射光 I_1 和入射光 I_0 的光強比： $T = I_1/I_0$ 。



本實驗設計即是利用上述比爾定律的原理為基礎進行發想，以手機的光源(APP：MyLight)取代鎢絲燈，以 RGB 值取代光強度，以儀器取代眼睛，改良現有比色法。實驗設計概念如下：



顏色與波長的關係，約略如左下圖。而從十二色環的互補色關係，可以找到物質的互補色，例如黃色的 KI_3 ，互補色為藍綠色，實驗時先以手機 APP - Mylight，儘可能調整出溶液的吸收光源波長(溶液顏色互補光)。



光強度則以測量物質的 RGB 值取代，RGB 色彩模式是工業界的一種顏色標準，是通過對紅(R)、綠(G)、藍(B)三個顏色通道的變化，三種顏色相互疊加可得到各式各樣的顏色，且幾乎包含了人類視力所能感知的所有顏色，是運用最廣的顏色系統之一。且因光源垂直通過不同濃度的溶液，經過吸光後顯現出的顏色 RGB 值會發生變化，可以透過分析此色光的 RGB 組成和變化，來推論溶液的濃度變化。

根據以上推論，實驗目的如下：

1. 做出簡便可行的實驗裝置，以取代現有的比色法。
2. 針對常見的有色物質進行檢驗，以測試其可行性
3. 與傳統的分析法(例如：滴定)進行比較，以確認實驗裝置的可行性。

四、探究方法與驗證步驟

1. 做出簡便可行的實驗裝置，以取代現有的比色法。

第一代實驗裝置：

參考物理教育學刊的文章「智慧手機在比色法濃度檢驗的應用」(曾耀寰, 2018)，裝置如下圖。

先取一紙箱並在紙箱左側打洞，當作觀測用手機的拍攝孔，將待測物裝在樣品瓶並放在紙箱的中間，光源則放在紙箱右側，比色實驗進行時，須將紙箱上蓋關上，以確定環境



光源不會干擾實驗。

圖一：第一代裝置圖

但是實測結果發現前後兩次照光 RGB 數值結果差異大，顯示穩定度太低，推測是光源和待測溶液距離太遠，導致光源太過發散且強度不均；樣品瓶瓶身為圓弧狀，會有光線折射；且檢測 RGB 值手機攝影孔和待測液距離太遠，也可能造成數值不穩定，故針對上述問題，所以進行第二代裝置改良。

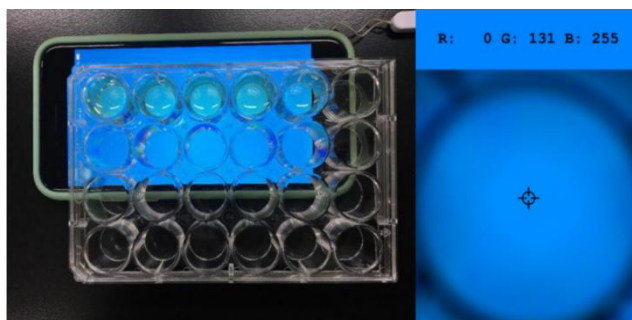
第二代實驗裝置：根據第一代實驗裝置發生的問題，修改實驗裝置如下圖

- 樣品瓶包覆黑紙，以防外界光源進入
- 將樣品瓶至於光源上方，避免光源發散或不穩定，且可避免樣品瓶弧度造成的光線散射。溶液高度需一致均為 2 cm。
- 手機直接放置於樣品瓶上方拍攝，以保持拍攝距離的一致性。



以第二代裝置進行實驗測量 RGB 值時，數值較第一代裝置穩定。但第二代裝置使用樣品瓶實驗，溶液用量較多，且因樣品瓶瓶底仍稍呈圓弧狀且厚薄似乎不太均勻，可能會影響照光路徑和吸收度等，所以繼續尋找更佳的實驗材料。

第三代實驗裝置：狀置如下圖，以 24 孔盤取代樣品瓶，以改善樣品瓶用量多，且有弧度或厚薄不均的問題，由右邊的拍攝圖即可發現，所得到的照片均勻度較上一代裝置提高許多。



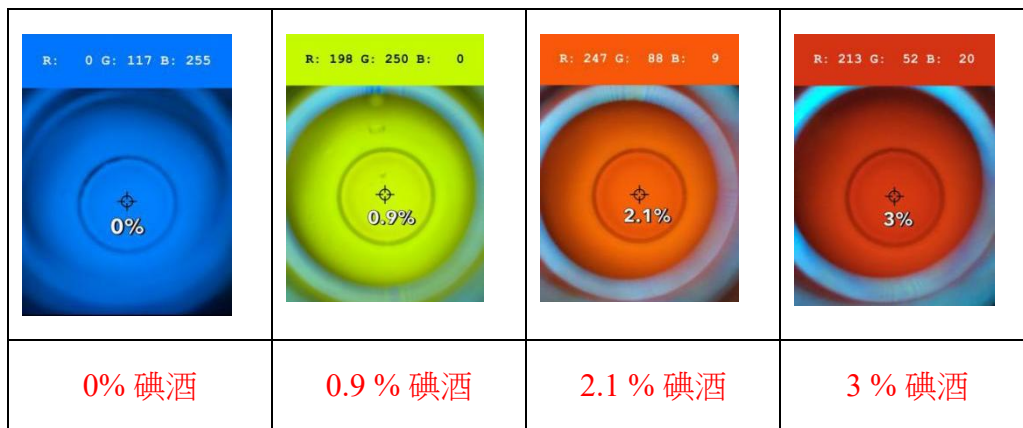
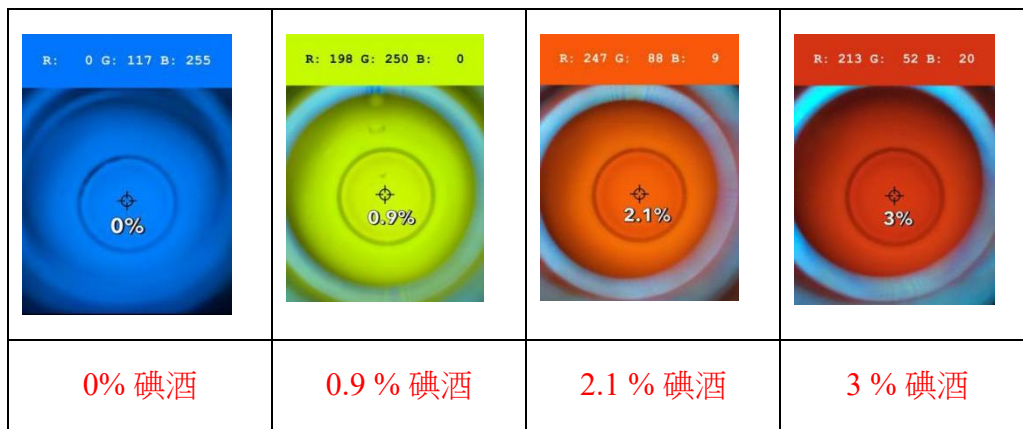
2. 對常見的有色物質進行檢驗，以測試其可行性

許多氧化劑或還原劑都可以用直接或間接碘滴定進行定量測量，甚至於日常生活中的汗水污染物、食品添加劑也都可以用這樣的方法來檢測，所以我們決定先利用碘三化鉀(KI_3)溶液作為本裝置的測試對象。

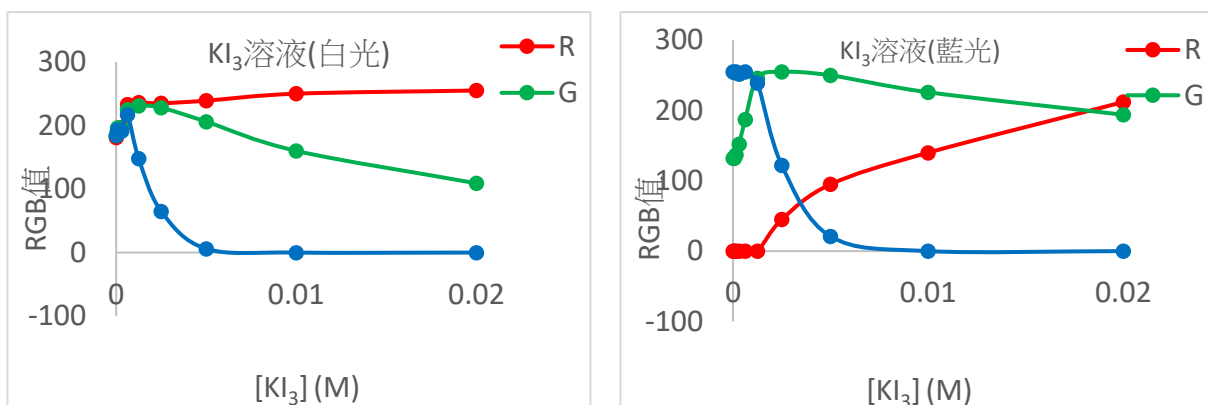
(1)定性實驗：首先先以白光和碘酒的互補藍光，分別拍攝並檢測不同濃度碘三化鉀

(KI_3)溶液的 RGB 值，呈色如下圖：

加入白光和藍光的實驗結果照片(第三代裝置 + 碘液)



(2)定量實驗：將 RGB 的數值對 KI_3 濃度作圖如下：



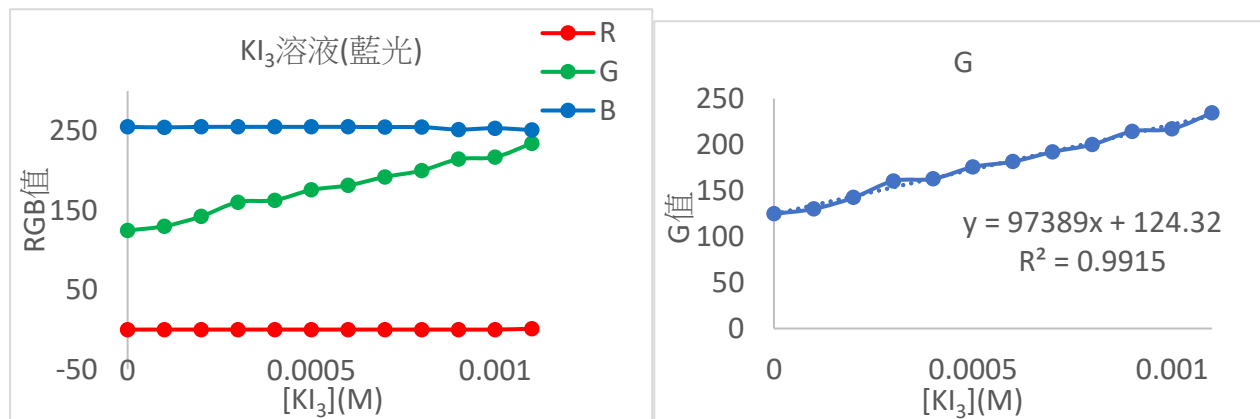
因為上圖的藍光在低濃度時，R 值和 B 值幾乎不變，但 G 值有明顯的變化；白光則是在較高濃度時，R 值和 B 值幾乎不變，但 G 值有明顯的變化。所以進一步以

上述結果，做出高、低濃度兩種範圍的 KI_3 檢量線。

(3)繪製檢量線

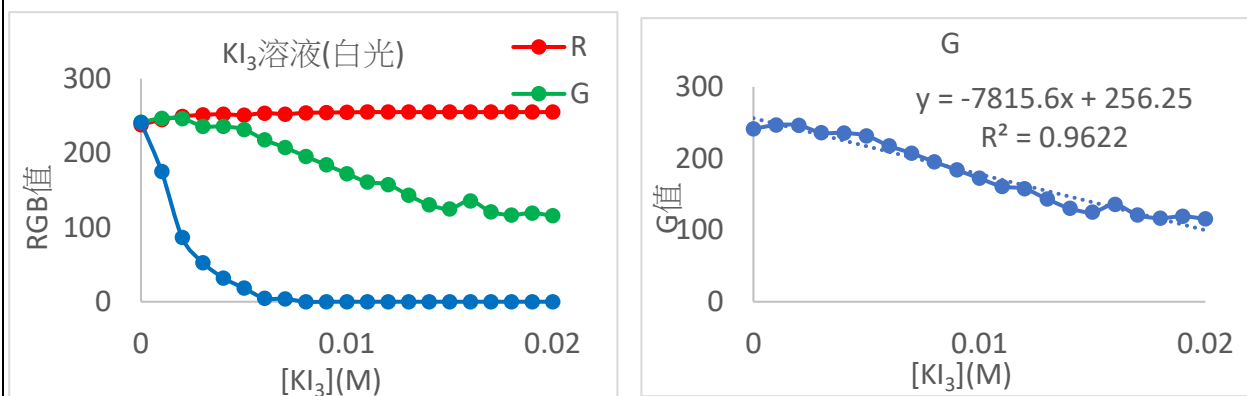
0 M~0.001M，以藍光為光源的檢量線，和 0.001 M~0.02M，以白光為光源的檢量線分別如下：

0 M~0.001M，以藍光為光源的檢量線



圖二(A)：以 $[KI_3]$ 對 RGB 數值分別作圖 圖二(B)： $[KI_3]$ 對 G 值關係圖

0.001 M~0.02M，以白光為光源的檢量線



圖三(A)：以 $[KI_3]$ 對 RGB 數值分別作圖 圖三(B)： $[KI_3]$ 對 G 值關係圖

由實驗結果可知，在不同濃度下的相關係數皆可在 0.96 以上。

3. 與傳統的分析法(例如：滴定)進行比較，以確認實驗裝置的可行性。

針對上述的實驗結果，配製兩種未知濃度的 KI_3 溶液，分別以滴定和測試 RGB 值的方式確認濃度，以測試此方法的應用性。

(1) KI_3 (0 M~0.002 M)

● 配製未知 KI_3 溶液：

取濃度為 0.002 M 的 KI_3 9 mL，加大量 H_2O 稀釋，使溶液呈現黃色，外觀顏色大約介於 0 M~0.002 M 之間，並以第三代實驗裝置，測其 RGB 值。

- 以 0.002 M 的標準硫代硫酸鈉溶液滴定，確認 $[KI_3]$
 滴定後可測得 $[KI_3] = 2.70 \times 10^{-4} \text{ M}$
 - 以 RGB 值確認濃度
 取上述溶液 2 mL 放入多孔盤後，以藍色光源照射後，測量得到(R, G, B)值分別為(0,151,255)。
 以第二部份圖十二(B)的趨勢線 $G = 97389[KI_3] + 124.32$
 可以求出 $[KI_3] = 2.74 \times 10^{-4} \text{ M}$ ，誤差值為 = 1.47 %
- (2) $KI_3(0.001 \text{ M} \sim 0.02 \text{ M})$
- 配製未知 KI_3 溶液：
 取濃度為 0.02 M 的 KI_3 7 mL，加大量 H_2O 稀釋，使溶液呈現黃色，並以第三代實驗裝置，測其 RGB 值。
 - 以 0.02 M 的標準硫代硫酸鈉溶液滴定，確認 $[KI_3]$
 滴定後可測得 $[KI_3] = 2.77 \times 10^{-3} \text{ M}$
 - 以 RGB 值確認濃度：
 取上述溶液 2 mL 放入多孔盤後，以白色光源照射後，測量得到(R, G, B)值分別為(247,234,38)
 以第二部份圖十三(B)的趨勢線 $G = -7815.6[KI_3] + 256.25$ ，可以求出 $[KI_3] = 2.86 \times 10^{-3} \text{ M}$ ，誤差值為 = 2.89 %

五、結論與生活應用

由實驗結果得知以第三代實驗裝置進行實驗時準確性高且適合用來進行後續的實驗。除此之外，本實驗的操作方式簡便，亦可使用於分析水中污染物的成分、測量食品添加劑的濃度與取代滴定法測定廢液濃度。

參考資料

RGB 轉 HSV，HSL(線上色碼轉換 HSL，HSV，RGB，HEX). (無日期).
 三原色光模型. (無日期). 擷取自 維基百科.
 邱秀玲、李妍禎. (95). 設計、色計 - 自行設計微型比色計改良比色法實驗. 第 46 屆全國中小學科展, 高雄市.
 陳竹亭 (編者). (104). 基礎化學實驗成果紀錄簿. 新北市.
 曾耀寰. (2018). 智慧手機在比色法濃度檢驗的應用. 物理教育學刊.
 廖旭茂、林翊菲、陳淳煜. (2019 年 2 月 5 日). 利用簡易光電比色法測定溴瑞香草酚藍的解離. 綠色化學實驗 Leave a comment.

註：

1. 報告總頁數以 6 頁為上限。
2. 除摘要外，其餘各項皆可以用文字、手繪圖形或心智圖呈現。
3. 沒按照本競賽官網提供「表單」格式投稿，不予錄取。

4. 建議格式如下

- 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
- 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
- 字體行距，以固定行高 20 點為原則
- 表標題的排列方式為向表上方置中、對齊該表。圖標題的排列方式為向圖下方置中、對齊該圖