
運用 LED 光源來設計簡單實用的 三原色光實驗裝置

陳瓊森* 顧炳宏**

*國立彰化師範大學 物理系

**國立彰化師範大學 科學教育研究所

一、前言

西元 1666 年，牛頓(Isaac Newton)發現太陽光通過透明的三稜鏡後，會被折射分散成爲紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫等七種主要色光的色散現象。1802 年，熟讀牛頓留下的光學知識後，英國物理學家楊格(Thomas Young)提出了三原色說，認爲所有顏色皆可由紅(red)、綠(green)、藍(blue)等三種色光組合而成：綠光和藍光混合可得到青色光(cyan)、紅光與藍光可得到洋紅色光(magenta)、紅光和綠光混合可得到黃光(yellow)、三原色光混合就可以得到白光。直至今日，「RGB」仍然被電腦、電視、印刷理論、DV、數位相機、照片等等應用，幾乎所有跟顏色有關的人、事、物都脫離不了此三原色理論。

研究者參閱目前九十四學年度國民中學主要三種教科書版本：南一、康軒及翰林，發現每個版本均安排有色光之單元，顯見「三原色光」此部分的重要性。不過在繼續詳閱各版本之教師手冊後，並無獲得此部分有關製作色光之實驗裝置的具體建議。

目前針對色光混合的教學器材而

言，一般乃使用投影機(或投影器材)來呈現色光混合的現象，但其缺點在於器材太過龐大、不易取得、設備昂貴、無法調整亮度強弱等，因此不易運用於實際教學之上。

研究者以往取代投影機的方式，乃是將專業光學實驗儀器中所附之三原色濾片，交予一般相片沖洗店以幻燈片模式複製，將各單色幻燈片固定於強光源(美術燈)後，投射出三原色光，再藉由調整強光源燈頭之位置達到色光混合的呈現。它的優點是材料容易取得、材料價格低廉(相較於專業光學實驗儀器)、製作容易；但缺點是耗損率高，原因在幻燈片無法長時間承受強光源之高溫，另外其體積也較大，不易讓學生實際操作，也同樣無法調整亮度強弱。另外也有使用多層有色玻璃紙取代濾片的做法，但其缺點較多，如：更容易耗損、通常需要 2~5 層才能濾出較純的色光，但這樣一來就無法兼顧亮度，因此不具穩定性。

黃寶鈿和吳萬隆(2004)所設計之光混色裝置，其優點是材料易取得、成本低廉、容易攜帶、操作簡便，不過研究者認爲某些部分尚有改良之空間，如：驅動 LED 之

電壓太大、無法調整亮度、以及無法將教科書中所附、由繪圖軟體製作出的插圖作真實之呈現等。

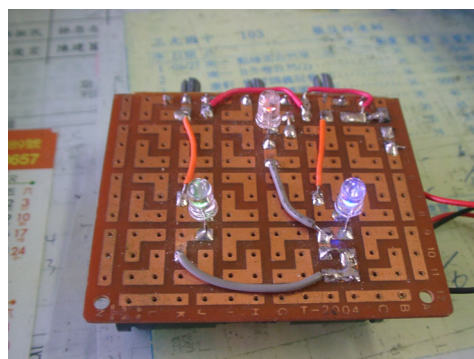
因之研究者自行設計簡易的三原色光混合實驗裝置，除具備上述各優點：材料容易取得(一般電子器材行均有售)、製作成本低廉、成品體積小易攜帶、容易操作、複製性高之外，並改良了其他不足之地方：降低驅動之電壓(4.5V)、可調整亮度強弱、及真實呈現出教科書中所附之插圖。除可大幅提高學生實際操作、親身體驗課本內容的可能性之外，也可增加學生的學習動機。

二、使用器材與工具

4.5V 紅光 LED 燈泡	1 個
4.5V 綠光 LED 燈泡	1 個
4.5V 藍光 LED 燈泡	1 個
10K 可變電阻	3 個
焊接用電路板	1 個
單切開關	1 個
3 號電池盒(4.5V)	1 個
3 號乾電池	3 個
焊槍	1 支
焊錫	足量
電線	足量
橡皮筋	2 條
PVC 水管(內徑 50mm，長度 45cm)	1 支

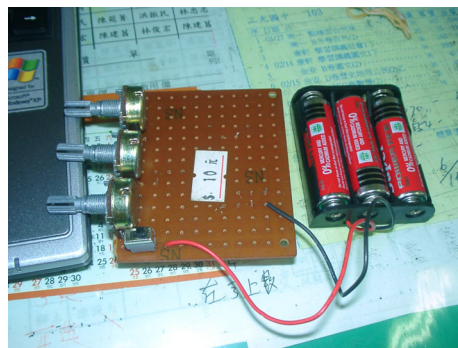
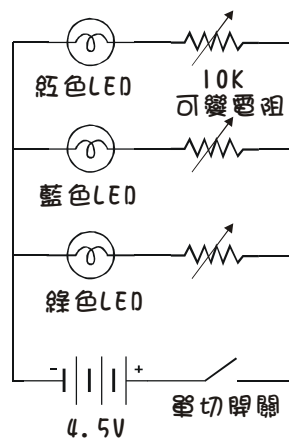
三、裝置設計

1.將紅、綠、藍 3 個 LED 燈泡盡量以正三角形焊接在電路板背面(有印刷電路的那一面)，如圖一。



圖一 將三原色 LED 燈泡以正三角形焊接在電路板背面

2.將 10K 可變電阻、單切開關及電池盒依下圖電路焊接於電路板正面(無印刷電路的那一面)，如圖二。



圖二：將可變電阻、開關及電池盒焊接於電路板正面

3.完成後，再將電池盒以橡皮筋固定於電路板正面上，如圖三。研究者建議不要將電池盒黏死在電路板上，以方便耗損零件的更換。

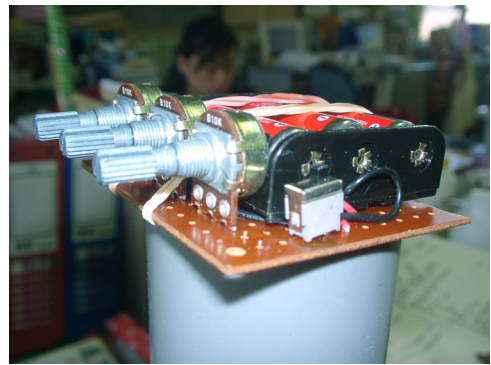


圖三 以橡皮筋將電池盒固定在電路板上

4.水管若需要裁切時，務必使切口平整，必要時可使用簡單之線鋸機。

四、實驗步驟

1.將完成的裝置置於水管管口，使色光可透過水管投射在白色的屏幕上(也可以白紙代替)，如圖四。必須使用水管的原因在 LED 燈泡所投射出來的色光會產生光暈，需要借助水管來消除光暈，否則單純以 LED 色光直接投射並不容易觀察到色光疊加的現象。另外就操作環境而言，不需要亮度非常小之暗室，僅需將屏幕周圍稍微圍起來即可進行實驗與觀察。



圖四 直接將裝置放置於水管管口，使色光透過水管投射出來

- 2.開啓單切開關，分別調整與各 LED 燈泡連接之可變電阻。將電阻調至最大，則燈泡幾乎不亮；反之，調至最小，則燈泡亮度最大。
- 3.調整電阻，使紅光及綠光亮度稍大，藍光亮度極弱，則可同時呈現紅光、綠光與混合後的黃光，如圖五。此時若分別變化紅、綠光的強度，就可得到類似黃光之不同顏色的色光。



圖五 紅光與綠光混合後得到黃光

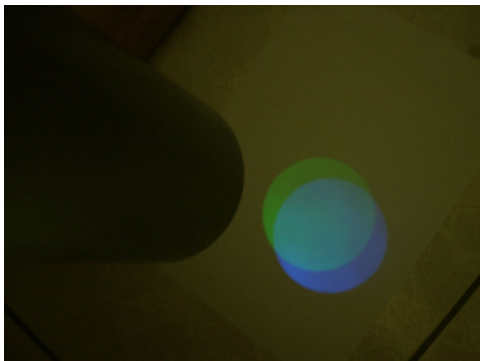
- 4.調整電阻，使紅光及藍光亮度稍大，綠光亮度極弱，則可同時呈現紅光、藍光

與混合後的洋紅色光，如圖六。此時若調整紅、藍光的強度，就可得到類似洋紅色光之不同顏色的色光。



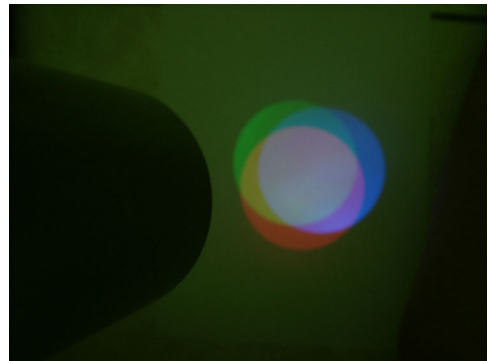
圖六 紅光與藍光混合後得到洋紅色光

- 5.調整電阻，使綠光及藍光亮度稍大，紅光亮度極弱，則可同時呈現綠光、藍光與混合後的青色光，如圖七。此時若調整綠、藍光的強度，就可得到類似青色光之不同顏色的色光。

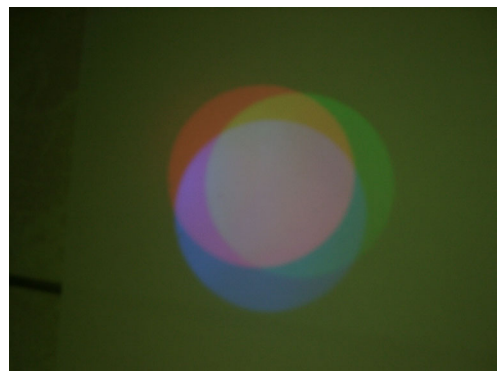


圖七 綠光與藍光混合後得到青色光

- 6.調整電阻，同時使紅光、綠光及藍光亮度稍大，則可同時呈現紅光、綠光、藍光、黃光、洋紅色光、青色光與三原色光混合後的白光，如圖八、圖九。



圖八 同時呈現所有色光及白光



圖九 同時呈現所有色光及白光

五、結論

經由價格低廉、容易取得之電子材料，透過電路聯結製作而成的簡單色光混合裝置，具有成品體積小易攜帶、可調整亮度強弱、容易操作、複製性高等優點。可以讓學生親自操作、體驗，除了可以呈現紅、綠、藍光兩兩混合的效果之外，經由調整電阻控制亮度的過程，還能使學生了解各種不同的顏色是如何藉由三原色而產生。

此裝置最大的不同，在於其可以同時產生獨立、圓形的三原色光，以及此獨立三原色光彼此疊加後產生的新色光(黃

色、洋紅色、青色)，可真實呈現出教科書中所附，由繪圖軟體製作出的插圖。

以上所述為此實驗裝置針對前人設計不足之處，所做的改良而具備更多的優點。不過研究者認為此裝置仍有部分問題尚待解決，如雖然理想上此裝置可藉由可變電阻調整三原色光的亮度以達到更多色光的呈現，但可能因 LED 本身性質或三原色 LED 由同一電源所驅動之緣故，當穩定調整可變電阻時，有時 LED 並無法呈現亮度穩定的增大，而是會有突然增大的情況。針對此部分缺點，教學時的補救方式乃是再額外使用電腦資訊設備與繪圖軟體，讓學生了解 RGB 三原色的混色機制。

另外也可以將此裝置中的 LED 燈泡改以白光 LED 代替，如此就可進行「色散」部分的實驗裝置，這些均是整體光學模組

中色光教學的一部分(研究者計畫另以專文介紹此部分之教學活動設計)，可以做為教師教學上的有利工具，提供教師更理想的選擇。

六、參考文獻

1. 史家瑩 (主編) (2005)：國民中學自然與生活科技 (第三冊)。台南：翰林出版社。
2. 郭重吉 (主編) (2005)：國民中學自然與生活科技 (第三冊)。台南：南一書局。
3. 鄧美貴 (主編) (2005)：國民中學自然與生活科技 (第三冊)。台北縣：康軒文教。
4. 黃寶鈿和吳萬隆 (2004)：簡易光混色實驗裝置之設計與教學應用。科學教育月刊，274，39-40。