

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 物理科

080113

大放異彩

學校名稱：桃園縣中壢市普仁國民小學

作者： 小六 王佳怡	指導老師： 蔡碧惠
---------------	--------------

關鍵詞：發光二極體、照度、三原色光

作品名稱：大放異彩

摘要：

為配合國家產業發展及綠能節能環保政策，我們提出此一作品：『大放異彩』，試圖藉由所學的「色彩變變變」及「燈泡亮了」此二單元，來進行有關發光二極體 (Light Emitting Diode, LED) 之混光的研究。經由本作品的研究成果，可以發現到：當我們在各三原色光 (R、G、B) 之 LED 各別以不同電流予以驅動時，便可以混出各種不同顏色的光。若分別在 R、G、B 之 LED 通以適當的電流，就可以混出白光。如此，我們就可以將其應用在照明使用上。

由於 LED 具有節能省電、壽命長、體積小、環保、響應快、抗震動等等優點，對講究環保節能的今天，著實為一相當良好的照明元件，其可用於照明、汽（機）車燈、交通號誌、資訊看板、液晶面板、數位照相機、數位攝影機以及醫療用燈等領域上。

壹、研究動機：

我們之所以提出此一作品：「大放異彩」，其構想乃是源起於國小二年級上學期的生活課程(翰林出版)之「色彩變變變」單元【2】以及國小四年級上學期的自然與生活科技(牛頓開發教科書)之第四單元「燈泡亮了」【3】在這前一個單元裡，它告訴我們：當雨後，天邊會出現五彩繽紛的彩虹相當美麗。這些色彩是如何形成的呢？它就像我們在美術課程裡，老師告訴我們利用紅、黃、藍三原色的水彩來混色一樣就可混出各種不同顏色。而在「燈泡亮了」單元裡，告訴我們電池的串並聯的電路原理，只要產生一個通路(迴路)。就會使燈泡發亮。據此，我們可以應用到若將數個 LED 予以通電(並聯或串聯)，應該會有類似的結果。

隨著經濟的發展以及工商業活動日益頻繁，人們每天不斷地消耗不同資源，尤其是能源這一部份，加上第三世界經濟的崛起，更加速能源的消耗。基於此，全世界各個國家地區政府及研究機構，一直不斷地開發各種替代能源，包括發展太陽能發電、風力發電、生質能源發電【1】等等，但不管如何，基於人們生活以及工商發展的需求，到了傍晚以後，經濟活動更需要使用照明的工具，我們直覺想到的就是生活中(尤其是晚上時候)所需要的燈光。假若，人們一味地尋找替代能源，而在生活習慣上仍使用耗電嚴重的白熾燈泡或日光燈，問題依然沒解決。因此，尋找替代能源之餘，必須更積極地找到節能減碳的方法，基於此原因，我們以 LED(發光二極體)做為實驗的發光元件，主要是因為它具有節能省電、壽命長、體積小、環保、響應快等等優點。並且它可廣泛應用在生活中，例如：普通照明、汽車頭燈、機車頭燈，顯示介面以及廣告燈等等。

在本作品中，我們結合上述二個單元的概念，充份應用在 LED 的混光上，利用三原色光：紅(R, Red)、綠(G, Green)及藍(B, Blue)光，來進行混光，可以混出不同色光，甚或混出白光，可以提供照明使用。整個實驗過程相當地有趣而且相當有實用性，使我們體驗到科學的奧秘，並充分使科學與生活結合在一起。

貳、研究目的：

- 一、瞭解不同顏色的砲彈型 LED 在發光時，其照度與電流的關係。
- 二、利用三原色光的砲彈型 LED 來進行混光。
- 三、瞭解三合一封裝 LED 在發光時，其不同色光的 LED 發光時，其照度與電流的關係。
- 四、利用單顆三合一封裝的 LED 來進行混光，混出不同顏色的色光。
- 五、利用三顆三合一的 LED 來進行混光，混出不同顏色的色光。
- 六、三合一的 LED 混光與三原色顏料(紅、黃、藍)混色之比較。並且，利用電風扇來進行(三原色)色紙混色的情形。

參、研究設備及器材：

1. 照度計	x1
2. 麵包板	x1
3. 三用電錶	x3
4. 黑色膠帶	x1
5. 厚紙板	x1
6. 剪刀	x1
7. 電池(三號)	x12
8. 電池座(可放四顆三號電池)	x3
9. 砲彈型發光極體(LED)紅(R)、綠(G)、藍(B)	x3
10. 電阻	x9
11. 三合一封裝之發光二極體	x3
12. 電線(單心線)	x4(捲)
13. 擴散板	x1
14. 色紙(紅、黃、綠、藍)	各數張
15. 具有三葉片的電風扇	x1
16. 三原色液體顏料(紅：No.11、黃：No.5、藍：No.23)	各1瓶

肆、研究過程或方法

一、前言：

在進行本作品之前，必須先了解一些專有名詞，因此我們將先介紹一些名詞及其定義，以及基本電子電路方面的原理及定律。

此外，我們先依照國小四年級上學期的「自然與生活科技」中的第四單元：「燈泡亮了」進行相似的實驗，只是將「燈泡」換成「發光二極體」(LED)並量測單顆 LED 的照度。當我們改變通過 LED 的電流時，所量測的照度是否有改變，並逐一記錄之。

之後，我們將砲彈型 LED 三原色光(R、G、B)予以混光，觀察記錄其結果；為了混成均勻色光，我們也將採用國內某 LED 大廠所生產的三合一(3 in 1, 即將紅、綠、藍三色光的 LED 封裝在同一晶片內)的發光二極體，進行混光實驗以呈現多采多姿美妙的景象。

二、名詞介紹：

1. 光通量(luminous flux) 【4】：

光通量是光度量的一種，它是國際單位(International system of Units, 簡稱縮寫為 SI)。表示依光源被人眼所感知道的光功率。其定義為：波長為 555nm 的單色發光元件，當其發光功率為 1/683 瓦特時，所發光的通量定義為 1 流明(lm)。

2. 照度(Illuminance) 【4】：

照度即每單位面積之入射的光通量，單位為 lux ($1\text{lux}=1\frac{\text{lm}}{\text{m}^2}$)。

3. 電量 【5-7】：

描述物質帶電的大小，其單位為庫倫(Coulomb)。1 個基本電量單位為 1.602×10^{-19} 庫倫。

4. 電流(Current):

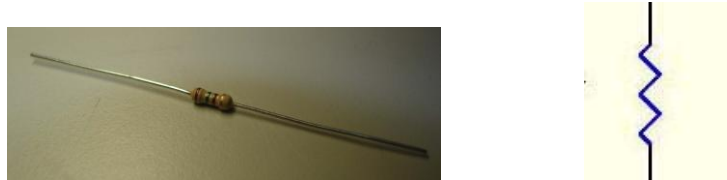
單位時間流入導體的電量，其單位為安培(Ampere)。

5. 電之性質 【5-7】：

西元前五、六百年左右，希臘哲學家達理斯(Thales)發現摩擦後的琥珀會有吸引灰塵粒和小草屑的現象。我們可以利用玻璃棒來摩擦絲巾，此時玻璃棒帶正電荷；或用硬橡膠棒摩擦貓皮，此時橡膠棒帶負電荷。事實上，當棒子摩擦時，絲巾或貓皮會提供某種形式的能量給棒子；而此能量為棒子於正常狀態下不會顯現出來。

6. 電阻 【5-7】：

由於電子在導體內運動，和其他原子核相碰撞會產生熱能。因此，導體對電流通過時會有阻止的趨勢，所有導體對電流的阻力並非完全相同，這種對電流的阻力稱為電阻，如圖(一)所示，(a)圖為一般固定電阻，(b)圖為可變電阻。



圖(一-a)：一般固定電阻之實體圖及電路符號

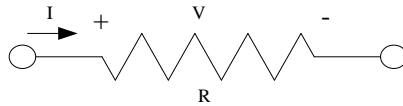


圖(一-b) 可變電阻之實體圖及電路符號

圖(一) 電阻之實體圖

7. 歐姆定律【5-7】：

德國物理學家歐姆於西元 1826 年發現，在一已知的電路中；電路所外加之電壓對流過的電流之比值為一常數，此即著名之歐姆定律(Ohm's Law)。電壓(V)對電流(I)之比值稱為電阻值，所代表的元件，稱為”電阻器”(Resistor)。電阻器的符號記為 R，電阻器也簡稱為電阻，如圖(二)所示。(歐姆定律即電壓等於電流乘以電阻值)。



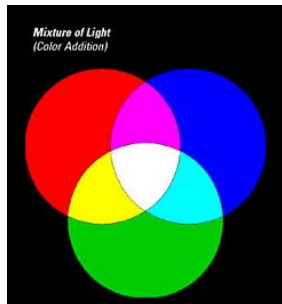
圖(二) 歐姆定律 (於電阻器之標記)

8. 顏色匹配:

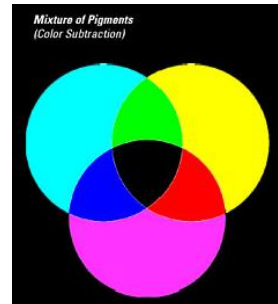
把兩個顏色調整到視覺相同的方法，稱為顏色匹配【8】。

(1)加法混色(Color Addition):如圖(三)所示。

(2)減法混色(Color subtraction):如圖(四)所示。



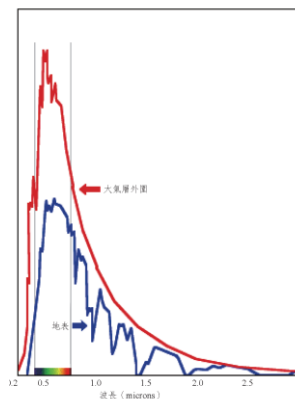
圖(三) 加法混色【8】



圖(四) 減法混色【8】

9. 太陽光譜:

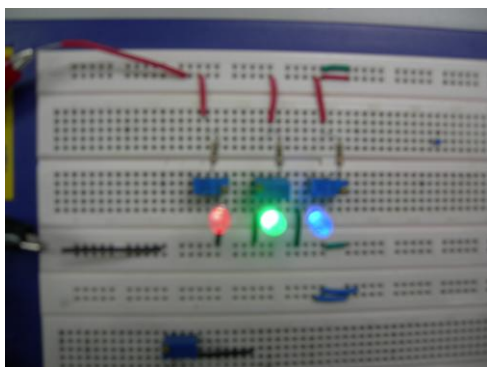
白光光譜的範圍可延伸包含在整個可見光之光譜範圍，最常見的白光光譜模型為太陽光。太陽光譜之範圍由紅外光到紫外光，而且光譜會依據每天的時間、季節、海拔高度及天氣等因素之影響而變化。太陽光譜，如圖(五)所示。



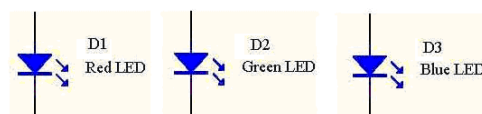
圖(五) 太陽光譜【9】

10. 砲彈型 LED:

如圖(六-a)所示為砲彈型 LED 三色(R、G、B)點亮之實體照片，砲彈型 LED 之長腳為正極，短腳為負極，要使 LED 發光，長腳要接電池的正極，短腳要接電池之負極。圖(六-b)所示為砲彈型 LED 三色(R、G、B)之電路符號。



圖(六-a)



圖(六-b)

圖(六) 砲彈型 LED

11. 三合一封裝的 LED:

如圖(七)所示，為國內某 LED 大廠所生產之三合一封裝的 LED，是將三色(R、G、B)之 LED 一併封裝在一起的發光元件。



圖(七) 國內某 LED 大廠所生產之三合一封裝的 LED

12. 電池及電池座:

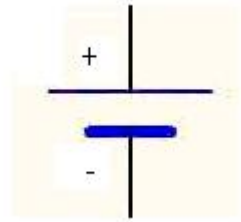
於此作品中，我們採用三號電池，如圖(八)所示，並採用可容納 4 顆三號電池的電池座(見圖九)來提供 6V 之電壓以供 LED 驅動使用。電池的電路符號，如圖(十)所示。



圖(八) 三號電池



圖(九) 電池座



圖(十)電池符號

13. 三用電表:

三用電表在電子電路實驗時是一個必備的工具，可以用來量測元件之電阻值(R)，電壓值(V)及流過之電流值(I)，因此稱為三用電表。而三用電表有類比式(如圖(十一-a)所示)及數位式兩種(如圖(十一-b)所示)。為避免觀察者估計時所造成之誤差起見，我們採取數位式三用電表來做實驗。



圖(十一-a)



圖(十一-b)

圖(十一) 三用電表

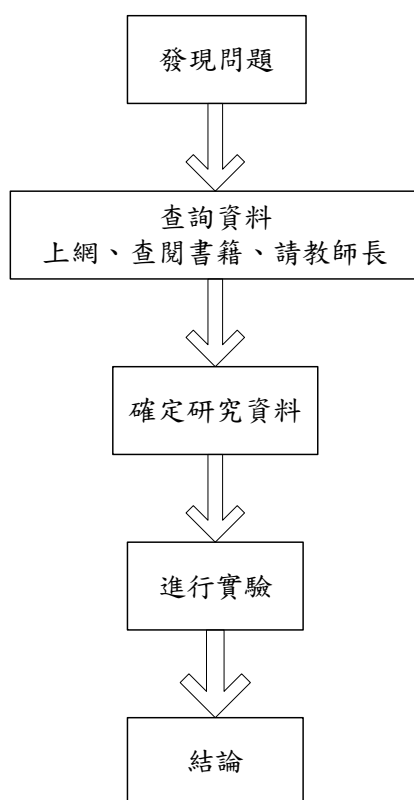
14. 擴散板：

擴散板之主要的功能為讓光線透過光學複合材料漫射產生一個亮度均勻分佈的面光源並且達到亮度強化之作用。因擴散板通常直接置於燈管上方，故需具備高擴散度、高耐熱、抗 UV 照射黃化等特性【10】。圖(十二)所示，為我們所採用的擴散板。



圖(十二) 擴散板

三、研究流程圖：



圖(十三) 研究流程圖

四、研究方法：

本作品主要是結合在國小二年級上學期所學過的「生活」課程之「色彩變變變」單元以及四年級上學期的「自然與生活科技」之第四單元「燈泡亮了」，此二單元所學的知識，來試著完成:利用三原色光(紅光(R)、綠光(G)、藍光(B))LED 來混出不同色光，甚至可以混出白色光，以供我們照明使用。

在進行此作品的製作過程中，我們分三個步驟來進行，分別是；實驗前的準備工作、砲彈型 LED 的實驗過程以及三合一 LED 的實驗過程。以下分別說明此三項製作過程：

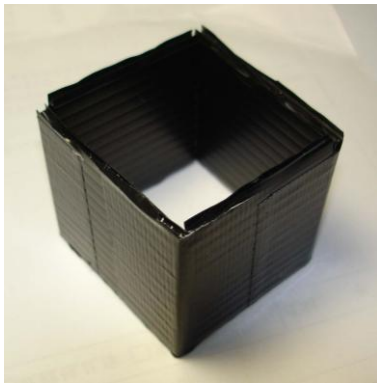
(一) 實驗前之準備工作：

1. 製作遮光罩：

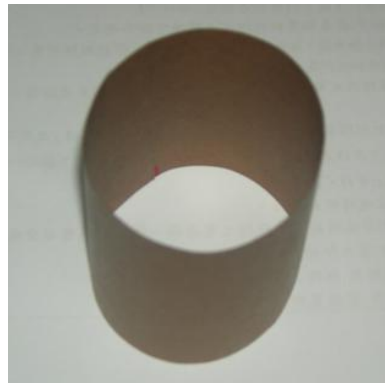
為了可以很容易且準確地量測到 LED 發光的照度，必須設計並製作一個遮光罩。首先，我們採用了瓦楞紙或厚紙板(如圖十四所示)將其裁剪成6cm×24cm 見方之大小，並摺疊成一個立體形狀或圓柱狀，並在其上貼上黑色膠帶，如此便可製作成一個遮光罩，如圖十五所示。



圖(十四) 製作遮光罩之瓦楞紙



(a) 立體形狀



(b) 圓柱狀

圖(十五) 自製之遮光罩

2. 學習使用照度計:

我們由本校保健室借到一台照度計(型號:TES 1330A, 如圖十六所示), 我們要先學會如何使用這台照度計, 首先需了解各按鈕的功能, 並進一步學會在使用前要先歸零, 再對準光源來正確地量測得到照度值。



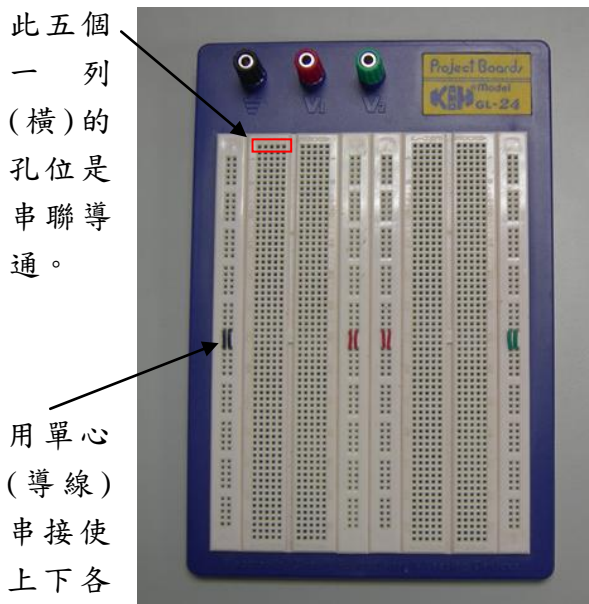
圖(十六) 照度計

3. 學習三用電表的用法:

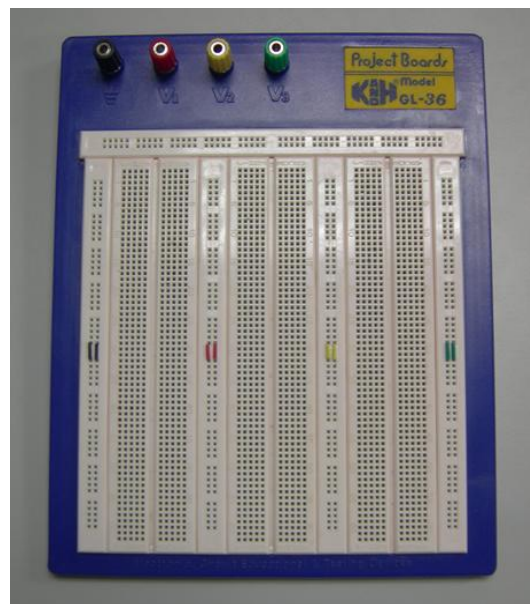
我們十分感謝清雲科技大學電子工程系借給我們三用電表三台及麵包板數片(麵包板是供電子電路實作人員，試作電路使用之插件板子；如圖十七、圖十八所示)。三用電表是可量測電阻(R)、電流(I)及電壓(V)的多用途測試儀表。若我們要量測電阻值時，必須先將其撥到適當的歐姆檔(R)，並予以歸零，將兩測試棒接到所欲量測元件兩端，並於顯示界面讀取量測值。若要量測電流或電壓時，則必須將選擇鈕撥到適當電流檔位或電壓檔位，即可進行量測。

4. 學習麵包板的使用方法:

於本作品製作過程，必須使用到麵包板，因此學會如何正確使用麵包板，為一重要課題。如圖十七所示，小片麵包板有三個電源輸入旋鈕；而大片麵包板(如圖十八所示)有四個電源輸入旋鈕。此外，麵包板上每五個一列(橫)的孔位是串聯導通的，各列之間則皆不導通，若要使兩列導通需以單心(導)線予以串接才可以導通。此外，左右各一組兩排孔位，中間有兩組兩排孔位，此四組孔位上下各半皆不導通，若要使他們導通，需用單心(導線)串接使其導通，如圖十七所示。



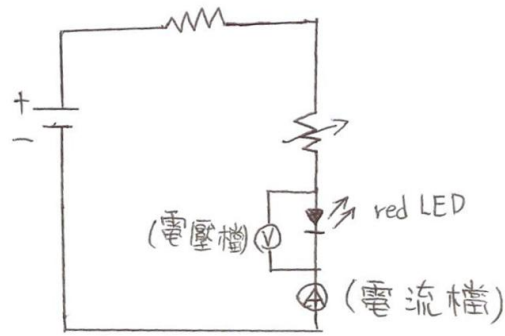
圖(十七):小麵包板



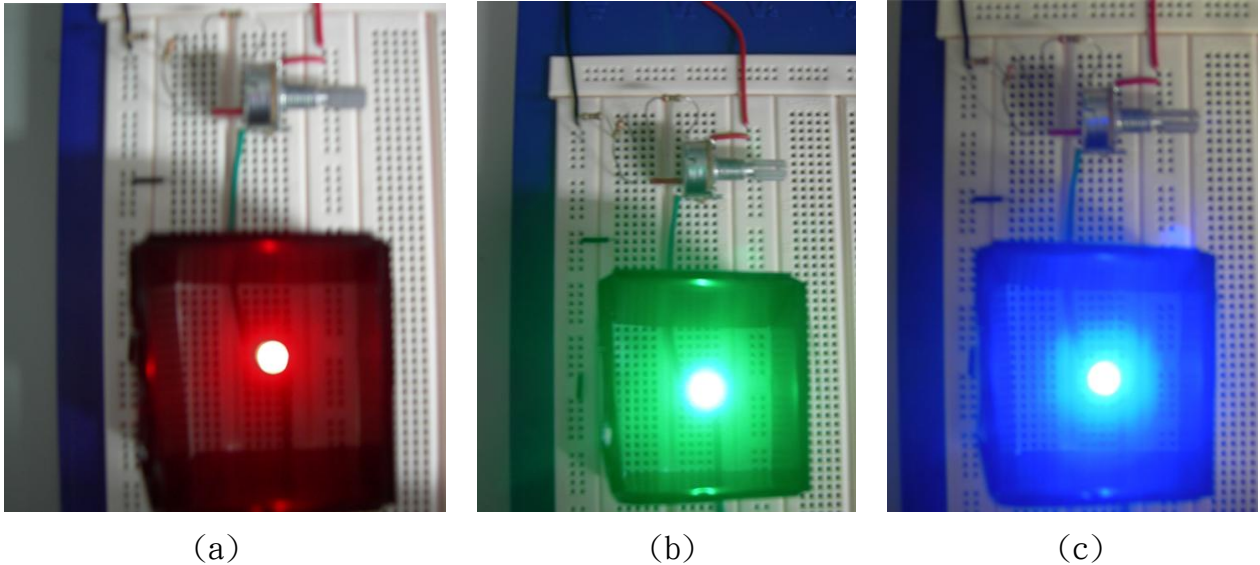
圖(十八):大麵包板

(二) 砲彈型 LED 之實驗過程:

1. 量測紅光(Red)LED 的電壓、電流及其對應之所發光的照度值；如圖十九所示，將電阻、可變電阻、紅光 LED 及三用電表兩台接到 LED 上，來分別量取到 LED 兩端的電壓、電流值。並採用遮光罩來罩住 LED，並將照度計予以覆蓋來量取此刻之照度值，如圖二十(a)所示。



圖十九:量測 LED 之電流、電壓及照度計



圖二十:圖十九之實驗之實際照片

2. 量測綠光(Green)LED 之電壓、電流及其所發光的照度值:

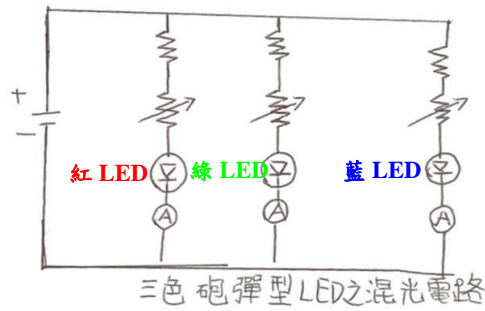
同圖十九所示，但此時將綠光 LED 來取代紅光 LED，並進行其電壓、電流及照度值之量測。此時實驗的實際照片，如圖二十(b)所示。

3. 量測藍光(Blue)LED 之電壓、電流及其所發光之照度值:

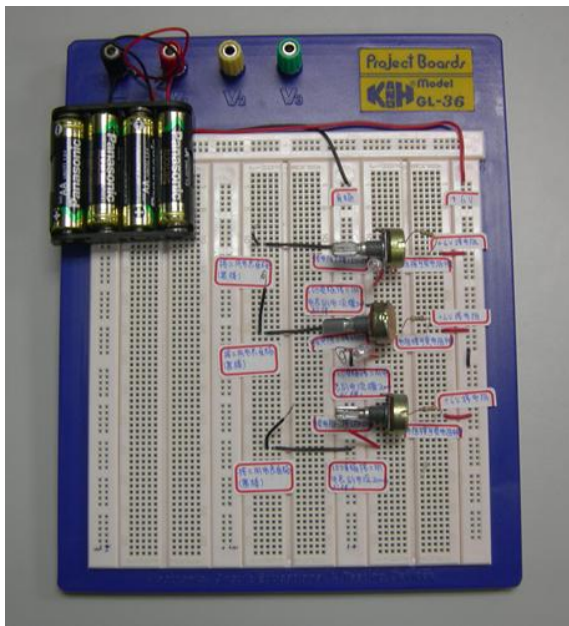
同圖十九所示，但此時我們將藍光(Blue)來取代紅光 LED，並進行其電壓、電流及照度值之量測。此時實驗的實際照片，如圖二十(c)所示。

4. 三色(R、G、B)砲彈型 LED 之混光:

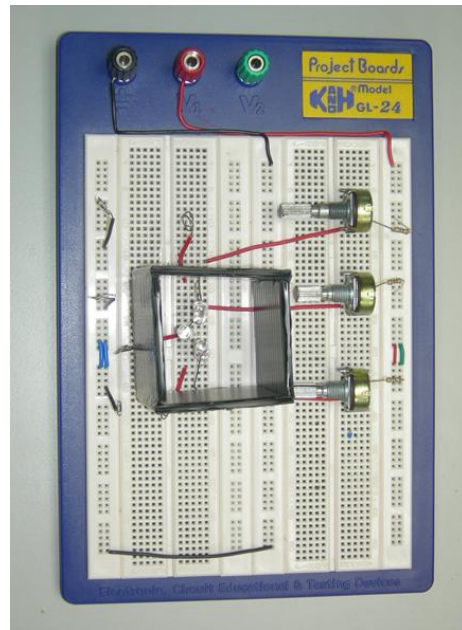
如圖二十一所示，我們試著將三色 LED 予以混光，觀察其混光的結果。圖二十二為其實際照片，其中(a)圖為分立之三色 LED。而(b)圖則為將此三色 LED 靠近來進行混光，並以自製之遮光罩予以遮住，我們可以在遮光罩上置放一片擴散板，來觀察其混光情形。



圖二十一：三色砲彈型 LED 之混光電路



(a)



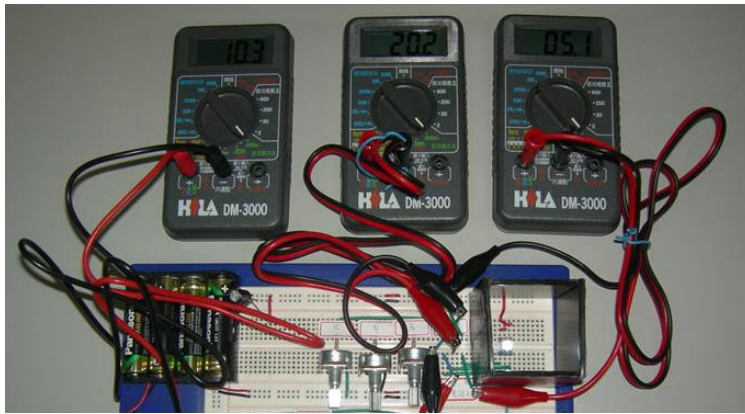
(b)

圖二十二：三色砲彈型 LED 之混光之實際照片

(三) 三合一封裝之 LED 的實驗過程：

1. 分別量測紅光(Red)、綠光(Green)及藍光(Blue)LED 之兩端的電壓、電流及其所發光的照度值：

國內某 LED 大廠所生產之三合一封裝 LED 共有六個接點，分別是紅光、綠光及藍光 LED 之陽極及陰極的接點，我們將此六個接點接出並依照圖二十一之電路圖，插在麵包板上並將其取代三色砲彈型 LED，我們可利用三用電表及照度計來分別量到紅光、綠光及藍光 LED 的電壓、電流及照度值，如圖二十三所示，即為我們進行單顆億光之三合一封裝 LED 混光實驗之實際照片。

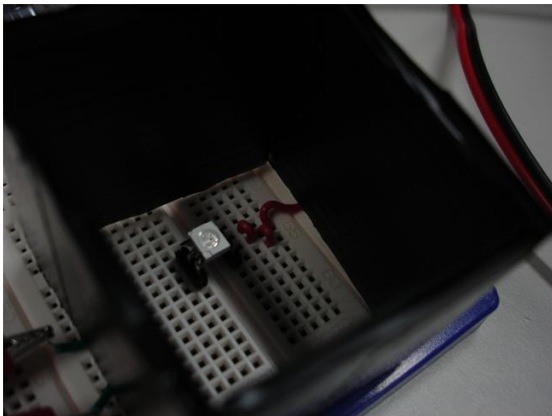


圖二十三：國內某 LED 大廠所生產之三合一封裝 LED 之混光電路(實際照片)

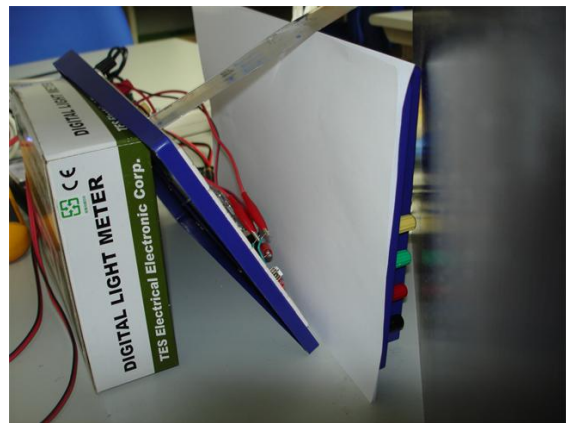
2. 將三顆三合一封裝之 LED 一同混光:

於本實驗進行時，我們擬進行三合一封裝之 LED 混光實驗，我們分別進行單顆三合一封裝之 LED 混光及三顆三合一封裝之 LED 混光實驗，並觀察混光結果。

首先我們先進行單顆三合一封裝之 LED 混光，如圖二十三所示，將一顆三合一封裝之 LED 插在麵包板上，並將所需的元件依電路插好，我們任意調整 LED 各色光之可變電阻，以產生不同電流來驅動各色光 LED，並觀察其混光結果。我們將採用兩種方式來觀察混光結果，分別為：(1)直接拍光源，如圖二十四所示、(2) 光源打到 A4 白紙，如圖二十五所示。

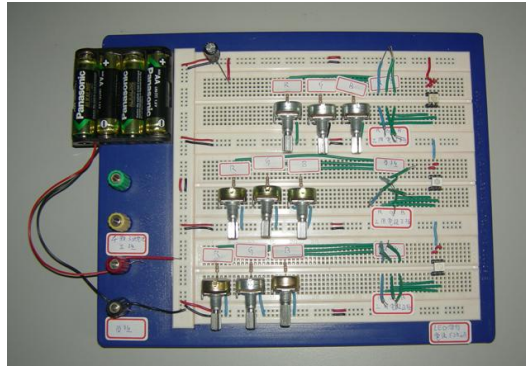


圖二十四：三合一封裝 LED 之混光
(直接拍光源)



圖二十五：三合一封裝 LED 之混光
(光源打到 A4 白紙)

其次，我們將進行三顆三合一封裝之 LED 來進行混光，如圖二十六所示，將三顆三合一封裝之 LED 插在麵包板上，並將所需的元件依電路插好，我們任意調整 LED 各色光之可變電阻，以產生不同電流來驅動各色光 LED，並觀察其打到 A4 白紙時之混光結果。



圖二十六：三顆三合一封裝 LED 之混光電路（光源打到 A4 白紙）

(四) 三合一的 LED 混光與三原色顏料（紅、黃、藍）混色之比較。並且，利用電風扇來進行(三原色)色紙混色。

由於顏料的三原色為紅、黃、藍，而色光之三原色光為紅、綠、藍，所以顏料及色光皆具有相同的紅色及藍色等原色，因此我們先取顏料的紅色及藍色依不同比例來混色，來和色光的紅、藍光混光先做一比較(其中色光的照度也依照顏色的比例來進行混光)。最後，我們再依相同比例將顏料的三原色進行混色，以及色光之三原色光來進行混光。此外，我們也試圖使用具有三葉片的電風扇及色紙來進行混色實驗，來觀察三原色混色的情形。茲將實驗步驟敘述如下：

1. 採用三原色液體顏料（紅、黃、藍）進行混色：

- (1) 紅色顏料與藍色顏料的體積依 1:1、2:1、3:1、1:2、1:3 來進行混色。
- (2) 紅色顏料、黃色顏料與藍色顏料的體積依 1:1:1 來進行混色。

2. 採用三合一封裝 LED 之三原色光(R、G、B) 進行混色：

- (1) 紅色光(R)與藍色光(B)的(發光)照度依 1:1、2:1、3:1、1:2、1:3 來進行混光。
- (2) 紅色光(R)、綠色光(G)與藍色光(B)的(發光)照度依 1:1:1 來進行混光。

3. 利用電風扇來進行(三原色)色紙的混色：

- (1) 分別在電風扇的三個葉片貼上紅、黃、藍的色紙，再將電風扇旋轉，來觀察混色的情形。
- (2) 分別在電風扇的三個葉片貼上紅、綠、藍的色紙，再將電風扇旋轉，來觀察混色的情形。

伍、研究結果：

一、砲彈型 LED 之量測結果：

1.紅光(Red)、綠(Green)及藍(Blue)LED 之實驗結果：

表一、表二及表三分為不同色光(R、G、B) LED 的電壓、電流及照度值的量測結果。我們可以利用工作表(Excel)繪出他們的照度值對電流的關係圖，以了解這些不同色光 LED 的發光特性，以作為混光的應用。圖(二十七)、圖(二十八)及圖(二十九)分別為紅光(Red)、綠光(Green)及藍光(Bule)LED 之照度值對電流的關係圖。由圖(二十七)~圖(二十九)可以看出，我們選取的砲彈型 LED 在相同之驅動電流下以綠光之照度最佳。

表一：紅光(R)之 LED 的電壓、電流及對應之照度值的量測結果

電壓 (V)	電流 (mA)	照度 (lux)
1.64	1.05	2.41
1.68	2.07	5.53
1.71	3.05	8.78
1.73	4.05	12.02
1.75	5.02	15.52
1.78	5.98	17.16
1.80	7.00	19.74
1.82	8.03	23.00
1.84	9.04	25.80
1.86	10.10	28.80
1.88	11.15	31.30
1.90	12.08	33.80
1.92	13.08	36.50
1.93	14.03	38.70
1.95	14.92	40.80
1.97	16.06	43.50
1.99	17.01	45.70
2.01	18.04	48.00
2.02	19.00	49.90
2.04	20.08	51.90
2.06	21.02	53.70

表二：綠光(G)之 LED 的電壓、電流及對應之照度值的量測結果

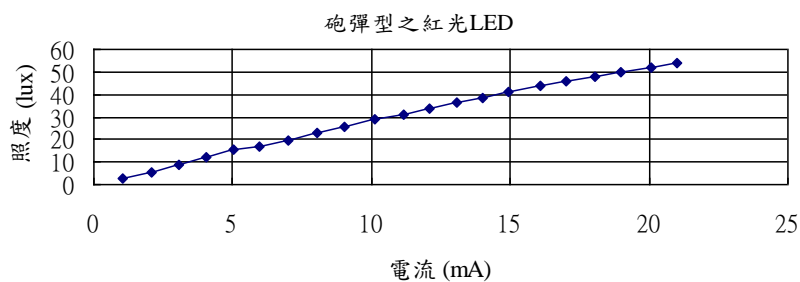
電壓 (V)	電流 (mA)	照度 (lux)
--------	---------	----------

2.71	1.01	299.00
2.81	1.98	503.00
2.88	3.03	688.00
2.94	4.08	850.00
2.98	5.01	981.00
3.02	6.07	1117.00
3.05	7.09	1240.00
3.08	8.14	1362.00
3.11	9.03	1458.00
3.13	10.10	1570.00
3.16	11.05	1671.00
3.18	12.05	1785.00
3.20	13.00	1851.00
3.23	14.05	1945.00
3.24	15.02	2030.00
3.27	16.23	2130.00
3.29	17.20	2220.00
3.31	18.19	2310.00
3.32	19.00	2370.00
3.35	20.12	2470.00
3.36	20.90	2520.00

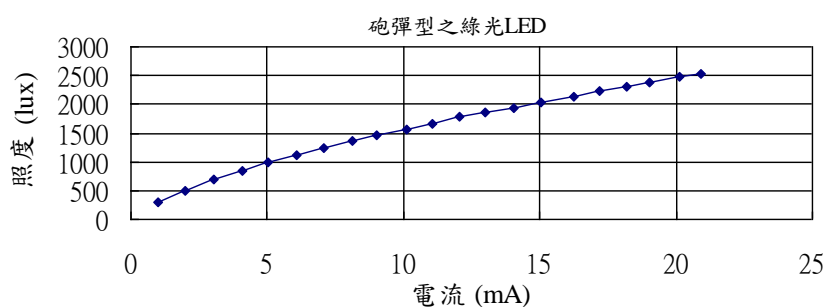
表三：藍光(B)之LED的電壓、電流及對應之照度值的量測結果

電壓 (V)	電流 (mA)	照度 (lux)
2.77	1.12	46.90
2.83	2.01	81.20
2.89	2.99	115.30
2.93	4.01	147.40
2.97	5.00	175.60
3.00	6.00	204.00
3.03	6.97	227.00
3.06	7.97	250.00
3.08	9.01	273.00
3.11	10.07	295.00
3.13	10.99	313.00
3.16	12.03	332.00
3.18	12.96	350.00
3.20	14.06	369.00

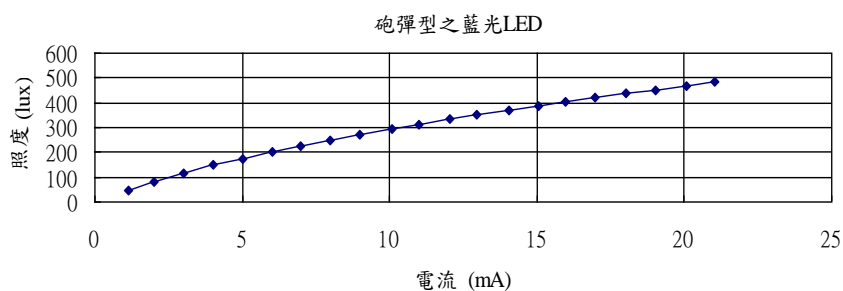
3.22	15.06	387.00
3.24	15.95	402.00
3.26	16.97	419.00
3.28	18.00	436.00
3.31	19.02	452.00
3.33	20.08	469.00
3.35	21.03	484.00



圖二十七：砲彈型紅光(Red) LED 之照度值對電流的關係圖



圖二十八：砲彈型綠光(Green) LED 之照度值對電流的關係圖

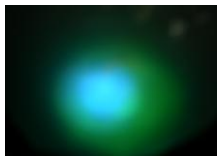
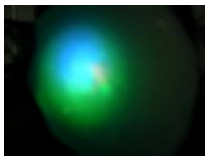
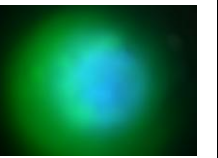
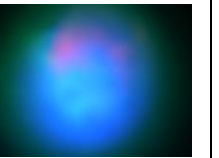
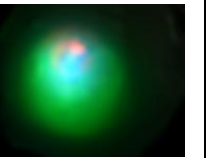


圖二十九：砲彈型藍光(Bule)LED 之照度值對電流的關係圖

2. 三色混光:

我們將三色(R、G、B)之砲彈型 LED 予以混光，依照圖(二十一)之電路連接方式，來觀察其混光結果，如表四所示分別為流入到各色光的不同電流所呈現之混光效果。

表四：不同電流分別流入到各色光之 LED 所呈現之混光效果(電流單位：mA)

$I_R = 2.13$ $I_G = 0.97$ $I_B = 0.88$	$I_R = 3.41$ $I_G = 1.17$ $I_B = 1.09$	$I_R = 1.37$ $I_G = 1.45$ $I_B = 0.63$	$I_R = 4.47$ $I_G = 0.74$ $I_B = 1.68$	$I_R = 5.81$ $I_G = 1.86$ $I_B = 0.74$
				

二、三合一封裝之 LED 的量測結果:

1. 紅光(Red)、綠光(Green)及藍光(Bule)LED 之實驗結果:

表五、表六及表七即為三合一封裝之 LED，其不同色光(R、G、B)的電壓、電流及照度值之量測結果。我們並利用工作表(Excel)繪出他們的照度值對電流的關係圖。圖三十~圖三十二分別為紅光(Red)、綠光(Green)及藍光(Bule)LED 之照度對輸入電流之關係圖，我們可以很清楚地看出綠光發光的照度值(在相同之輸入電流)最佳，紅光次之，藍光較差。

表五：三合一封裝 LED 之紅光(R) LED 的電壓、電流及對應之照度值的量測結果

電壓 (V)	電流 (mA)	照度 (lux)
5.56	3.40	14.10
5.56	4.00	16.80
5.56	5.00	21.40
5.56	6.00	26.10
5.56	7.00	31.40
5.56	8.00	36.20
5.56	9.00	40.90
5.55	10.00	45.60
5.55	11.00	50.40
5.55	12.00	55.00
5.54	13.00	59.60
5.54	14.00	64.10
5.54	15.00	68.60
5.54	16.00	72.70
5.53	17.00	76.80
5.53	18.00	80.90
5.52	19.00	84.90

5.52	20.00	89.40
------	-------	-------

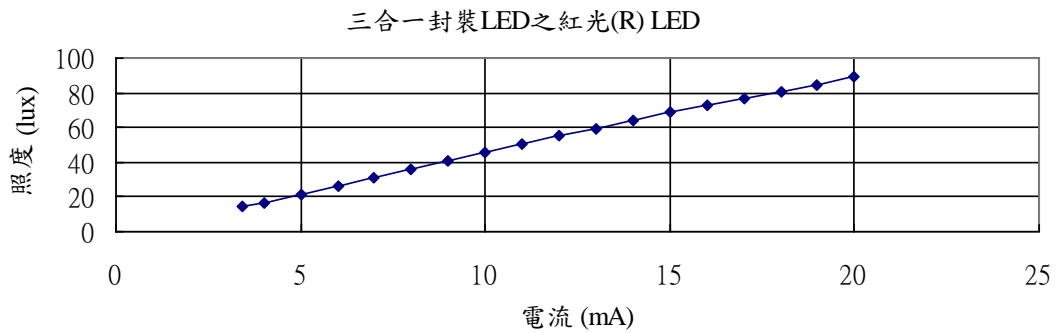
表六：三合一封裝 LED 之綠光(G) LED 的電壓、電流及對應之照度值的量測結果

電壓(V)	電流 (mA)	照度(lux)
5.56	2.70	57.80
5.56	3.00	63.30
5.56	4.00	81.90
5.55	5.00	98.40
5.55	6.00	112.30
5.55	7.00	127.10
5.55	8.00	140.10
5.54	9.00	153.00
5.54	10.00	164.50
5.54	11.00	175.90
5.54	12.00	186.90
5.53	13.00	196.70
5.53	14.00	209.00
5.53	15.00	219.00
5.53	16.00	228.00
5.52	17.00	237.00
5.52	18.00	245.00
5.52	19.00	253.00
5.51	20.00	261.00

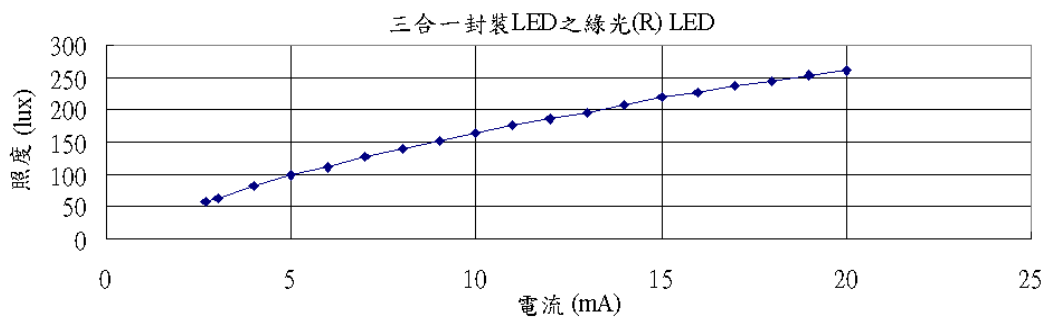
表七：三合一封裝 LED 之藍光(B) LED 的電壓、電流及對應之照度值的量測結果

電壓 (V)	電流 (mA)	照度(lux)
5.55	2.60	7.10
5.55	3.00	8.10
5.55	4.00	10.20
5.55	5.00	12.20
5.54	6.00	14.30
5.54	7.00	16.30
5.54	8.00	18.10
5.54	9.00	19.90
5.54	10.00	21.60
5.53	11.00	23.40

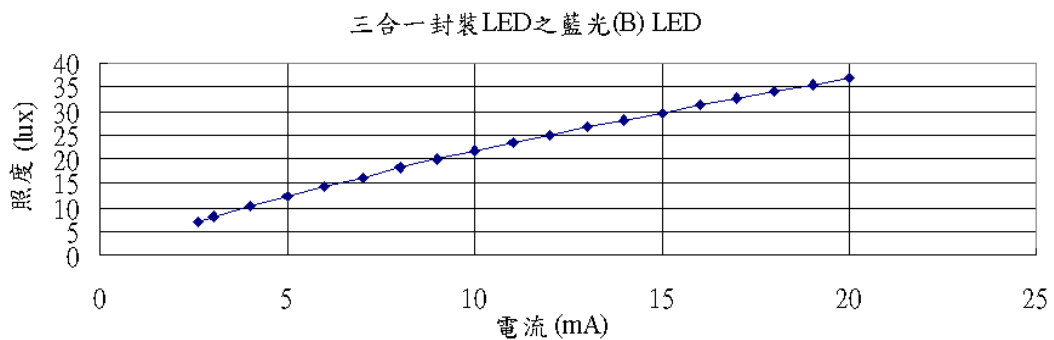
5.53	12.00	24.90
5.53	13.00	26.60
5.53	14.00	28.20
5.52	15.00	29.60
5.52	16.00	31.10
5.52	17.00	32.60
5.51	18.00	34.00
5.51	19.00	35.40
5.51	20.00	36.70



圖三十：三合一封裝 LED 之紅光(R) LED 的照度值對電流之關係圖



圖三十一：三合一封裝 LED 之綠光(G) LED 的照度值對電流之關係圖





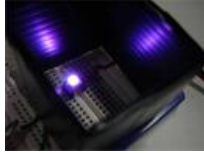


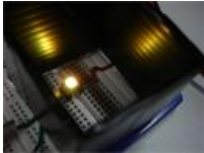




圖三十二：三合一封裝 LED 之藍光(B) LED 的照度值對電流之關係圖

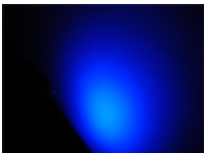
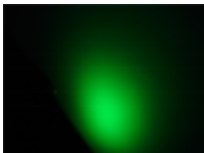
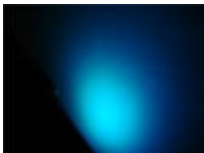

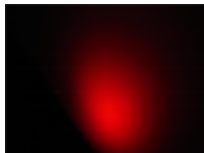





2. 三合一封裝之 LED 一同混光:

我們將進行單顆三合一封裝之 LED 混光，我們任意調整 LED 各色光所串聯的可變電阻，以產生不同電流來驅動各色光 LED，並觀察其混光結果。當採用圖二十四之方式（直接拍光源）來觀察混光情形，其結果如表八所示。而若採用圖二十五之方式（光源打到 A4 白紙）來觀察混光情形，其結果如表九所示。

表八：單顆三合一封裝之 LED 混光情形(直接拍光源)(電流單位：mA)

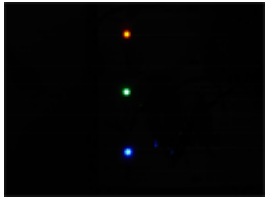
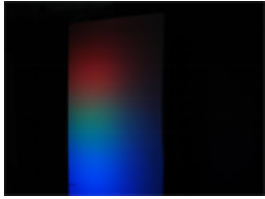

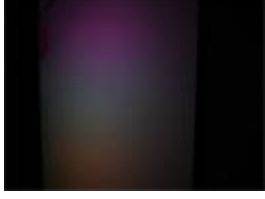
$I_R = 0.00$ $I_G = 20.00$ $I_B = 0.00$ 	$I_R = 0.00$ $I_G = 20.00$ $I_B = 10.00$ 	$I_R = 0.00$ $I_G = 20.00$ $I_B = 20.00$ 	$I_R = 5.00$ $I_G = 0.00$ $I_B = 0.00$ 	$I_R = 5.00$ $I_G = 0.00$ $I_B = 5.00$ 
$I_R = 5.00$ $I_G = 0.00$ $I_B = 20.00$ 	$I_R = 5.00$ $I_G = 10.00$ $I_B = 5.00$ 	$I_R = 10.00$ $I_G = 5.00$ $I_B = 0.00$ 	$I_R = 15.00$ $I_G = 15.00$ $I_B = 5.00$ 	$I_R = 20.00$ $I_G = 20.00$ $I_B = 20.00$ 

表九：單顆三合一封裝之 LED 混光情形(光源打到 A4 白紙)(電流單位：mA)

$I_R = 0.00$ $I_G = 0.00$ $I_B = 20.00$ 	$I_R = 0.00$ $I_G = 20.00$ $I_B = 0.00$ 	$I_R = 0.00$ $I_G = 20.00$ $I_B = 10.00$ 	$I_R = 0.00$ $I_G = 20.00$ $I_B = 20.00$ 	$I_R = 20.00$ $I_G = 0.00$ $I_B = 0.00$ 
$I_R = 20.00$ $I_G = 0.00$ $I_B = 5.00$ 	$I_R = 20.00$ $I_G = 0.00$ $I_B = 10.00$ 	$I_R = 20.00$ $I_G = 0.00$ $I_B = 20.00$ 	$I_R = 20.00$ $I_G = 10.00$ $I_B = 0.00$ 	$I_R = 20.00$ $I_G = 10.00$ $I_B = 10.00$ 

當我們進行如圖二十六所示，當三顆三合一封裝之 LED 混光時，我們任意調整各顆三合一封裝 LED 各色光所串聯的可變電阻，以產生不同電流來驅動各色光 LED，並觀察其直接拍光源及打到 A4 白紙時之混光情形，其結果如表十所示。

表十：三顆三合一封裝之 LED 混光情形(光源打到 A4 白紙，電流單位：mA)

RGB 混光照片	第一顆	第二顆	第三顆
 (直接拍光源)	$I_R = 20.00$ $I_G = 0.00$ $I_B = 0.00$	$I_R = 0.00$ $I_G = 20.00$ $I_B = 0.00$	$I_R = 0.00$ $I_G = 0.00$ $I_B = 20.00$
 (打到 A4 白紙)	$I_R = 20.00$ $I_G = 0.00$ $I_B = 0.00$	$I_R = 0.00$ $I_G = 20.00$ $I_B = 0.00$	$I_R = 0.00$ $I_G = 0.00$ $I_B = 20.00$
 (直接拍光源)	$I_R = 20.00$ $I_G = 0.00$ $I_B = 5.00$	$I_R = 0.00$ $I_G = 20.00$ $I_B = 5.00$	$I_R = 20.00$ $I_G = 5.00$ $I_B = 0.00$
 (打到 A4 白紙)	$I_R = 20.00$ $I_G = 0.00$ $I_B = 5.00$	$I_R = 0.00$ $I_G = 20.00$ $I_B = 5.00$	$I_R = 20.00$ $I_G = 5.00$ $I_B = 0.00$

三、三合一的 LED 混光與三原色顏料（紅、黃、藍）混色之比較：

1. 採用三原色液體顏料（紅、黃、藍）進行混色：

(1) 紅色顏料與藍色顏料的體積依 1:1、2:1、3:1、1:2、1:3 來進行混色，結果如圖(三十三)調色盤的外環。

(2) 紅色(R)顏料、黃色(Y)顏料與藍色(B)顏料的體積依 1:1:1 來進行混色，結果如圖(三






十三)調色盤的中央處。



圖三十三：三原色液體顏料（紅、黃、藍）進行混色之結果

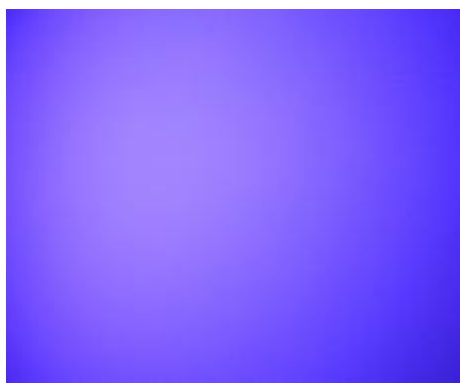
2. 採用三合一封裝 LED 之三原色光(R、G、B) 進行混色：

(1) 紅色光(R)與藍色光(B)的(發光)照度依 1:1、2:1、3:1、1:2、1:3 來進行混光之結果，如圖三十四所示。

R:10 lux B:10 lux	R:10 lux B:20 lux	R:10 lux B:30 lux	R:20 lux B:10 lux	R:30 lux B:10 lux
				

圖三十四：紅色光與藍色光的(發光)照度依 1:1、2:1、3:1、1:2、1:3 混光結果

(2) 紅色光(R)、綠色光(G)與藍色光(B)的(發光)照度依 1:1:1 來進行混光之結果，如圖三十五所示。



圖三十五：紅色光(R)、綠色光(G)與藍色光(B)的(發光)照度皆為 30 lux 進行混光的結果

四、利用電風扇來進行(三原色)色紙的混色：

- (1) 分別在電風扇的三個葉片貼上紅、黃、藍的色紙，如圖三十六所示；再將電風扇旋轉，來觀察混色的情形，其結果如圖三十七所示。



圖三十六：分別在電風扇的三個葉片貼上紅、黃、藍的色紙 (靜止時)



圖三十七：分別在電風扇的三個葉片貼上紅、黃、藍的色紙 (旋轉時)

- (2) 分別在電風扇的三個葉片貼上紅、綠、藍的色紙，如圖三十八所示；再將電風扇旋轉，來觀察混色的情形，其結果如圖三十九所示。



圖三十八：分別在電風扇的三個葉片貼上紅、綠、藍的色紙 (靜止時)



圖三十九：分別在電風扇的三個葉片貼上紅、綠、藍的色紙 (旋轉時)

陸、討論

1. 由砲彈型三原色光(R、G、B)之 LED 各別以不同電流予以驅動時，所得到的照度值對電流之關係圖可以看出，當電流增加時，LED 所發出之光的照度值亦隨之增加。而且，在相同之輸入電流情況下，綠光發光的照度值最佳。事實上，在西元 1931 年國際照明委員會(CIE)【9、11】定出了在小視場(field of view,2°)匹配等能光譜色的 r、g、b 光譜三刺激值，並將這組函數稱為「1931 CIE-RGB 系統標準觀察者」。國際照明委員會規定紅、綠、藍三原色的波長分別為 700nm、546.1nm、435.8nm。在顏色匹配實驗中，這三原色的相對亮度比例為 1.0000 : 4.5907 : 0.0601 就能匹配出等能白光【9、11】。所以只要我們將連接到這些砲彈型 (R、G、B) LED 的可變電阻予以調整，使 R、G、B 的 LED 之相對亮度比例為 1.0000 : 4.5907 : 0.0601，那麼就可以混出白光。
2. 當我們採用三合一封裝之 LED 來進行混光實驗，發現到由於此種 LED 因為將 R、G、B 三色 LED 予以封裝在一起，因此我們要配出任何顏色的光時更為容易。
3. 由本作品可以得知，若我們要配出偏紅光的色彩，則只要將通過紅光 LED 的電流予以增加，就可以達成。同樣地，若要配出偏藍光的色彩，則只要將通過藍光 LED 的電流予以增加，也可以達成。依此類推，若要配出偏綠光的色彩，則只要將通過綠光 LED 的電流予以增加，我們亦可以達成目標。因此，LED 之混光非常類似於國小二年級上學期的生活課程(翰林出版)之「色彩變變變」單元中所學的知識。只不過，色彩的混色，我們採用紅色、黃色及藍色的水彩來進行混色；而色光的混光是採用紅、綠、藍三(原)色光的 LED 來進行混光。
4. 由三原色液體顏料以 1:1:1 混色結果，顏色呈暗灰色，是一減法混色；而採用三原色光以同比例的照度混光的結果，顏色變亮，是一加法混色。
5. 當我們利用電風扇來進行(三原色)色紙的混色，不管是在電風扇的三個葉片貼上紅、黃、藍的色紙，或者在電風扇的三個葉片貼上紅、綠、藍的色紙，當電風扇旋轉時，所混出的顏色呈現較為灰暗的顏色，更加可以證明顏色三原色為一減法混色。
6. 由本作品可以得知，若我們使用三合一封裝之 LED 來進行混光，若分別在紅、綠、藍三(原)色光的發光二極體通以適當的電流，就可以混出各種不同顏色的色光，也可採用多顆 LED 來混出五彩繽紛的色彩，所以我們將其應用在生活中相當多的領域上，例如：電子看板、燈光舞台、照明用途上。

柒、結論

1. 我們藉由國小二年級上學期的生活課程(翰林出版)之「色彩變變變」單元以及國小四年級上學期的自然與生活科技(牛頓開發教課書)之第四單元「燈泡亮了」在這兩個單元來進行本作品，發現到：當我們在各種不同色光 (R、G、B)之 LED 各別以不同電流予以驅

動時，便可以混出各種不同顏色的光。若分別在 R、G、B LED 通以適當的電流，就可以混出白光。如此，我們就可以將其應用在照明使用上。

2. 由於 LED 具有節能省電、壽命長、體積小、環保、響應快、抗震動等等優點，對講究環保節能的今天，著實為一相當良好的照明元件。目前，LED 之應用已相當廣泛，其可用於照明、汽車燈、機車燈、交通號誌、顯示、資訊看板、液晶面板、家電、數位照相機、數位攝影機以及醫療用燈（如牙醫燈及手術燈）等等領域上。

3. 雖然，目前 LED 的單位成本比燈泡、日光燈來得昂貴，但是近年來相當多的國家及地區皆積極開發新的製程及材料，相信在不久的將來必定會大幅降低 LED 的價格，屆時 LED 照明時代應該就不遠了。

捌、參考資料及其他

1. http://cdnet.stpi.org.tw/techroom/topics/bio_biofuel/cnj_biofuel.htm
2. “國民小學生活 2 上”（修訂三版），翰林出版事業股份有限公司（2010 年八月）。
3. “自然與生活科技 4 上”，牛頓開發教科書股份有限公司（2004 年五月）。
4. 李農、楊燕 譯，“照明手冊”（第二版），全華科技圖書股份有限公司（2006 年 10 月）。
5. 莊明賢 編著，“基本電學”，儒林圖書有限公司（1997 年 9 月）。
6. 陳自雄、陳子筠 編著，“基本電學(全)”，儒林圖書有限公司（2007 年 9 月）。
7. 余政光、黃國軒 編譯，“基本電學(上)”，全華科技圖書股份有限公司（1999 年 6 月）。
8. http://www.gelighting.com/na/business_lighting/education_resources/learn_about_light/color_specifying.htm
9. 郭浩中、賴芳儀、郭守義，“LED 原理與應用”（初版），五南圖書出版公司（2009 年 12 月）。
10. <http://jifeng886.diytrade.com/sdp/238828/3/cp-1054146/0.html>
11. http://en.wikipedia.org/wiki/CIE_1931_color_space.

【評語】 080113

1. 實驗過程明晰，科學精神佳。
2. 結論統整部分可再加強。
3. 建議持續深入研究，增加創意巧思的部分。