

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學科

030816

亮！不亮？要你好看！！

學校名稱：臺北縣立中山國民中學

作者： 國一 康凱恩 國一 周品全 國一 王寶華 國一 李亞軒	指導老師： 蕭再進
---	------------------

關鍵詞：LED 發光二極體、色光、色料

作品名稱: 亮! 不亮? 要你好看!!

摘要

七彩LED是各色分明，非常省電的劃時代光源，易於控制的色彩變化帶來各種應用尚待挖掘，但是發現LED混光混色的複合變化難以掌握其配色規則與注意事項，造成創作的困難。

本實驗先把單色LED發出的三原色光(及其混光)穿透過或照射於不同材質中的色料(紅，綠，藍三色及其混色)得到混合效果，歸納出規律性。目的將所學的一般混光與混色規則，在LED領域做進一步推展，並比較透射與反射兩種模式，找出通用準則與技巧。

然後採用各種素材，配合人眼辨識視覺原理將平面的靜態圖形轉化成各種動態化影像與文字。最後推演出數種應用設計，來驗證超低耗能的LED可以應用在視覺效果的產品上，未來甚至可能取代部分高耗能的霓虹燈或廣告看板。

壹、研究動機

我們剛學過康軒版自然與生活科技國民中學第二冊主題活動:五光十色中的三原色光，紅、藍、綠及其色光混合原理。還有康軒版藝術與人文國民中學第一冊第一章藝術開門中「光線」單元中，提到光的強弱直接影響了眼睛的能見度，藝術家利用光的性質、照射方向、強度等，來表現物體的光影明暗變化。

這些知識，加上知道了LED的好處(省電，安全，易使用，顏色鮮艷，容易控制，不占空間)，引起了我們的好奇心 - 如果五顏六色、光彩奪目的LED，加上不同顏色的色料變化，藉由透射或反射於不同的物體上，會有什麼變化? 可以作什麼視覺應用呢?

貳、研究目的

- 一、 LED三原色光源混光可以得到哪些顏色？ LED光源先經過不同材質混光得到的色光是否影響混色的結果？
- 二、 利用混光前、後的LED光源來穿透色環，能混合出哪些顏色？ 有無一致的混光配色規則？
- 三、 利用找出的混光配色規則來為圖案配色，是否能得到動態效果？可以產出哪些動態效果？
- 四、 圖案用不同材質來製作是否仍能得到相同混色結果與動態效果？
- 五、 利用混光前後的LED光源來照射色環，能混合出哪些顏色？ 有無一致的混光配色規則？ 是否與透射實驗結果相同？
- 六、 應用混光配色規則來製作反射面上圖形是否也能產生圖形辨識差別及動態效果？
- 七、 應用混光配色規則來製作文字圖案，是否能影響人眼辨識結果並產生動態效果？

參、研究設備及器材

一、 LED燈電池盒

(一) 實驗材料:

七彩LED(能按順序發出RGB三原色及混色)、單色LED(RGB與白色)、1.2V電池、電池盒、電源開關白色宣紙。

(二) 自製實驗器材步驟:

將各色LED裝上開關後整束裝入飛天雪人、布娃娃和氣氛燈內部。將白色宣紙罩在LED上，以求更好混光效果(圖3 - 6)。



圖 1

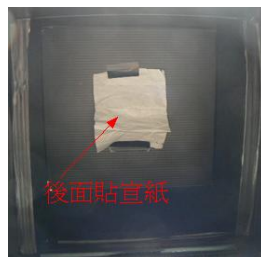


圖2

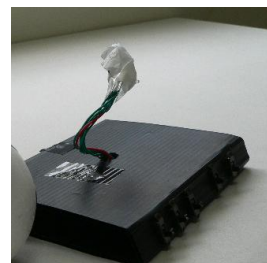


圖3



圖 4

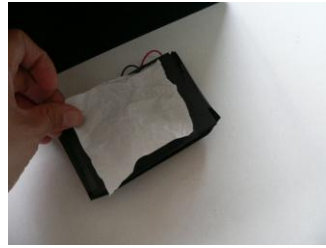


圖5

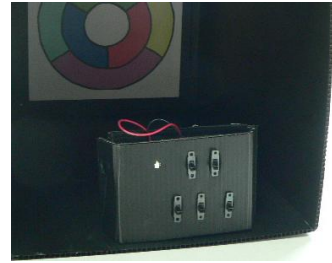


圖6

二、 暗箱

(一) 實驗材料:

黑色硬紙卡、黑色膠帶、剪刀

(二) 自製實驗器材步驟:

1. 將黑色硬紙卡剪出五平面，用黑膠帶貼好做成一端開口的黑盒子。
2. 透射實驗的盒子中間位置割縫，插進抽換色環的卡片。(圖7 - 11)

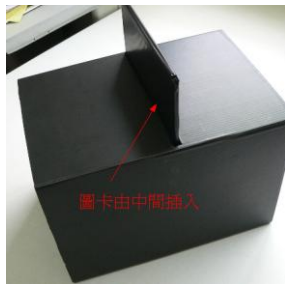


圖 7



圖8

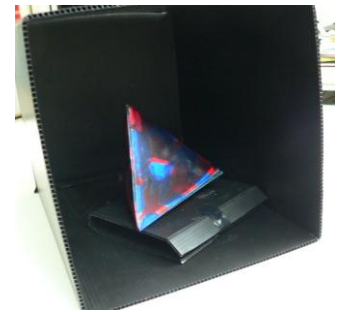


圖9



圖 10



圖11

3. 反射光實驗的盒子後端割縫，插進抽換色環的卡片。(圖12~16)



圖 12



圖13



圖14

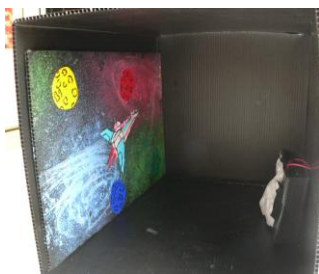


圖 15



圖16

三、透射色環

(一)實驗材料:

黑色硬紙卡、白紙、水袋、水彩筆、透明水彩、黑色膠帶、剪刀

(二)自製實驗器材步驟:

白紙畫上色環，內圈紅、藍、綠色，外圈紫紅、黃和淺藍色。在黑色硬紙卡割出正方形缺口，把色環紙夾在兩張割好的紙卡內固定。(圖17~18)

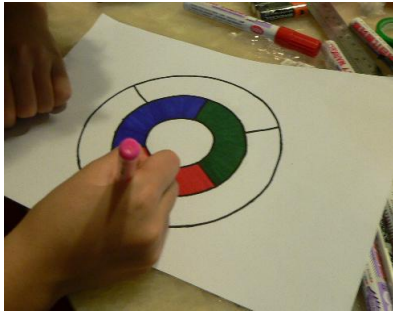


圖 17



圖18

四、飛天雪人和布娃娃：

(一)實驗材料:

白色保利龍直徑五和四公分各兩個、保利龍膠、黑色硬紙卡、白紙、水彩筆、透明水彩、麥克筆、花布。

(二)自製實驗器材步驟:

1. 將保利龍內部挖空，接成身體後黏好，由下往上置入LED。將色環上的各種顏色用麥克筆在白紙上畫上披風的圖案，即成飛天雪人。
2. 將花布縫成衣服，套在另一個黏好的保利龍球上，做成布娃娃的造型。(圖19~24)

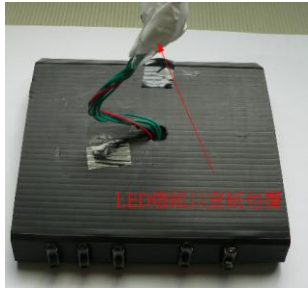


圖 19

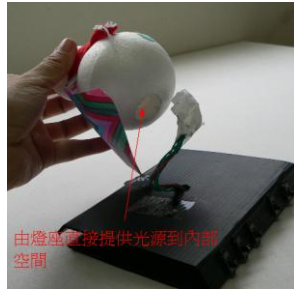


圖20

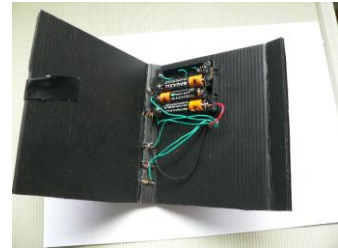


圖21



圖 22



圖23



圖24

五、 圖地反轉盒：

製作透光盒子，上面兩組圖案以規律變化的角度與位置相互交錯排列。

(一) 實驗材料準備：

黑色硬紙卡、白紙、水彩筆、透明水彩、麥克筆、保利龍膠、霧面塑膠片。

(二) 自製實驗器材步驟步驟:

將霧面塑膠片摺成立體的三角形，將飛鳥的圖地反轉圖，在四面分別用紅、藍、綠三色中的任兩色畫上做為背景與前景飛鳥的顏色。



圖 25

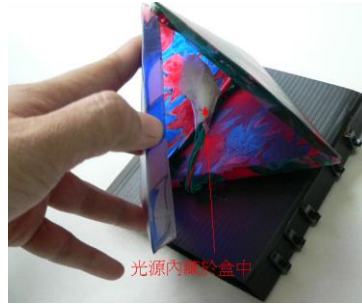


圖26

六、 反射色環：

(一) 實驗材料:

黑色硬紙卡、白紙、黑色膠帶、剪刀

(二) 自製實驗器材步驟:

先用黑色麥克筆在白紙上畫出兩圈色環，再用小畫家在電腦上色，內圈是紅藍綠三色，外圈對應的是紫紅、黃和淺色，印出後貼在黑色硬紙卡上。(圖27~28)

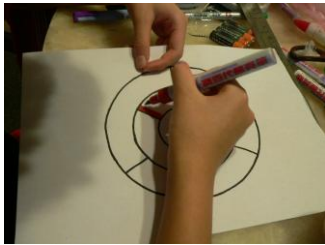


圖 27



圖28

七、 海底世界和外太空圖卡:

(一) 實驗材料:

黑色硬紙卡、白紙、色紙、黑色麥克筆、黑色膠帶、剪刀、膠水

(二) 自製實驗器材步驟:

1. 先用黑色麥克筆在白紙上畫出海底世界，掃描後再用小畫家在電腦上色，一個海底生物盡量只用一個顏色，水母指定為白色，直接呈現照射燈光顏色。(圖29)
2. 用牙刷沾不透明水彩，指彈刷毛將色料噴灑在黑色硬紙卡上，另剪出太空梭(白)及隕石等的造形。(圖30)



(圖 29)



(圖30)

八、 招財進寶圖卡:

(一) 實驗材料:

黑色硬紙卡、白紙、黑色膠帶、剪刀

(二) 自製實驗器材步驟:

用小畫家在電腦上將招財進寶四個字的組合，用油漆桶指定顏色，使用紅、藍、綠三色及其混色(淺藍綠色)。(圖31~33)



(圖 31)



(圖32)



(圖33)

肆、 研究過程和方法

透過資料中我們知道三原色色光混合的規則，也知道三原色色料混合的規則，如下:

【色光三原色混合】原色是指光線中或顏料中的色彩，無法再分解出其他的顏色，或無法以其他的色光或色料混合出來（如圖34）。若以適當的比例混合，則三原色光可調出各種不同的色光。



圖 34

例如，將紅和綠的色光混合，可得到黃色光；綠和藍光混合可得淺藍色光；紅和藍混合可得紫色光。若將三原色光混合，則變白光。這些色光混合後，會得到比原來色光更明亮的色光，因此色光的混合，又稱為「色光加色混合」。如圖35所示:

而色料的混合則會得到比原來暗的顏色，如圖36所示:

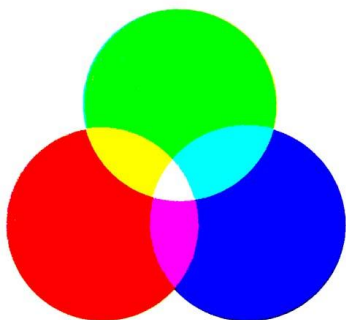


圖 35



圖36

色彩三原色是紅、黃、藍三色。紅黃相混成橙色；黃藍相混成綠色；紅藍相混成紫色，再把紅、黃、藍三色相混合就變成暗褐色，若等量相混合就接近黑色，這樣色彩混色結果愈來愈暗，稱為「顏料減色混合」。

七彩LED的色光循環先是依紅、綠、藍單色以較慢的速度跑過一遍，接著是依紅綠、綠藍、藍紅的順序以較快的速度重覆數次，再以紅藍、紅綠、藍綠的順序快速重覆數次。（參圖表一）

因為LED光源混光是色光的混合，而透射過或是反射於色料圖形時是色料的混合，因此LED的混色應用必須重新歸納出一套規則。因此藉由以下的實驗來探討：

實驗一：LED三原色光源其混光可以得到哪些顏色？LED光源先經過不同材質混光得到的色光是否影響混色的結果？

【問題】 LED單色色光透過各種白色材質混合後是否都符合色光混合之規則

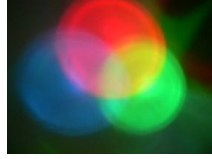

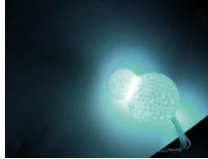



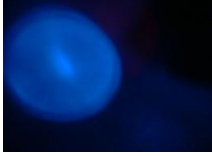
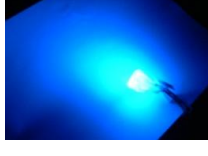
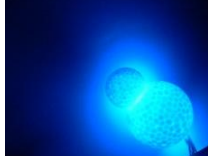
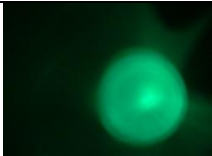
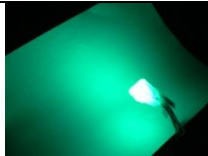







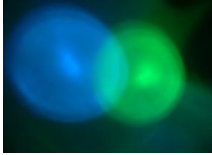


【步驟】 (一) 以白紙包在多個單色LED外，同時點亮兩個LED得到混光。

(二) 以挖空的白色保麗龍球包在多個單色LED外，同時點亮兩個LED得到混光。

(三) 觀察並記錄混合前後的LED色光顏色

【結果】 LED光源透過各種白色或無色材質混合出來的色彩大致與色光混合理論上得到的相同，色差不大。

圖表一

光源混光	七彩LED直接照射白色牆面(約30CM)	燈源包宣紙	燈源包保利龍球
紅綠藍光(白光) 穿透後的顏色			
紅光穿透後的顏色			
藍光穿透後的顏色			
綠光穿透後的顏色			
紅藍光(紫光)穿透後的顏色			
紅綠光(黃光) 穿透後的顏色			
綠藍光(淺藍光) 穿透後的顏色			

實驗二：利用混光前、後的LED光源來穿透色環的各顏色，能混合出哪些顏色？有無一致的混光配色規則？

【問題】各顏色的色光穿透不同的顏料各會產生何色？可歸納何種規則？

【步驟】(一) 將製作好的色環圖卡插入暗箱約中央的位置

(二) 切換不同顏色光源組合，改變光源的顏色分別為白、紅、藍、綠、紅藍(紫)、紅綠(黃)、綠藍(淺藍)等。

(三) 觀察並個別記錄每一個色環上的顏色及亮度變化。

【結果】由圖表二發現：

三原色光透過同色色料不會變顏色，例如：紅色透過紅色圖案還是紅色。

三原色光遇到互補色色料會變黑色。例如：紅色透過綠色變黑色。外環兩相鄰顏色經過色光與色料混合會變內環的顏色。例如：黃(紅綠)光透過淺藍色變成淺綠色。






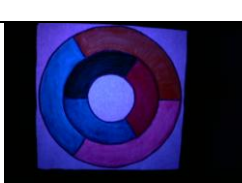
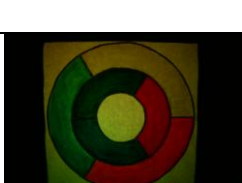
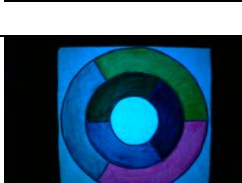
當圖形中主體顏色與色光為相鄰原色且圖形背景為此兩原色混成的顏色時，透過色光照射會將主體色變成跟背景接近。因此主體圖形變不明顯。例如：紅光穿透藍色(主體)紫色(背景)的圖片時會將藍變紫，紫變偏紅的紫色，因此使藍色(主體)的圖形變不明顯。相對也將使主體凸顯於其他不接近的顏色中。

無色區域會隨著透射光的顏色穿透而直接呈現該色，所以相鄰的區域如果有該顏色的色料則會融合成同一塊形狀。

黑色區域不會隨主體色變化。

色光透過色料後，其亮度降低。由此判定色光與色料的混色適用減法原則。也因此色環外環必須設置較淺的顏色，太深的顏色做不出效果。經過多次試驗發現用三原色光混合出的洋紅、淺藍、黃最適合用來實驗。

圖表二

原本顏色 光源的顏色	紅	綠	藍	洋紅	淺藍	黃	
白光	紅	深綠	深藍	洋紅	淺藍	黃	
紅光	紅	黑	暗紫	紅	暗紫	紅	
藍光	暗紫	深藍 綠	深藍	桃紅	藍	綠	
綠光	黑	深綠	藍綠	紅	淺藍 綠	黃綠	
紅藍光(紫光)	紫紅 色	深綠	深藍	桃紅	淺藍	橘	
紅綠光(黃光)	紅	綠	深藍	桃紅	淺綠	黃	
綠藍光(淺藍光)	暗紫	深綠	深藍	粉紅	淺藍	淺綠	

實驗三：製作重複有規則性的圖案，控制光源變化並利用混光配色規則來為圖案配色，找出視覺效果

【問題】利用找出的混光配色規則來為圖案配色，是否能得到動態效果？可以產出哪些動態效果？

【步驟】

- (一) 將製作好的飛天雪人和圖地反轉盒放入LED組並置入暗箱中
- (二) 控制單顆LED，分別切換不同顏色光源組合，改變光源的顏色分別為白、紅、藍、綠、紅藍(紫光)、紅綠(黃)、綠藍(淺藍)等。
- (三) 記錄披風的星星顏色變化。
- (四) 打開七彩LED，觀察披風圖案是否有因著光源變化產生視覺上星星大小的變化。

【結果】因著七彩LED的循環變化，披風上星星圖案有時變小，有時變大。造成視覺上大小的變化，具有動態效果。(參圖表三)

因著七彩LED的循環變化，圖地反轉盒上的飛鳥前景與飛鳥背景呈現交互凸顯的效果，產生圖(前景)與地(背景)交換的錯覺現象。(參圖表四)

【應用】1. 七彩寶特瓶蓋套: 將附有按壓開關的七彩LED燈模組用矽膠做出軟外殼，(參圖37, 38) 套在寶特瓶蓋上，光線在瓶體中產生類似飛天雪人的效果，藉此可以發展各種將瓶體圖紋變成動態變色商品展示。(參圖表三)

2. 氣氛燈: 如飛鳥圖設計製作出透光塑膠外殼，表面印出各種圖文，內設七彩LED燈即可製作出各種氣氛燈。形狀跟圖案都可衍生各種變化。



















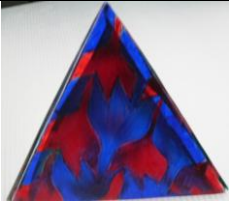



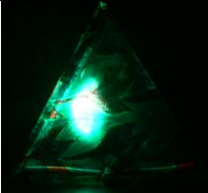



圖37



圖38

圖表三

原本顏色 光源的顏色	紅	綠	藍	洋紅	淺藍	黃		
白光	紅	深綠	深藍	洋紅	淺藍	黃		
紅光	紅	黑	黑	紅	紫	紅		
藍光	紫	深藍 綠	深藍	桃紅	藍	綠		
綠光	黑	深綠	深藍 綠	紅	淺藍 綠	黃 綠		
紅藍光 (紫光)	紫 紅色	深綠	深藍	紅	藍	橘		
紅綠光 (黃光)	紅	綠	深藍	紅	淺綠	黃		
綠藍光 (淺藍 光)	紫	綠	淺藍	紅	藍	淺 綠		

原本顏色 光源的顏色	紅	藍	
白光	紅(凸顯)	藍(凸顯)	
紅光	紅(凸顯)	灰黑	
藍光	黑	藍(凸顯)	
綠光	黑	藍綠(凸顯)	
紅藍光(紫光)	紫紅色(凸顯)	藍紫(凸顯)	
紅綠光(黃光)	紅(凸顯)	藍綠(凸顯)	
綠藍光(淺藍光)	黑紫	藍(凸顯)	

圖表四

實驗四：選用已有色環上顏色的透光材質，控制光源的變化並利用混光配色規則來為圖案配色，找出視覺效果

【問題】利用找出的混光配色規則來為圖案配色，是否能得到動態效果？可以產出哪些動態效果？

【步驟】

(一) 將布娃娃放入LED組並置入暗箱中



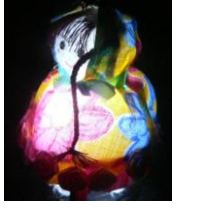
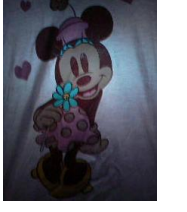




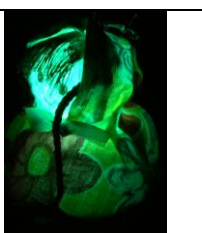
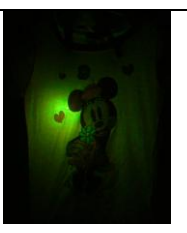


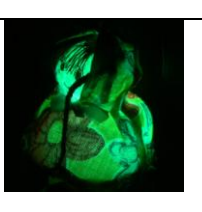



(二) 分別切換光源顏色為白、紅、藍、綠、紅藍(紫)、紅綠(黃)、綠藍(淺藍)等。

(三) 個別記錄布娃娃衣服顏色變化。

(四) 打開七彩LED，觀察布娃娃的衣服圖案是否有視覺動態變化。

【結果】參圖表五，雖然布料的材質顏色不像紙張那麼均勻，但是展現出來的混色效果近似。各個花紋圖案隨著七彩LED的變化而有突顯和與其他圖案融合的視覺變化。

【應用】發光T恤：將附有按壓開關的七彩LED燈模組(單顆七彩LED)用矽膠做出軟外殼，加上項鍊掛在脖子上，光線在衣服內產生類似透光布娃娃的效果，藉此可以發展各種將衣服圖紋變成動態展示。(參圖表五)

原本顏色 光源 的顏色	紅	綠	藍	橘	淺 藍	黃	淺 綠	紫		
白光	紅	深 綠	深 藍	橘	淺 藍	黃	淺 綠	紫		
紅光	紅	黑	暗 紫	紅	藍 紫	紅	黑	黑		
藍光	黑	藍 綠	藍	桃 紅	藍	綠	藍 綠	亮 紫		
綠光	暗 紅	深 綠	藍 綠	紅	淺 藍	黃 綠	綠	灰 黑		
紅藍光 (紫光)	紫 紅色	暗 綠	深 藍	桃 紅	藍	橘	綠	紫		
紅綠光 (黃光)	紅	綠	深 藍 黑	桃 紅	淺 藍	黃	綠	黑		
綠藍光 (淺藍光)	暗 紫	深 綠	深 藍	粉 紅	藍	暗 黃	綠	藍 紫		

圖表五

實驗五：利用混光前、後的LED光源來照射色環的各顏色，能混合出哪些顏色？有無一致的混光配色規則？是否與透射實驗結果相同？

【問題】各顏色的色光反射於不同的顏料，各會產生何種顏色？可歸納何種規則？

【步驟】

- (一) 將製作好的色環圖卡插入暗箱底部
- (二) 切換光源顏色為白、紅、藍、綠、紅藍(紫)、紅綠(黃)、綠藍(淺藍)等。
- (三) 觀察並個別記錄每一個色環上的顏色由原本的什麼顏色變成什麼色，以及亮度變化。

【結果】三原色的色光反射於同色色料時，不會變顏色。

三原色的色光遇到互補色色料時，會變成黑色。外環兩相鄰的顏色，經過色光與色料的混合，會變成內環的顏色。









當圖形中主體顏色與色光為相鄰原色，且圖形背景為此兩原色混成的顏色時，透過色光的照射，會將主體顏色變成跟背景接近。因此主體圖形變不明顯。白色區域會隨著透射光的顏色穿透而直接呈現該色，所以相鄰的區域如果剛好有同樣顏色的色料，則會融合成同一塊形狀。

黑色區域不會隨主體色變化。

色光反射於色料圖案後，其亮度降低。

由上歸納混光配色規則發現與透射實驗結果大致相同。(參圖表六)

圖表六

原本顏色 光源 的顏色	紅	綠	藍	洋紅	淺藍	黃	
白光	紅	深綠	深藍	洋紅	淺藍	黃	
紅光	紅	黑	暗紫	紅	暗紫	紅	
藍光	暗紫	深藍 綠	深藍	桃紅	藍	綠	
綠光	黑	深綠	藍綠	紅	淺藍 綠	黃綠	
紅藍光(紫光)	紫紅 色	深綠	深藍	桃紅	淺藍	橘	
紅綠光(黃光)	紅	綠	深藍	桃紅	淺綠	黃	
綠藍光(淺藍光)	暗紫	深綠	深藍	粉紅	淺藍	淺綠	

實驗六：應用混光配色規則來製作反射面上圖形，是否也能產生圖形辨識差別及動態效果

【問題】LED色光與色料藉由反射混光對圖形識別辨識是否有影響？






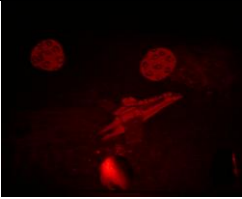









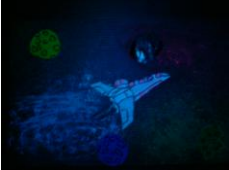
【步驟】

- (一) 將製作好的海底世界(單色構成圖案)和太空圖卡(漸層構成圖案)插入暗箱底部
- (二) 切換光源顏色為白、紅、藍、綠、紅藍(紫)、紅綠(黃)、綠藍(淺藍)等。
- (三) 觀察並個別記錄每一個圖卡上的顏色由原本的什麼顏色變成什麼色，以及亮度變化。

【結果】從各個單色構成的海底世界圖案上我們觀察到各個海底生物圖案因著光線的變化有時候變的很明顯，有時候變的很不明顯。這樣的效果造成人眼辨識的差別。

從太空圖卡中我們發現漸層混色的區域會有色彩逐漸轉變的動態視覺效果。(參圖表七)

圖表七

原本顏色 光源 的顏色	白	紅	綠	藍	洋紅	淺藍	黃		
白光	白	紅	深綠	深藍	洋紅	淺藍	黃		
紅光	紅	紅	灰黑	黑	紅	淡紫	紅		
藍光	藍	黑	深藍 綠	深藍	紫	藍	暗黃		
綠光	綠	黑	綠	藍綠	深紅	綠	綠		
紅藍光 (紫光)	紫	紫紅 色	深綠	深藍	桃紅	淺藍	橘		
紅綠光 (黃光)	黃	紅	綠	深綠	桃紅	淺綠	黃		
綠藍光 (淺藍光)	藍 綠	暗 紫	深綠	深藍	粉紅	淺藍	淺 綠		

實驗七：應用混光配色規則來製作文字圖案，是否能影響人眼辨識結果，並產生動態效果？

【問題】不同LED色光反射於色料表面對文字識別辨識是否有影響？

【步驟】

(一)將製作好的字體圖卡插入暗箱底部

(二)切換光源顏色為白、紅、藍、綠、紅藍(紫)、紅綠(黃)、綠藍(淺藍)等。

(三)觀察並個別記錄每一個字體上的顏色由原本的什麼顏色變成什麼色，以及亮度變化

【結果】原本在平常的單一燈光下無法輕易分解出各個單字，經過七彩LED三色光的照射後，依序顯現出各個單字，由此獲得類似霓虹燈的字體交換動態呈現的效果。













本實驗的四個字體採用紅，藍，綠，與淺藍四色。 主要是因為紅藍綠三原色料受到紅藍綠三原色光照射時，原色跟原色的混合後突顯與隱藏的效果最強。而採用淺藍色作為”財”與”寶”間共用的”貝”的顏色，是因為經過三原色的照射後，顏色變化可以融入兩種字中。(參圖表八)

【應用】將裝有LED燈的招財進寶文字設置於3D春聯上，實際觀看其產品效果。(參圖39)



圖39

圖表八

原本顏色 光源的顏色	紅 	綠 	藍 	淺藍 	
白光	紅	深綠	深藍	淺藍	
紅光	紅	黑灰	暗紫	灰	
藍光	暗紫	深藍 綠	深藍	藍	
綠光	黑	深綠	藍綠	淺藍 綠	
紅藍光(紫光)	紫紅色	暗綠 近灰	藍	淺藍	
紅綠光(黃光)	紅	綠	深藍	淺綠	
綠藍光(淺藍光)	暗紫近 灰	綠	藍	淺藍	

伍、研究結果

實驗一：LED光源透過白色或無色材質混合出來的色彩大致與理論上得到的相同，色差不大。即使用不同的材質來混光，得到結果大致相同。色光與色光混合後，其亮度增加。光源內色光的混合確認為「色光加色混合」。

實驗二：三原色的色光透過同色色料時不會變色，三原色的色光遇到互補色色料時會變黑色。

外環兩相鄰的顏色，經過色光與色料的混合會變內環的顏色。當圖形中主體顏色與色光為相鄰原色，且圖形背景為此兩原色混成的顏色時，透過色光的照射，會將主體顏色變成跟背景接近。因此主體圖形變不明顯。相對的，也將使本主體凸顯於其他不接近的顏色中。無色區域會隨著透射光的顏色穿透而直接呈現該色，黑色區域不會隨主體色變化。色光透過色料後，其亮度降低。此混合確認為「顏料減色混合」。

實驗三：因著七彩LED的循環變化，可以產生視覺上大小的變化，也可以產生圖(前景)與地(背景)交換的錯覺現象。

實驗四：布料或是其它近似的透光材質展現出來的混色效果是相近似的。

實驗五：反射混光配色規則發現與透射實驗結果大致相同。

實驗六：圖形經過七彩LED光線照射後反射的圖案變化足以造成人眼辨識的差別。這樣的結果與透射實驗結果大致相同。漸層色的圖案在漸層混色的區域會有色彩逐漸變化的視覺效果。

實驗七：七彩LED三色光依序照射於由各種顏色組成的字串會依序顯現出各個單字，可做出類似霓虹燈的字體交換動態呈現的效果。

陸、討論

- 一、 LED發出的三原色光受限於各製造商的些微差異性，所以應用設計時可能須參考修正。光源透過混光的媒介若帶有顏色會造成色偏，但也可藉此作為調整光源色差的方式。
- 二、 七彩LED光源是無段變化的光源組合，一開始討論多次不知道要如何來掌握時間點，後來改用單色的LED配上開關來單獨切換，以組合出各種光源混合。為求簡化，本實驗的所有應用均採用內建IC的5mm砲彈LED來製作，如果希望應用到大型的作品，也可以採用七彩LED燈條外接閃爍IC來達成。
- 三、 藉由單一個光源要作出各種動態圖文展示本來是很不容易的，但是內建IC不斷變化各種顏色的七彩LED卻提供了輕易達成的途徑，唯一欠缺的是配色者預先對混色規則的了解，本實驗針對各種可能應用模式來測試，藉此提供參照的方式。
- 四、 本實驗色料主要以光的三原色(R G B，紅、綠、藍)來實驗，用以簡化變因，強化混色的效果，其他混色的可能也是未來值得擴充的。不過，LED的混光要跟色料混合時，盡量還是與較淺的顏色相混，免得顏色變太暗，效果不明顯。

柒、結論

三原色LED的問世讓我們獲得易控制的七彩變化光源，本實驗目的在於利用這種劃時代光源來探討各種色光和色料的混合變化，特別是LED色光穿透過透明色料以及反射於不透明色料的混色結果的種種歸納與應用。其中因著色光和色料的各種排列組合的混成與圖案編排的設計，可以展現出各種動態視覺的效果變化，設計出各種作品，並由此驗證各種色光和色料混和後對圖形辨識造成的影響及其原理。

捌、參考資料及其他

- 一、 書名: 國中自然與生活科技 國民中學第二冊主題活動:五光十色 出版社: 康軒文教事業 出版年: 98年
- 二、 書名: 藝術與人文 國民中學第一冊 第一章藝術開門「光線」單元 出版社: 康軒文教事業 出版年: 97年
- 三、 作者: 李蕭鋸 書名: 維基百科 - 原色
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%89%E5%8E%9F%E8%89%B2>
- 四、 作者: 林良 書名: 彩虹街 出版社: 國語日報
出版年: 2008
- 五、 作者: 林秋萍、蔡淑惠 書名: 色彩學 I 出版社: 全華科技 出版
出版年: 2004 ISBN: 9572144332
- 六、 作者: 陳怡任 書名: 演色表&色彩配色 出版社: 新形象出版事
有限公司出版年: 2010
- 七、 書名: 色彩學講座 出版社: 廣西師範大學出版社(北京貝貝特) 出
出版年: 2008
- 八、 作者: ArtTone 視覺研究中心 書名: 綜合配色寶典
出版社: 佳魁資訊股份有限公司 出版年: 2009
- 九、 作者: 理查·威廉斯 書名: 動畫基礎技法 出版社: 龍溪 出版年: 2005
- 十、 色光三原色與色料三原色- Yahoo!奇摩知識+.htm

【評語】 030816

- 1.本研究將單色LED發出的三原色光及其混光穿透照射於不同材質的色料得出混合效果，並歸納出其規律性。
- 2.本研究之報告撰寫詳實，若能在壁報及口頭報告方面加強，則成果將更可觀。