

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生活與應用科學科

080802

發光萬色筒

學校名稱：高雄市新興區信義國民小學

作者： 小六 鍾宇涵 小五 柯逸萱 小六 陳怡璇 小六 張家凌	指導老師： 謝惠聰
---	--------------

關鍵詞：LED 燈、彩虹、萬花筒

發光萬色筒

摘要

研究結果：光有三原色『紅綠藍』。色料三原色『紅黃藍』。紅與綠光呈黃色、紅與藍光呈紫色……如果各光的混合強度不等亮度，則會形成不同色澤的色光。這些色光會衍生更多色光，彩虹顏色『紅橙黃綠藍靛紫』就是這樣形成。白光照射各種色料物品顏色不會變：紅就是紅、綠就是綠。色料只反映自己顏色，吸收其他顏色，只要沒有光線就是黑色。所有色料顏色混在一起會成黑色。透過 LED 燈，把光有三原色『紅綠藍』組合形成一支光色萬花筒，可照射出各種光色。

壹、研究動機

街上廣告燈五顏六色變化無窮，一會紅一會綠一會藍一會……！煞是賞心悅目。回想之前自然課，老師在陽光下用噴霧製造的彩虹，透過三稜鏡折射，白光化成『紅橙黃綠藍靛紫』七顏色，就像廣告燈的五顏六色。奇怪！LED 燈廣告光的三原色只有『紅綠藍』，為什麼會變化成這麼多的顏色？彩虹七色是否也是光三原色『紅綠藍』所混合而成的？有沒有簡單方法製造七原色或更多顏色？納悶：美術課，老師用『紅黃藍』的色料來說明印表機的三原色。為什麼色料三原色是『紅黃藍』而不是『紅綠藍』。而且不管是三原色或七原色都沒有提到白色與黑色。光顏色與色料顏色已把我搞混了，有甚麼差異？想要瞭解光與色的奇怪變化，也要試著製作一支光色萬花筒。（本作品可供美麗的彩虹單元參考）

貳、研究目的與項目

- 一、研究光在折射下如何呈顏色？
- 二、研究不同光的相互混合產生變化？
- 三、研究各色光照射色料顏色後的顏色反映？
- 四、研究色料三原色混合是否與光的三原色混合道理相同？
- 五、研究黑色與白色怎麼樣產生？
- 六、如何製作一支發光萬色筒？

參、研究器材

各顏色玻璃紙、紙盒、水彩、LED 燈、手電筒、燈泡、注射筒、尺、撞球的各種色球、電池、壓克力六角柱、開關座

肆、研究過程與步驟

一、光在折射下如何呈顏色？

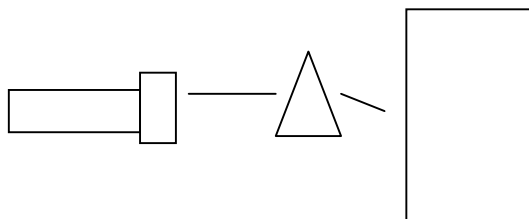
研究方法：我們用手電筒與陽光下兩種方式來進行

- 1.取一手電筒，用黑紙裹住燈頭，只戳一小洞，讓光線從此小洞射出，照射三稜

鏡，光線折射照映在紙板上。

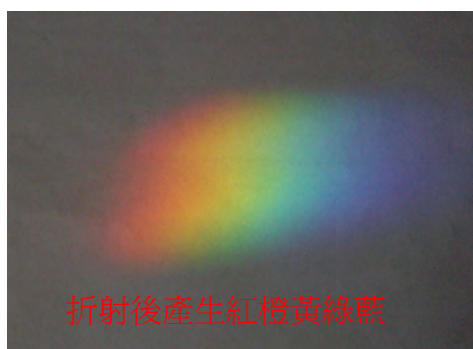
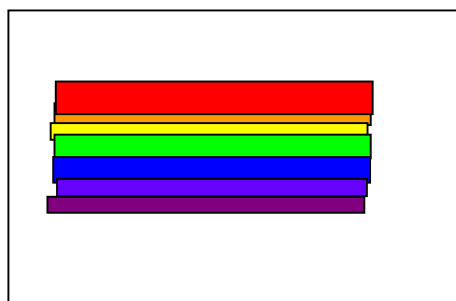
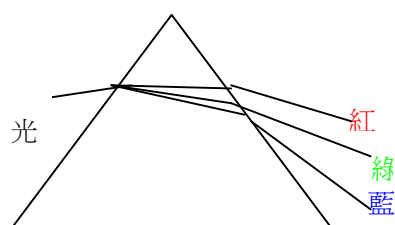
2.在陽光下，調整三稜鏡角度，使光線能透過三稜鏡，光線折射照映在紙板上。

圖示：



結果：

1.三稜鏡放在手電筒或陽光照射，折射後會產生『紅橙黃綠藍靛紫』七種顏色。



發現：

1.實驗發現，各種顏色線條大小分配不一，我們肉眼對其中紅綠藍三種的顏色感

受強烈，其他顏色介於三色間，似混合而成，顏色區塊較小。

分析：

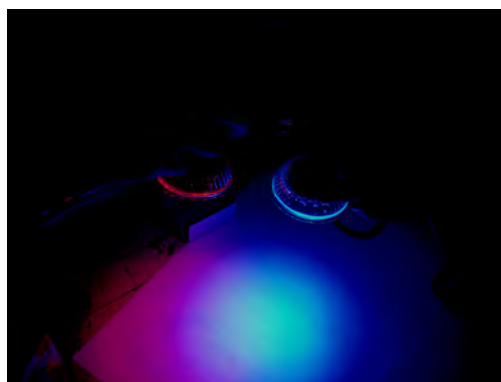
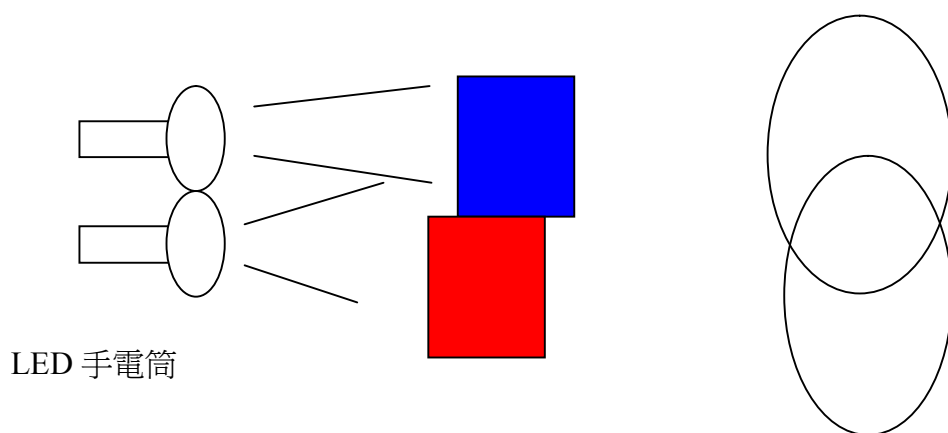
把光經三稜鏡折射後，以『紅綠藍』三色較為明顯，其他顏色就夾層於三色間，『紅綠藍』因混合而形成，是否這樣我們不得而知。

質疑：三稜鏡放在手電筒或陽光照射下，折射後產生七種顏色。這些顏色到底有否相互關係？

二、不同光的相互混合產生變化？

研究方法（一）：兩色區塊部分相疊

1. 取紅、綠、藍、黃、紫光 LED 燈其中兩支，光的強度同大約 100V，分別用兩種光照射的區塊部分相疊，觀察是否會顏色新變化？



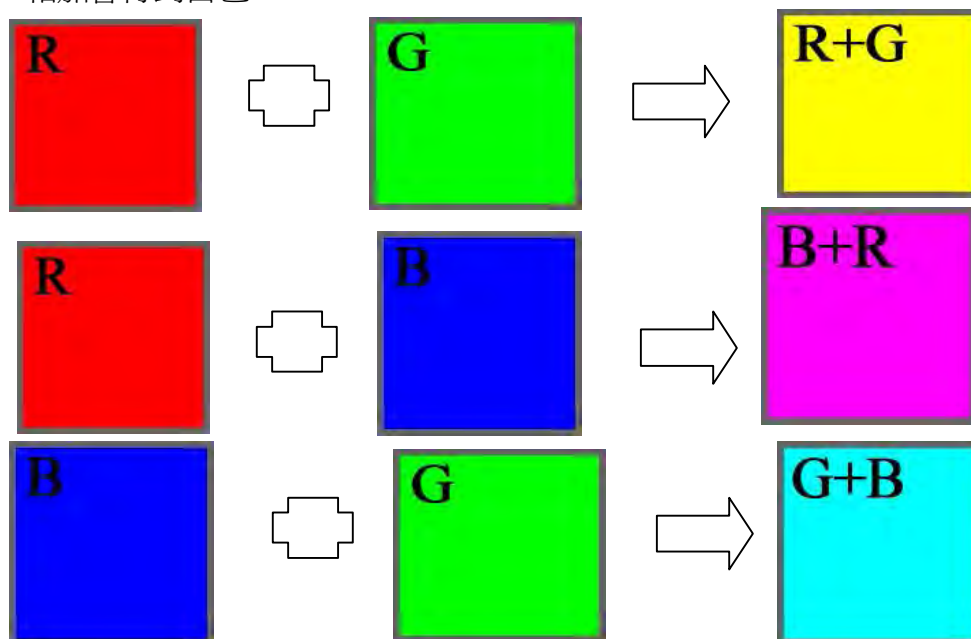


結果：兩種顏色交叉處

顏色混合	紅	綠	藍	黃	紫
紅	紅	黃	紫	橙	紫紅
綠	黃	綠	天藍	黃綠	接近白色
藍	紫	天藍	藍	接近白色	靛
黃	橙	黃綠	接近白色	黃	粉紅
紫	紫紅	接近白色	靛	粉紅	紫

發現：

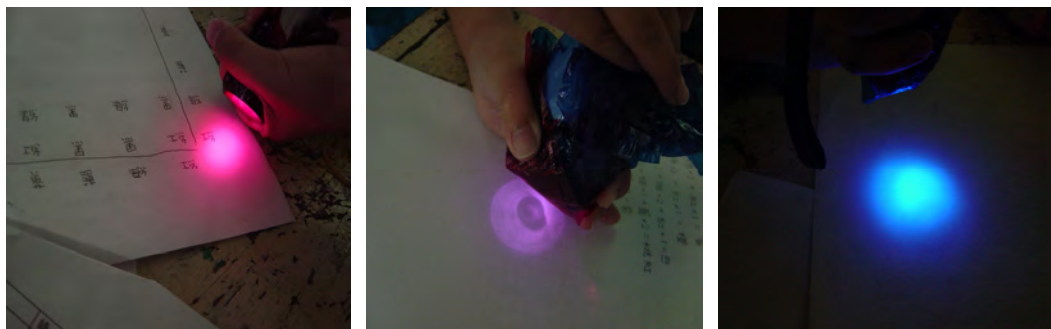
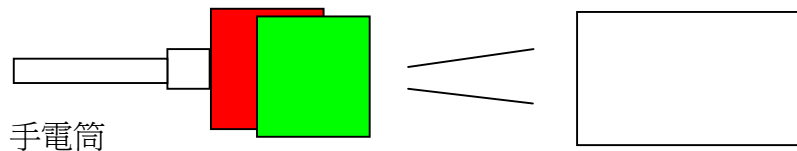
- 1.同一種顏色交叉，顏色會變更鮮艷光亮。不同顏色交叉處會改變顏色，但不很明顯也不容易分界。
- 2.兩種顏色交叉處呈新顏色，例：紅色與綠色呈黃色、紅色與藍色呈紫色、藍色與綠色呈天藍。這些色光會衍生更多色光。
- 3.混色不能合成紅綠藍，可合成黃、橙、靛、紫。黃與藍、紫與綠會接近白色。
- 4.完全不含另一種顏色，例如黃色一定是由紅綠兩色合成，完全不含藍色，因此黃色稱為藍色的補色，從實驗中可以看到兩個補色隔著白色相對。將兩個補色相加會得到白色。



質疑：既然兩光交叉處會呈不同顏色，成三色混雜，如果改以一支手電筒，照射不同顏色的玻璃紙，顏色是否會變更明確？

研究方法（二）：改成一支手電筒，兩種顏色相疊

- 1.一支手電筒，照射出來的光線透過相疊兩種顏色的玻璃紙？觀察顏色變化？
- 2.把兩種顏色前後調換再做一次。



結果：一支手電筒照射重疊兩種顏色

顏色混合	紅	綠	藍	黃	紫
紅	紅	黃	紫	橙	紫紅
綠	黃	綠	天藍	黃綠	接近白色
藍	紫	天藍	藍	接近白色	靛
黃	橙	黃綠	接近白色	黃	橙紅
紫	紫紅	接近白色	靛	橙紅	紫

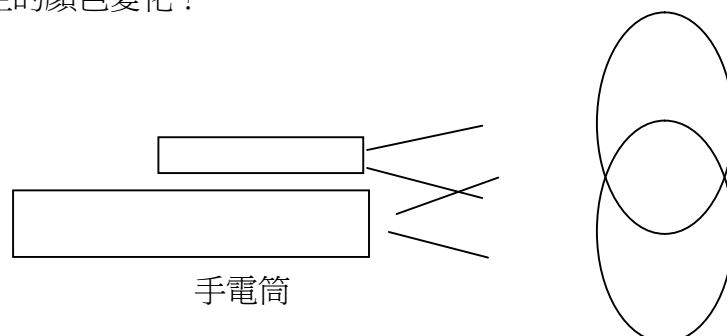
發現：

- 1.一支手電筒照兩種顏色會產生單一新顏色，效果比兩支手電筒交叉更明確。
- 2.兩種顏色前後互換產生的顏色還是不變。

質疑：顏色的變化，是否與光強度有關？

研究方法（三）：一支強光，一支弱光

- 1.取二支手電筒，一支光度較強大一支光度較弱小，使照射出來的光線部分相疊，觀察產生的顏色變化？





結果：

顏色混合	弱紅	弱綠	弱藍	弱黃	弱紫
強紅	紅	橙紅	粉紫	紅	紅
強綠	綠	綠	綠	綠	綠
強藍	靛	藍	藍	藍	藍
強黃	橙	淡黃	黃	黃	黃
強紫	靛紅	粉紅	靛	粉紅	紫

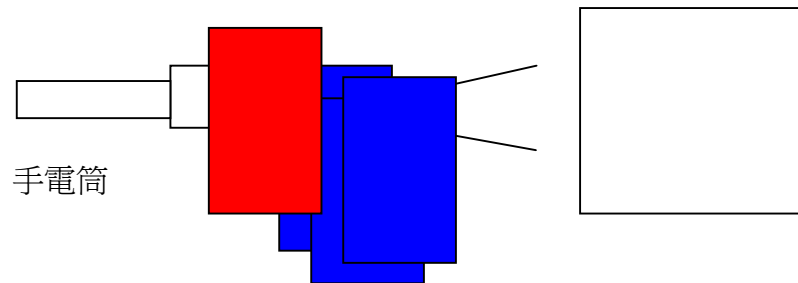
發現：

- 1.強度不同兩種色光，又成另一種新顏色，較弱的甚至被蓋光。顏色與強度相同兩種色光不一樣。

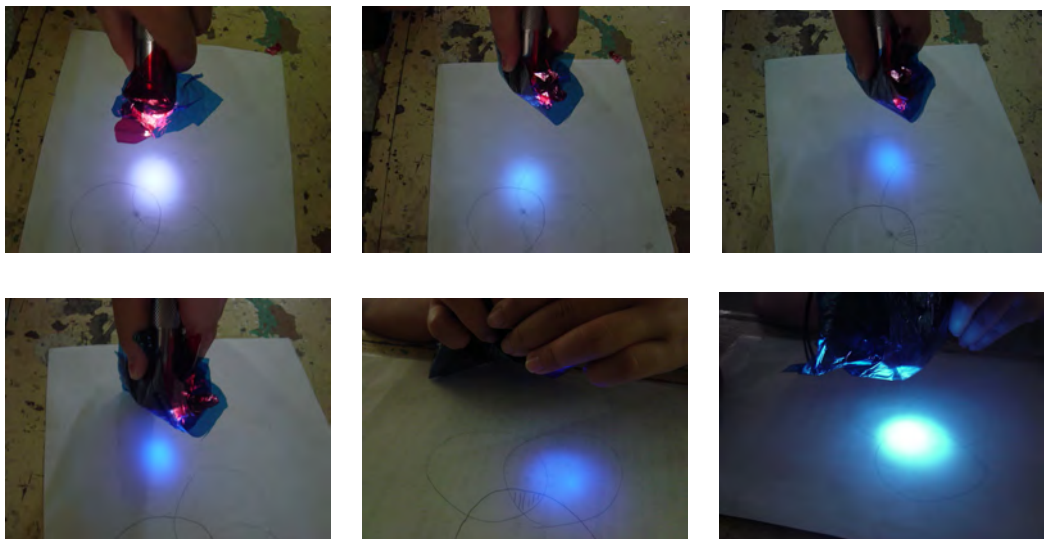
想法：如果以同一支手電筒來試，是否會更明顯？

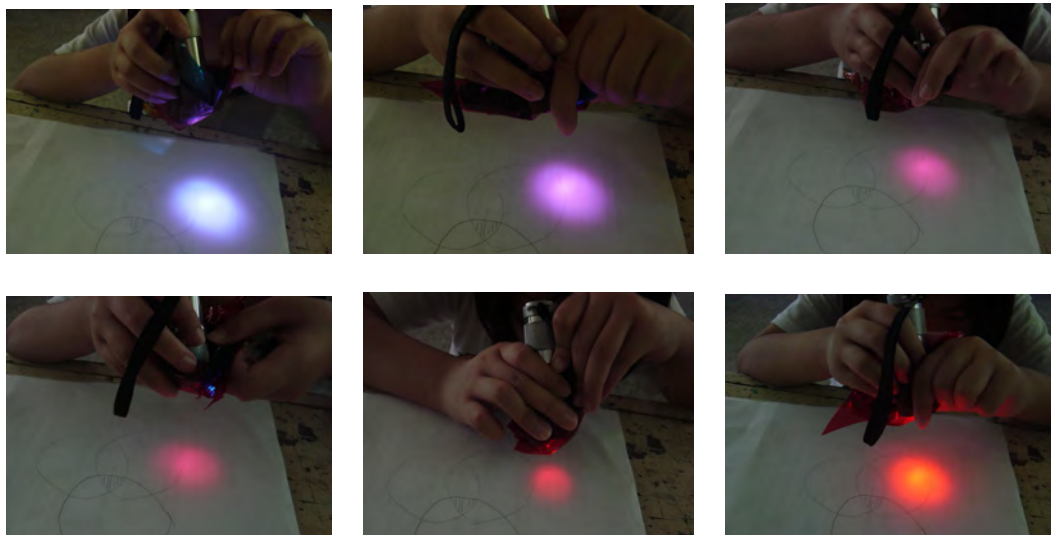
研究方法（四）：以紅、藍色，一張代表弱與多張代表強為實驗方式。

- 1 取一支手電筒，使照射出來的光線透過紅色與藍色一張、兩張、三張、四張、五張玻璃紙相疊，並且與完全藍（紅）對照，觀察顏色變化？



部分例示：





結果：

顏色變化	1 張藍	2 張藍	3 張藍	4 張藍	5 張藍	對照藍
1 張紅	紫	靛	靛藍	深靛藍	近藍	藍

顏色變化	1 張紅	2 張紅	3 張紅	4 張紅	5 張紅	對照紅
1 張藍	紫	淡粉紅	粉紅	橙紅	近紅	紅

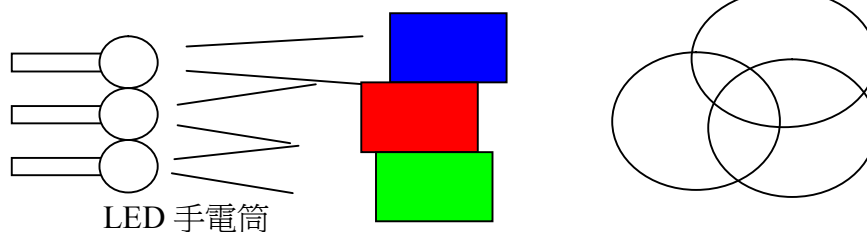
發現：

1. 兩種顏色相疊時產生新顏色，同一顏色玻璃紙增加的越多，混合色澤會越接近這一顏色。每增加一張，顏色就會稍做改變。
2. 以一張紅與多張藍實驗：顏色由紫漸靛、漸接近藍，變化十分有趣。一張藍與多張紅實驗亦有相同效果。

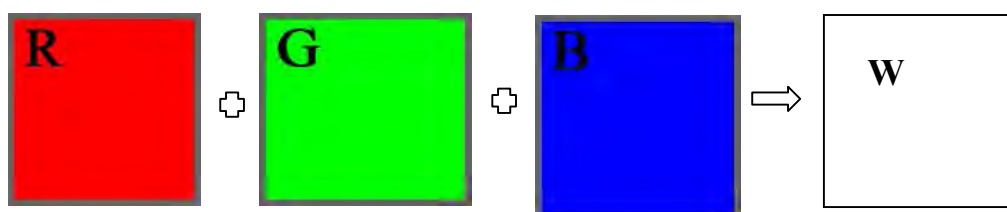
想法：我們只用兩種光線所產生已有多種的顏色，如果用三種顏色，又會如何？

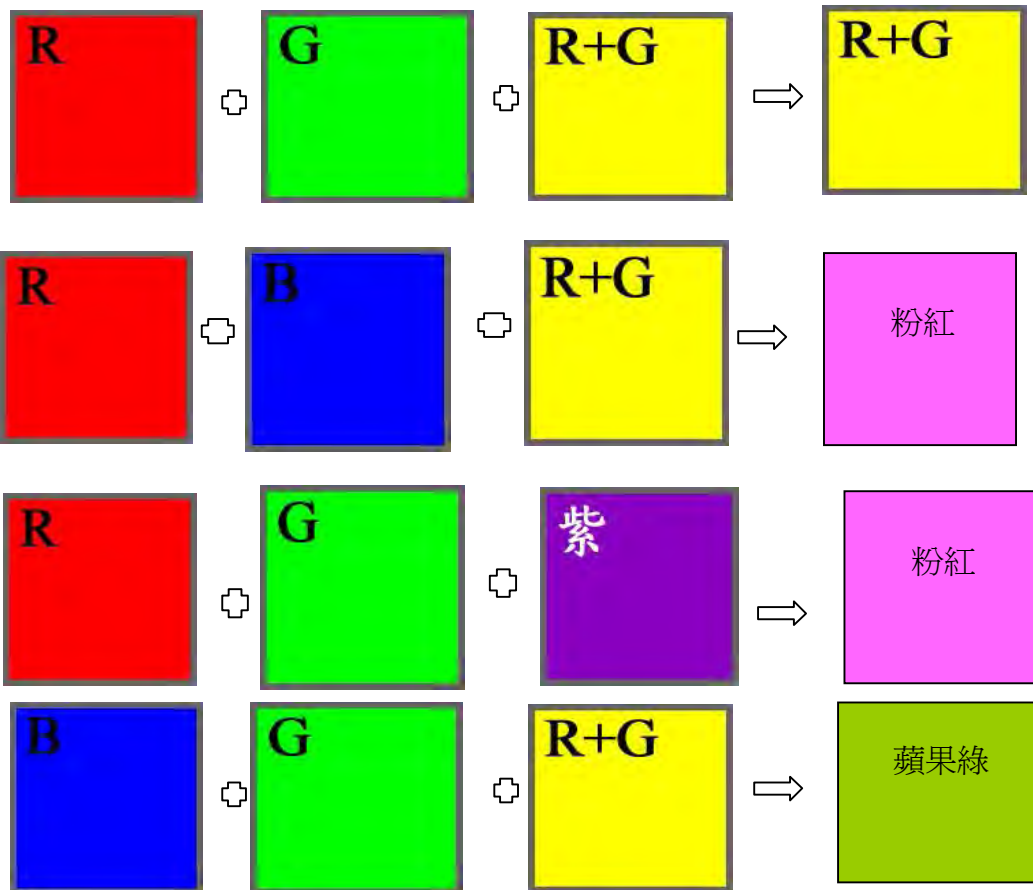
研究方法（五）：三種光照射的區塊部分相疊

1. 取紅、綠、藍、黃、紫等 5 色 LED 燈，每次使用其中三種，另外再用黃與紫兩色試，分別用三種光照射的區塊部分相疊，觀察顏色變化？



部分列示：



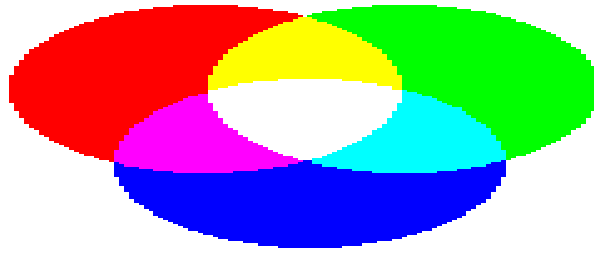


結果：

三種顏色交叉	顏色分析	呈現顏色
紅綠藍	紅綠藍	白
紅綠黃	紅綠紅綠	黃
紅綠紫	紅綠藍紅	粉紅
綠藍黃	綠藍紅綠	蘋果綠
綠藍紫	綠藍藍紅	粉藍
藍紅黃	藍紅紅綠	粉紅
藍紅紫	藍紅紅藍	紫（近靛）
黃紫（紅綠+藍紅）	紅綠藍紅	粉紅

發現：

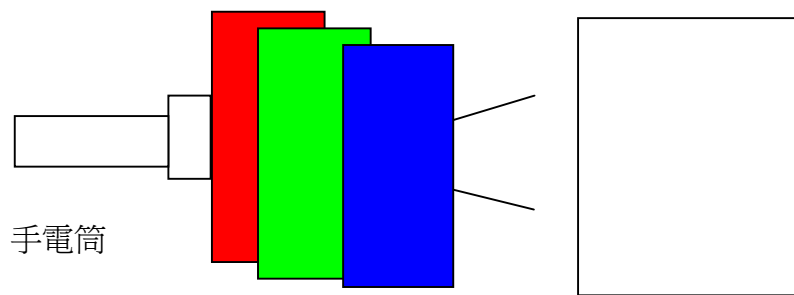
- 1.紅綠藍三色混合在一起會產生白色。原來光的三原色是『紅綠藍』。
- 2.兩色光在一起時就能產生許多顏色，再加入一色時，光的顏色更多元，難怪我們看到彩虹時，至少可看到七種顏色。
- 3.在上一實驗，我們發現黃與藍、紫與綠接觸幾乎都會成白色，分析它們基本顏色合起來後都是『紅綠藍』。
- 4.經我們實驗，『紅綠藍』三原色混合時就會形成下圖我們稱為**色光圖**。



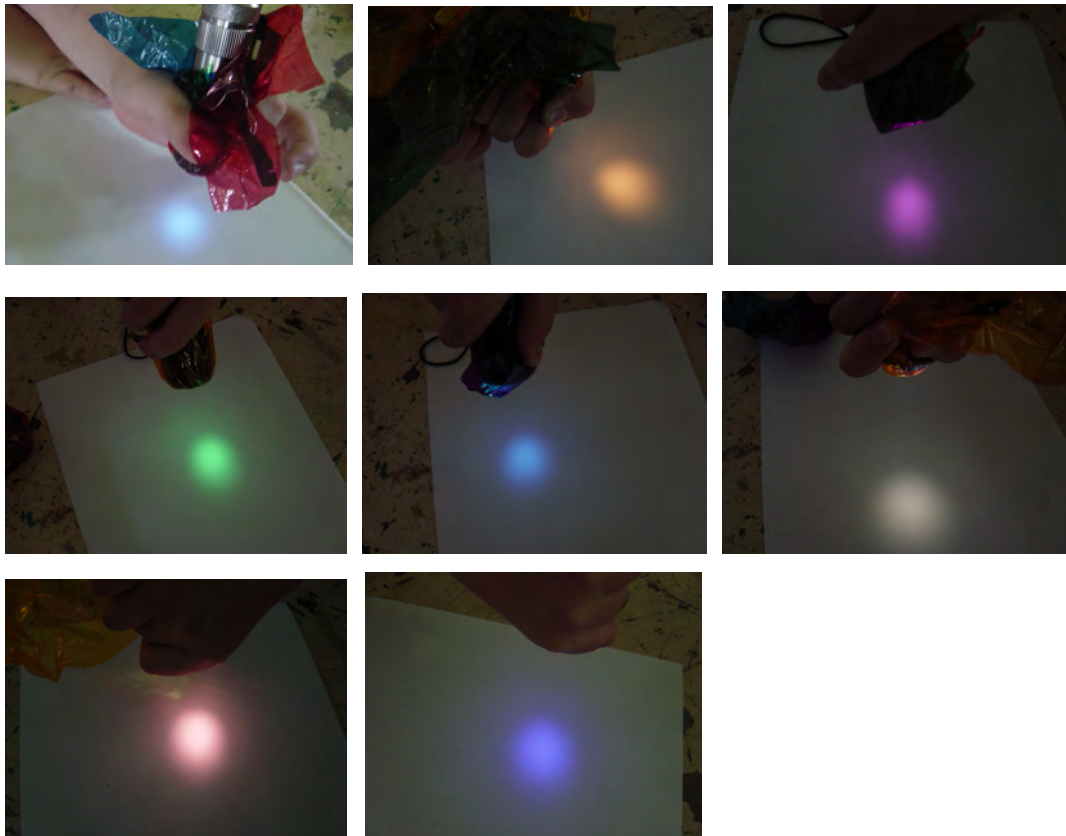
想法：用一支手電筒，照射完全相疊三種色紙，是否會產生新顏色的效果。

研究方法（六）一支手電筒，照射三色紙

1.取一支手電筒，照射光線透過相疊三種顏色的玻璃紙？觀察顏色變化？



部分例示：



結果：

三種顏色重疊	顏色分析	呈現顏色
紅綠藍	紅綠藍	白
紅綠黃	紅綠紅綠	黃
紅綠紫	紅綠藍紅	粉紅
綠藍黃	綠藍紅綠	蘋果綠
綠藍紫	綠藍藍紅	粉藍
藍紅黃	藍紅紅綠	粉紅
藍紅紫	藍紅紅藍	紫（近靛）
黃紫（紅綠+藍紅）	紅綠藍紅	粉紅

發現：

- 1.顏色呈現：（研究五）確定比（研究四）清晰。
- 2.白光可折射出『紅橙黃綠藍靛紫』，而紅綠藍三顏色重疊變化剛好是白光。我們可確定『紅橙黃綠藍靛紫』是『紅綠藍』混合而來的。

分析：

- 1.黃是紅綠所混成，與藍形成『紅綠藍』而成白色。紫是紅藍所混成，與綠形成『紅綠藍』而成白色。那『紅橙黃綠藍靛紫』成分全部是『紅綠藍』組成當然混成也是成白色。
- 2.為什麼我們會使用部分重疊與完全重疊的兩種方式來實驗，因為部分重疊可看到原來色光與新生成的色光，但不是很清楚。而完全重疊卻很清楚看到新生成的色光，各有利弊，所以兩種一併實驗。

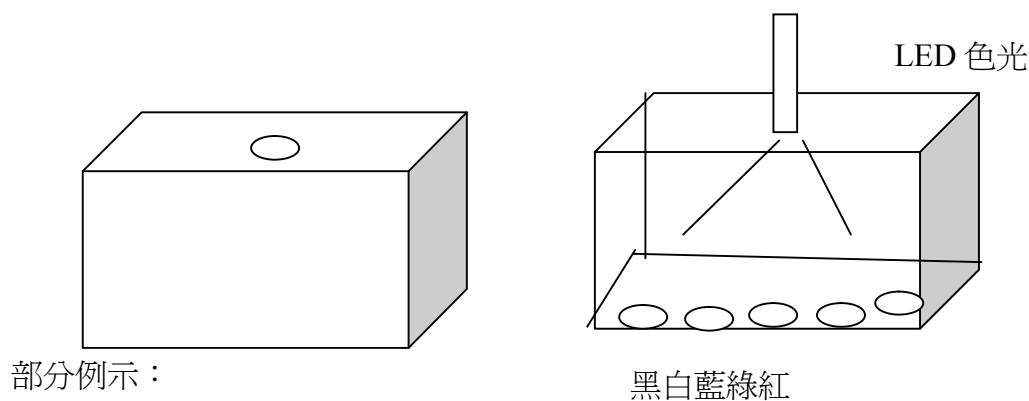
質疑：各色光照射一般物品的顏色，物品白還是白、紅還是紅、藍還是藍嗎？

三、各色光照射色料顏色後的顏色反映？

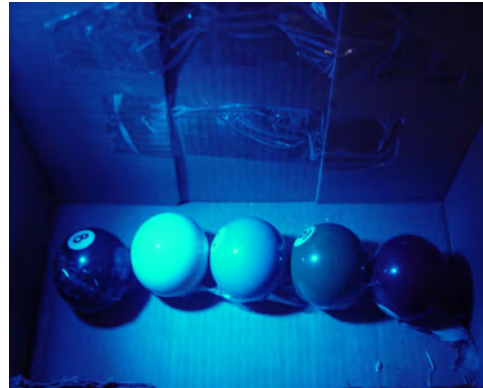
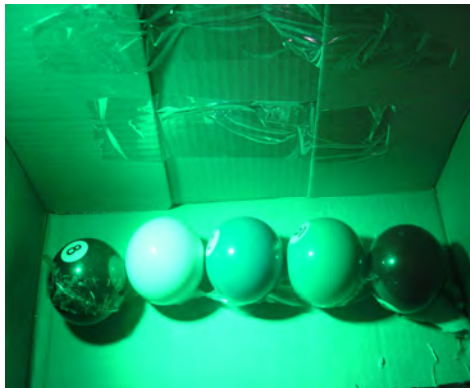
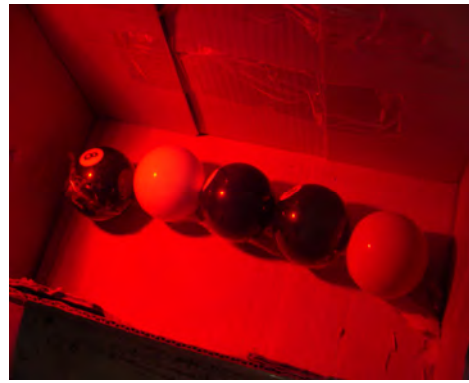
想法：我們以純色的球體來當一般物品，實驗色光照射後的反應會較單純。

研究方法：（一）

- 1.取九號球的其中五種色球黑、白、藍、綠、紅，成排放在紙箱中，分別照射白、紅、綠、藍、等 4 種色光，觀察顏色變化。



部分例示：



結果：

燈光顏色 \ 球顏色	白	紅	藍	綠
黑	黑	黑	黑	黑
白	白	紅	藍	綠
藍	藍	黑	藍	黑
綠	綠	黑	黑	綠
紅	紅	紅	黑	黑

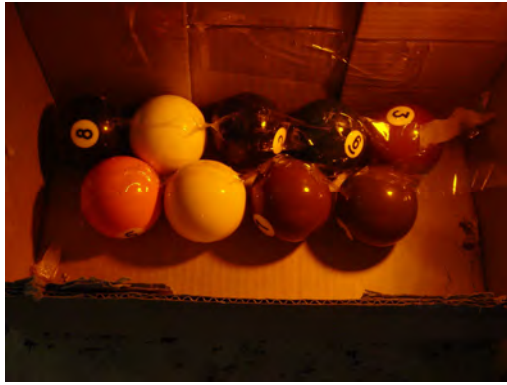
發現：

- 1.白光照射各種顏色，各種顏色都不會變色：紅就是紅、綠就是綠、藍就是藍。
- 2.紅綠藍光，只反映自己本身顏色，對其他顏色都反映成黑色。

質疑：光的混合色與九色球，反映又會怎樣？

研究方法：(二) 以黃與紫光照色球

- 1.取九號球九種色球成排放在紙箱中，再分別照射黃、紫 2 色光，(黃光是由紅與綠光混合、紫光是由紅與藍光混合而成的)，觀察顏色變化。



結果：

球顏色 \ 燈光顏色	黑	白	藍	綠	紅	橙	黃	褐	紫
黃	黑	黃	黑	綠	黃紅	黃橙	黃	黃褐	黑
紫	黑	紫	藍紫	黑	紫紅	紫橙	紫紅	近黑	紫

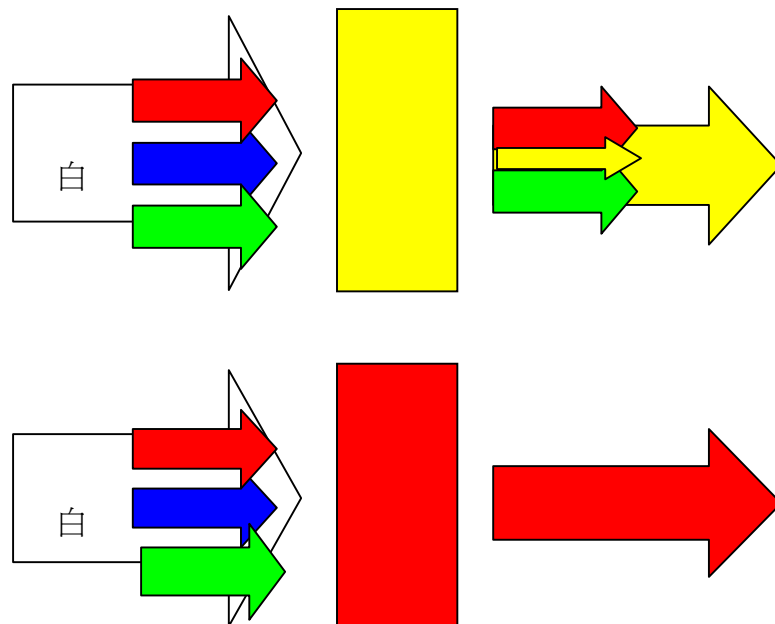
發現：

1. 黑球遇任何混色光還是黑；白球遇任何混色光會反映任何色光。
2. 與黃光（紅綠）或紫（紅藍）光無關的色球一律變成黑色。有關的色球，會反映黃色光與該球球色。例：黃遇紅成黃紅、黃遇橙成黃橙；紫遇紅成紫紅、紫遇藍成紫藍（靛）。

想法：進一步確定：照射物品反映出顏色，應該是會吸收某些光，而放出某些光。

研究方法（三）

1. 取一手電筒，透過黃色的濾光片（只透過『黃色』光束，以顏色玻璃紙製作）看反映的色紙，感覺會是什麼顏色呢？再取其他顏色的濾光片試試看。



部分例示：



結果：

白光照射	濾光片	被吸收顏色	反映顏色
紅綠藍	黃	藍	黃
紅綠藍	紫	綠	紫
紅綠藍	紅	綠藍	紅
紅綠藍	綠	紅藍	綠
紅綠藍	藍	紅綠	藍
紅綠藍	黑	紅綠藍	無
紅綠藍	無	無	白

發現：

- 『白』色光經過黃色濾光片時，絕大部份藍色光被『吃（吸收）』掉了，剩下黃光（紅光+綠光），於是眼睛感覺所見到的是『黃光』。紫濾光片與黃濾光片同樣情形：綠被『吃（吸收）』掉了，剩下紅光+藍光=紫。
- 『白』色光經過紅色濾光片時，絕大部份藍、綠色光被吸收掉，剩下紅光，於是眼睛感覺所見到的是『紅光』。藍、綠濾光片與紅濾光片同樣情形。
- 『白』色光經過黑色濾光片時，全部份白光被吸收掉了，眼睛感覺所見到的是影子。經過無色透明濾光片時，全部份白光通過，眼睛感覺所見到的是白光。

分析：原來光遇到物品（球）顏色時，物品只會反應該物顏色，吸收其他光色。

例：紅光照紅物品反映紅色，紅光照藍物品反映是黑色。

質疑：為什麼美勞老師說色料三原色是『紅黃藍』而不講『紅綠藍』？

四、色料三原色混合是否與光的三原色混合道理相同？

研究方法（一）

1. 取水彩、紅、藍、黃、綠、紫五色，分別擠出 2 公分長，加入 1cc 水攪拌均勻。

2.兩色為一組混合，觀察產生的新顏色與色光比較。部分例示：



結果：

顏色變化	綠		藍		黃		紫	
	光	色料	光	色料	光	色料	光	色料
紅	黃	黑	紫	紫	橙	橙	紫紅	酒紅
綠	/		天藍	青	黃綠	黃綠	近白	墨綠
藍			/		/		近白	綠
黃	/						/	

發現：

- 1.光色紅綠混合是成黃色，而色料紅綠混合竟是成黑色，光色的綠是三原色之一，而色料的綠色是藍黃混合成。色料混色找不出黃色，黃色應該是色料三原色之一。
 - 2.有些色料與光色變化相同例：紅藍合成紫色、藍紫合成靛。有些變化混合變化不同例：紅綠混合成黑色而混光是黃、藍黃混合成綠而混光是白色。
 - 3.色料三原色兩兩相互混合，會形成綠色、橙色、紫色我們稱「第二次色」。
- 質疑：如果把兩色改成三色混合，色料與光色混合變化是否相同？

研究方法（二）

- 1.取水彩紅、綠、藍、黃、紫五色，分別擠出 2 公分長，加入 1cc 的水攪拌均勻。
- 2.三色為一組混合，觀察同上。部分例示：



結果：

加入顏色	色料反映	色光反映
紅+綠+藍	黑	白
紅+綠+黃	黑	橙
紅+綠+紫	近黑	橙紅
紅+藍+黃	近黑	粉紅
紅+藍+紫	紫(紅紫色)	紫(紅紫色)
紅+黃+紫	深橙(紅橙色)	粉紅
綠+藍+黃	深綠	天藍
綠+藍+紫	深靛(藍紫色)	粉藍
綠+黃+紫	深綠(黃綠色)	橙黃色
藍+黃+紫	墨綠(藍綠色)	粉紫

發現：

- 1.色料紅+綠+藍=黑，紅+藍+黃=近黑，與光三原色，白與橙差別很大。
- 2.色料無論哪三種顏色混合會變暗變深，與光的三原色混色變化迥異。
- 3.色料二次色相混合，形成黃綠色、黃橙色、藍綠色、藍紫色、紅橙色、紅紫色，我們稱這六種顏色為「第三次色」。

質疑：如果『紅橙黃綠藍靛紫』同時加入，會不會變成白色？

研究方法（三）

- 1.取紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫七色，各擠 2 公分，加水 1cc 混合，觀察變化？

結果：

加入顏色	色料	色光
紅橙黃綠藍靛紫	近黑	近白



發現：

- 1.紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫混合，反映顏色接近黑色而色光是近白色。

分析：

- 1.黃色與藍色顏料混合，黃色顏料會吸收藍紫色光，藍色顏料會吸收紅、橙色光，最後只剩下綠色光可以反射出來，這就是黃色加藍色顏料會變成綠色的道理，而光則混成白色。

質疑：色光與色料顏色如何產生白色與黑色？

五、黑色與白色怎麼樣產生？

想法：光——讓色光與白色光通電使它亮與不亮

研究方法（一）

- 1.取紅、綠、藍、白四光色燈同時照射無光的黑暗箱，並讓色光混合，觀察通電與無通電後的顏色變化？

結果：

電源 \ 光色	通電	不通電
紅	紅	黑
綠	綠	黑
藍	藍	黑
紅、綠	黃	黑
紅、藍	紫	黑
綠、藍	青	黑
紅、綠、藍	白	黑
白	白	黑

發現：

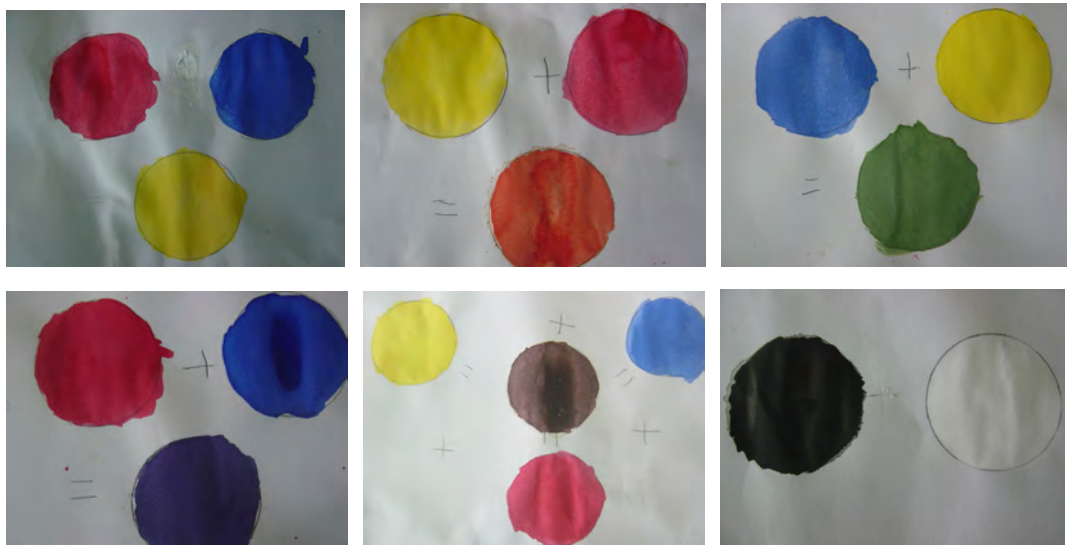
- 1.暗箱內原本就是黑色，光的黑白色在於有無通電。
- 2.只有紅、綠、藍三光同時照射才能產生白色光。
- 3.白色光原本就是白色，只要有通電就是白色。

研究方法（二）

想法：色料的顏色——白紙塗上色料三原色與黑白色

- 1.取紅、黃、藍、黑、白五色料，各別或同時塗於白紙上，觀察顏色變化？

部分例示：



結果：

顏色	紅	黃	藍	紅、黃	紅、藍	黃、藍	紅、黃、藍	黑	白
變化	紅	黃	藍	橙	紫	綠	近黑	黑	白

發現：

- 1.除了塗上白色色料外，其他顏色色料都不會變成白色。
- 2.紅、黃、藍會混成接近黑色，但還不能純黑，與黑色色料比較還是有差異。

分析：

- 1.光越多顏色混合會越亮，而且會越近白色光，因為它們含有紅、綠、藍三原色光。只要沒有光就是黑色。
- 2.顏色色料越多混合會越暗越近黑色，因為它們含有紅、黃、藍三原色。顏色色料混合不出純白與純黑，一混合色澤就混雜的緣故吧！

六、製作一支發光萬色筒？

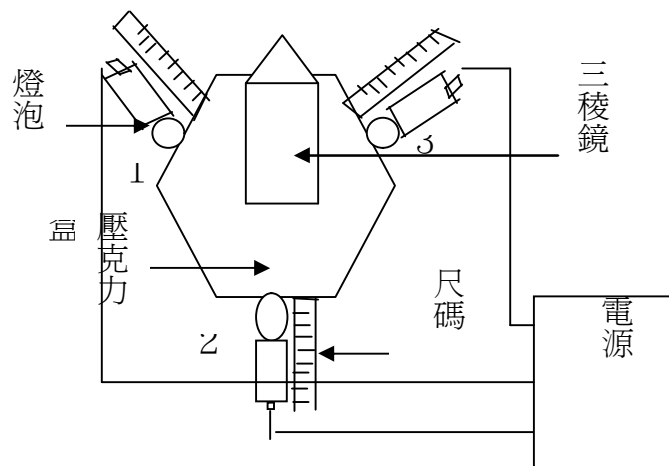
想法：所有顏色都是由光的三原色混合而成，透過萬花筒方式，我們把它組合而成發光萬色筒。

構思：

- 1.紅、綠、藍的光源等距就會接近白色。無光源成黑色。
- 2.兩色或三色光源不等距，光的強度就不同，產生顏色也不同。

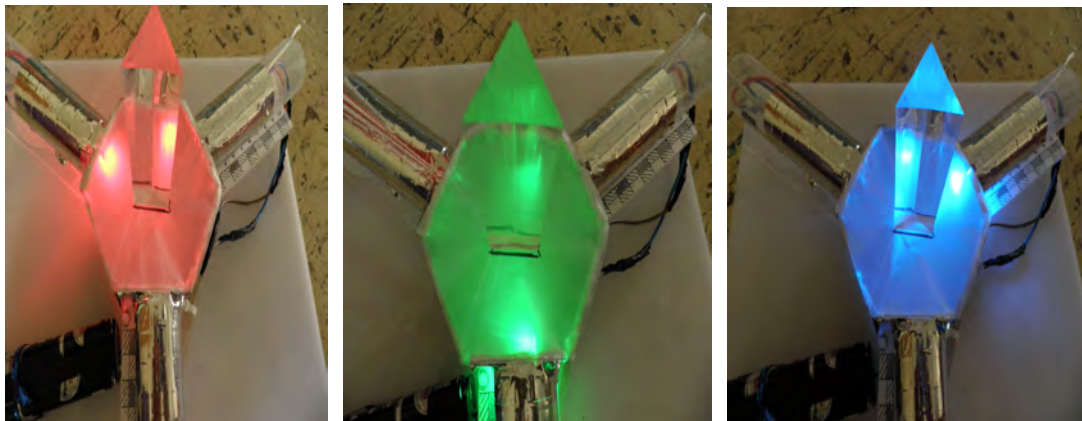
做法：

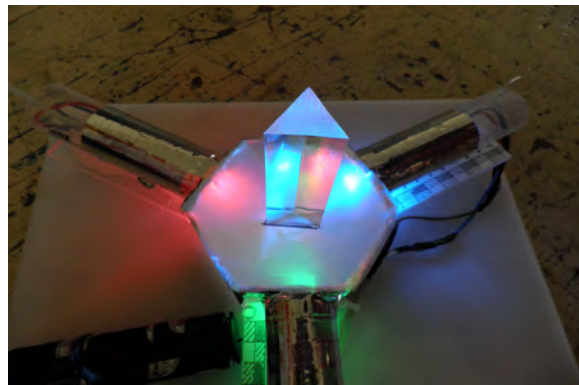
- 1.取正六邊形的壓克力盒，盒上放置一三稜鏡，對角邊分別畫尺碼，再把紅、綠、藍 LED 燈黏在盒邊，燈可調整距離。
 - 2.各燈裝上電源與開關和電池座。1 紅、2 綠、3 藍
- 如圖示：



操作 1：固定式單光與混光

打開紅色電源，正六邊形的壓克力盒上的描圖紙就呈紅色，再打開綠色電源呈黃顏色如表列：部分例示：



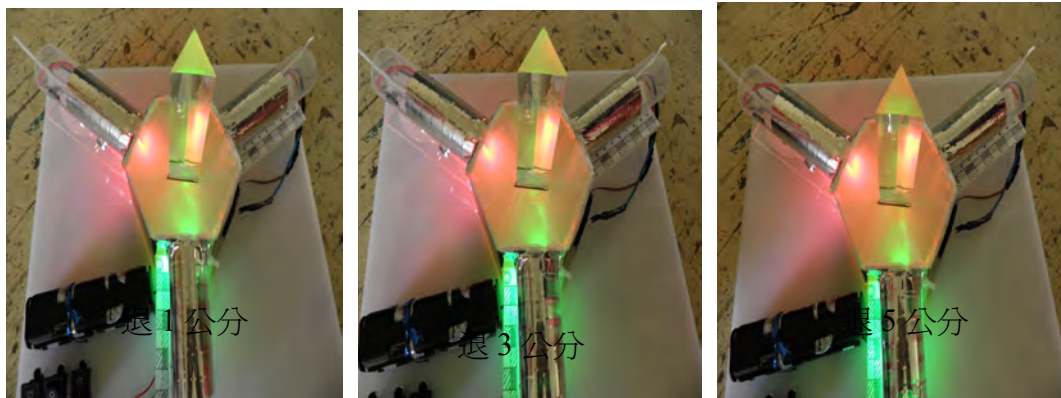


顏色混合	紅	綠	藍	綠藍	紅綠	紅藍
紅		黃	紫	接近白色		
綠	黃		天藍			接近白色
藍	紫	天藍			接近白色	
紅藍		接近白色				
紅綠			接近白色			
藍綠	接近白色					

操作 2：調整式雙色混合

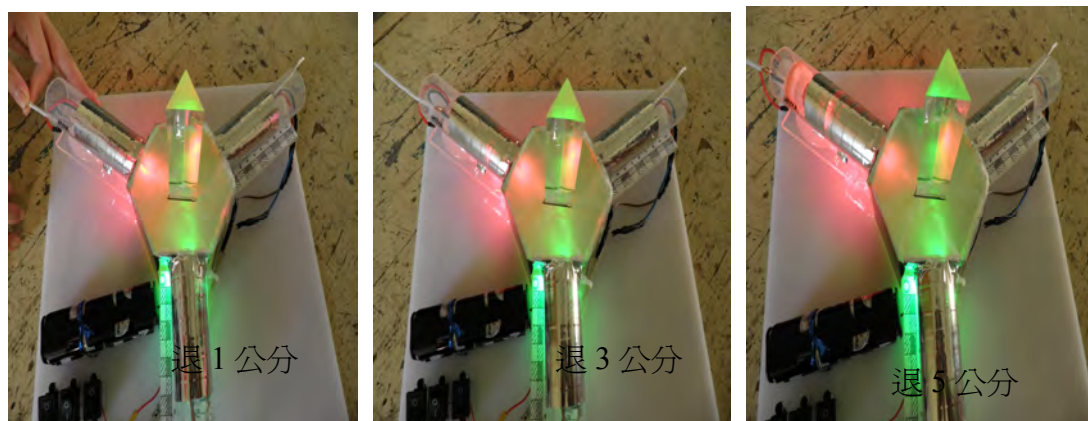
打開紅色電源，再打開綠色電源呈黃，綠燈漸後退，顏色如表列：

其他混光參閱實驗日誌。部分例示：



顏色 混合	綠	綠退 1 公分	綠退 2 公分	綠退 3 公分	綠退 4 公分	綠退 5 公分
紅	黃	黃	黃橙	黃橙	橙	漸紅

部分例示：

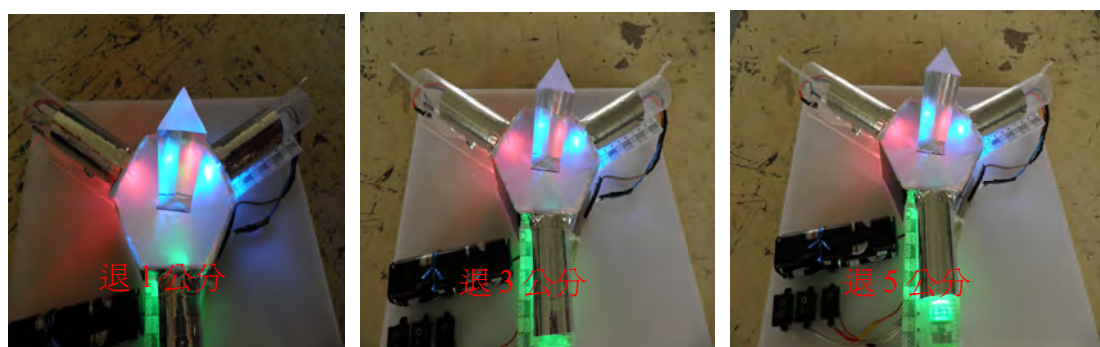


顏色 混合	紅	紅退 1 公分	紅退 2 公分	紅退 3 公分	紅退 4 公分	紅退 5 公分
綠	黃	黃	黃綠	黃綠	綠黃	漸綠

操作 3：

打開紅、綠、藍色電源呈近白色，綠燈漸後退，顏色如表列：

其他混光參閱實驗日誌。(部分例示)



顏色 混合	綠	綠退 1 公分	綠退 2 公分	綠退 3 公分	綠退 4 公分	綠退 5 公分
紅藍	近白色	近白色	紫淡藍	紫淡藍	紫藍	漸紫

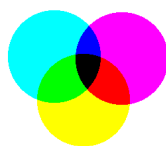
發現：

1. 三稜鏡能反映出 LED 燈的光色，也可以反映兩種以上的光色。
2. 兩種光色混合成新光色後，如某一光色漸後退（減低強度），會使混色漸漸變化成另一光色，例：紅混綠成黃，綠漸退時光色會由黃--黃橙--橙--橙黃--橙紅最後甚至呈紅色。
3. 三種光色混合成新光色後也是會有相同情況，例：近白--紫淡藍--紫藍--漸紫。

4.這實驗我們發現：光的顏色變化，由它的混合與強度就會產生非常多的顏色，難怪街道上的廣告燈光色千變萬化。

伍、討論

- 一、每回使用的光或顏色色料(水彩)，強度要求一定等量，但常有一些小差異，但我們相信，色澤差異不致太大，縱然稍有差異，應該不致於影響實際歸類色澤的正確性。
- 二、雖然紅光+綠光會合成『黃光』。但紅色顏料+綠色顏料卻成黑色。紅色顏料會吸收藍光與綠光，綠色顏料則吸收藍光與紅光，於是只有少數『光』能反射出來，因此顏料相加後感覺越來越暗，調和水彩顏色時，所用的三種基本顏色是紅+黃+藍，分別吸收綠光、藍光與紅光。若將三種混合在一起，則所有光線都被吸收了，呈現烏黑黑的一片幾乎是黑色。
- 三、色光的顯色即是由光的三原色所組成，當紅、綠、藍的光源比例各調 1：1：1 時即產生白色(無色)光，不同的比例即產生不同顏色；水彩顏料為相反，當紅黃藍各設為 1：1：1 時即產生黑色，反之各色比例調成不同產生不同顏色。
- 四、老師所介紹的印表機『紅黃藍』三原色：洋紅(Magenta)、中彩藍(Cyan)、黃(Yellow)。其中洋紅跟中彩藍與一般的紅與藍有差別，實驗時也有差距，但差異不大，所以我以一般紅黃藍實驗。



- 五、較淡顏色與飽和顏色結合會產生較大的色差例：同樣是紅、黃、藍產生效果就不一樣。例：飽和紅與飽和藍產生紫。飽和紅與淡藍則產生紫紅或粉紅。
- 六、我們認為：光線可以直接射入眼中或經過反射後進入眼中。塗料的顏色是光線照射到塗料後，部份光線被吸收，反射的光線則進入眼中後呈現所看到的色彩。(類似於濾光片)例如：紅色的顏料會吸收日光中大部份的綠光與藍光，僅剩下紅光較能反射出來，因此看到紅色。黑紙則幾乎吸收所有的入射光線(並不見得完全吸收)。
- 七、補色是指完全不含另一種顏色，例如黃色一定是由紅綠兩色合成，完全不含藍色，因此黃色稱為藍色的補色，從實驗中可以看到兩個補色隔著白色相對。將兩個補色相加會得到白色。
- 八、我們私下討論，發光萬色筒如果要更完備，應該在正六角柱上，裝兩組三原色燈，來印證類似紅對紅綠與紅藍的實驗，因為黃是紅綠與紫是紅藍，後來認為不須太複雜，一組三原色燈就可說明。

陸、結論

一、光的顏色：

1.光在三稜鏡下呈現：七顏色『紅橙黃綠藍靛紫』。主要是『紅綠藍』三原色。

二、色光的相互關係：

- 1.將紅綠藍等強色光混合，可以合成白光。如果光的強度不等亮，則會形成不同色澤的色光。只要沒有光線甚麼都看不見，就是黑色。
- 2.兩種顏色混合會呈新顏色，例：紅與綠光呈黃色、紅與藍光呈紫色、藍與綠呈天藍。這些色光會衍生更多色光，我們甚至可看見『紅橙黃綠藍靛紫』。
- 3.強度不同兩種色光，所呈現的顏色會與強度相同兩種色光不一樣，另一種新顏色，較弱的甚至被蓋光。
- 4.混色不能合成紅綠藍，可混成黃、橙、靛、紫。黃混藍、紫混綠會接近白色。
- 5.兩種顏色相疊時，產生新顏色，例同一顏色增加的越多，混合色澤會越接近這一顏色。每增加一張，顏色就會稍做改變。以一張紅與多張藍實驗，顏色由紫漸靛、漸接近藍。
- 6.黃與藍、紫與綠接觸幾乎都會成白色，原來它們分析基本顏色合起來後都是『紅綠藍』。
- 7.白光可折射出『紅橙黃綠藍靛紫』，而紅綠藍重疊變化剛好是白光。

三、光照射物品顏色反映？

- 1.白色光照射各種物品顏色都不會變色：紅就是紅、綠就是綠、藍就是藍。其他色光只反映自己本身顏色，對其他顏色都反映成黑色。例：以紅光照射綠色物體時，因為綠色物體只反射綠光，而紅光中並沒有綠光反射，所以綠色物體呈現黑色。而黑球遇任何混色光還是黑。與黃光有關的色球，會反映黃色光與該球球色。例：黃遇紅成黃紅、黃遇橙成黃橙；紫遇紅成紫紅、紫遇藍成紫藍。
- 2.光與色球原理：
 - (1)『白』光經過黃色濾光片時，大部份藍光被吸收掉了，剩下紅、黃（紅光+綠光），於是眼睛感覺所見到的是『黃光』。紫濾光片：綠被吸收掉了，剩下紅光+藍光=紫。
 - (2)『白』光經過紅色濾光片時，絕大部份藍、綠色光被吸收掉，剩下紅光，於是『紅光』。藍、綠濾光片與紅濾光片同樣情形。
 - (3)『白』光經過黑色，全部份白光被吸收掉了，所見到的影子呈黑。經過白色，全部份白光通過，所見到的是白光。
- 3.物體表面上的顏料，吸收了光中一部份的光波，反射光的其他的色光，當兩種或多種顏料混合的時候，有更多的色光被吸收，越少的色光被反射，因而形成暗色或黑色。

四、色料三原色混合是否與光的三原色混合道理相同？

- 1.色料紅綠混合是成黑色，而色光紅綠混合竟是成黃色，綠光是三原色之一，色料的綠色是藍黃混合成。而色料混色找不出黃色，黃色應該是色料三原色之一。
- 2.有些色料與光色混合變化相同例：紅藍合成紫色等等。有些變化混合變化不同例：紅綠混合成黑色。
- 3.色料混色以等比加在一起時，會變成暗灰色，如果飽和度均調至最大並且等量混合時紅+藍+黃=近黑色（濁褐色）。黑，紅+綠+藍=近黑（深褐），藍+黃=綠，至於其他顏色無論哪三種加入都會變暗變深，與光三原色顯著不同。

五、了解黑色與白色怎麼樣產生？

1.光：

- (1) 暗箱內原本就是黑色，所以有光就是白色，沒有光就是黑色。
- (2) 只有紅、綠、藍三光同時照射才能產生白色光。
- (3) 白色光原本就是白色，所以只要有通電就是白色。

2.色料

- (1) 除了塗上白色色料外，其他顏色色料都不會變成白色。
- (2) 紅、黃、藍會混成接近黑色，但還不能純黑，與純黑色色料比較，還是有所差異。

六、發光萬色筒

光的三原色混合會呈新顏色，利用發光萬色筒混色，可使光產生好多好多顏色。

柒、參考資料

一、南一書局 國小自然與生活科技四下 美麗的彩虹單元 南一書局。

二、王建忍 Copyright (c) 1999-2006 by Drop Wang. All rights reserved.

電腦網站：

http://www.hgjh.hlc.edu.tw/~drop/chap04/color/primary_t.htm

<http://www.hgjh.hlc.edu.tw/~drop/share/light036.html>

三、科學研習 第四十三卷第六期 93 年 10 月出刊第 29 頁

【評語】 080802

本作品研究色光加成，顏料的混色效果，實驗的過程符合科學的精神，口語表達亦清晰，成果呈現亦完整，唯本作品的主題在許多文獻中已有探討，創意稍有不足，請再接再厲，加強文獻的探討，並發揮創意，使作品更具深度。