

光學教學模組—顏色，豐富了我們的生活

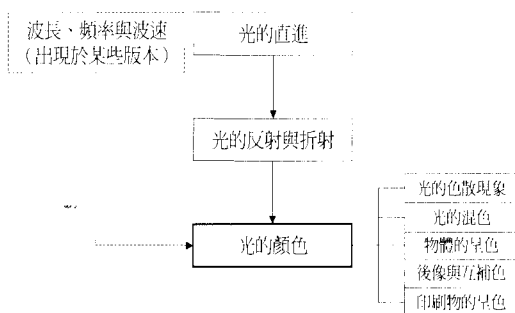
黃嘉郁

臺北市立新興國民中學

壹、前言

我們的人生是彩色的，因為我們每天從早上睜開雙眼，到晚上含笑入睡，舉目所見各種事物、花花草草等，無不被五顏六色所塗裝。所以，顏色豐富了我們生活的表情。

本教學模組的主題為「顏色」，內容主要目的在於針對顏色的呈現，進行一統整性的介紹與分析。目前規劃適用於九年一貫課程八年級學生，教材地位如下：



由於學生的程度不同、需求有別，故教師可依實際課程進行，選用部分單元作為課外充實或課後補救教學之用。

貳、模組內容

單元一、色光大拼盤

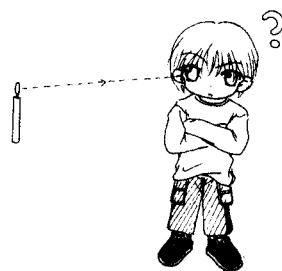
《你是怎麼看到物體的？》

古時候的人認為，人類之所以可以看得東西，其原因在於有光線由人的眼睛射到物體上，因此才有視覺的產生（圖一），但事實上並非如此。現在的科學家知道，人類之

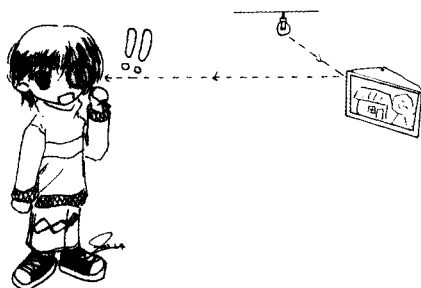
所以可以看到物體，乃是因為有光線從那個物體發出一—不管這個物體是自己發光（圖二），或者是反射來自別人的光線（圖三），只要有光線可以進到我們的眼睛裡面來，我們就能夠「看到」那個東西的存在。



圖一 古人對「看見東西」的解釋



圖二 人類看到自己發光的物體



圖三 藉由反射光線，人類看到

不會發光的物體

《為何會有五顏六色的光線？》

同學或許會有這樣的疑問，如果是自己

會發光的物體還好，因為那個物體可以選擇他要發出怎樣顏色的色光，可是對於那些不會自己發光的物體而言，他就必須要仰賴其他光源照射後，經過反射進到眼睛才產生視覺；明明天上太陽所照下來的光線是白色的，為何照到物體之後，會呈現出五彩繽紛的顏色？這中間又隱藏了怎樣的奧秘呢？

事實上，我們所熟知的白色光線並非是單純的白色光，它是由數種不同顏色的色光所共同混合而成。既然是混合而成，那我們要怎樣把它的「成分」給分開來呢？這個方法在十七世紀的時候，就被英國偉大的科學家—牛頓所發現。那它是用怎樣的方法呢？其實它用的方法很簡單，用當時就很常見的三稜鏡就可以做到了。牛頓他設法讓白色光線通過三稜鏡，讓光線經過三稜鏡的折射後，居然發現到原本看似白色的光線，居然可以分離成七種不同的顏色，我們後人將這種現象，稱之為「色散」現象。

由於白光可以色散的現象被發現，讓我們可以知道白色事實上不是一種顏色，它是由紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫等多種顏色色光混合而成。而這些色光，在人類的視覺產生過程，恰也可由三種色光——紅、綠、藍，分別依照不同比例調配出來，因此我們特別將這三種色光為「光的三原色」。

活動一、變色陀螺

活動目的

藉由本活動學習「色光混合」的顏色加成概念，並且能推論不同狀況下的活動結果。

材料與設備

牙籤數支、厚紙板一張、膠水、各特色

紙（必須包含有紅綠藍三色）、剪刀、圓規、量角器。

活動步驟

- 1.以圓規在厚紙板上繪製一個半徑 5 公分左右的圓形圖案，並使用剪刀將該圖案剪下。
- 2.將不同顏色色紙剪裁成半徑 5 公分的扇形；扇形所張的角度則視要在步驟一所完成之圓形厚紙板上貼上多少種色紙而定。例如：
若要在厚紙板上貼兩個顏色，則扇形所張的角度應為 $=180^\circ$ ；若欲貼上三個顏色，則扇形所張角度應為 $=120^\circ$ 。
- 3.將步驟所完成的扇形色紙貼上，並牙籤由厚紙板的中心插入，即完成本實驗的陀螺。
- 4.快速轉動步驟三所完成之陀螺，觀察陀螺所呈現出來的顏色為何，並且記錄之。

問題與討論

- 1.為何轉動陀螺之後，陀螺所呈現出來的顏色與原來靜止時候的顏色不同？
- 2.將紅、綠兩色分置圓的兩邊（各 180° ），以及分成四部分（各 90° ），其呈現出來的顏色有何差異？
- 3.想想看，若張貼色紙的比例改變，將會對於呈色有何影響？
- 4.請預測一下，若把紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫等七色，平均貼於陀螺上，其呈現出來的顏色將會與僅貼紅、綠、藍等三色有何差異？

光線照到陀螺上的不同色塊，然後再被反射、進到我們的眼睛。但是因為陀螺轉動過程造成的「視覺暫留」現象，讓進入我們眼中的光線全混在一起，因此我們最後所「看

到」的顏色（例如黃色），事實上是由兩種不同顏色的色光（例如：紅色與藍色）所混合而成的。

人類是如何分辨不同顏色的色光呢？事實上，對於物理學家而言，「顏色」並非是物體的本質；一個物體要在人的眼裡呈現怎樣的顏色，除了受到物體發射或反射的色光所影響以外，這些進入到人眼睛裡的各種色光，是否能被感受成適當的顏色，則取決於神經中樞——大腦。因此：

- 1.如果一個物體沒有辦法發射或反射某一特定的色光，則我們就看不到該物體呈現此一特定的顏色。
- 2.如果我們的大腦無法清楚分辨兩種不同的顏色，例如紅色與綠色，則這兩種顏色將會被我們的大腦解讀成灰色。因此有紅綠色盲的人，他們將無法清楚分辨紅色與綠色的差別在哪裡。

所以，對一個眼睛正常的人而言，若不發光的物體（例如綠葉）能反射綠色光，則在我們的眼中，它就是呈現綠色的；若不發光的物體（例如紅花）能反射紅色光，則在我們的眼中，它就是紅色的。

單元二、光的秘密情事

《物體如何呈現特定的顏色？》

任何不會發光的物體，對於光線的照射可能有下列這四種作用的發生，他們分別為：

- 1.反射作用：光線在行進過程，若遇到不同介質，則會在兩介質交介面上發生折回原介質的現象，此現象稱為反射作用。
- 2.折射作用：光線由一介質進入另一介質時，因光線在兩種介質裡的行進速度的不

同，故發生行進方向改變的現象，此現象稱為折射作用。

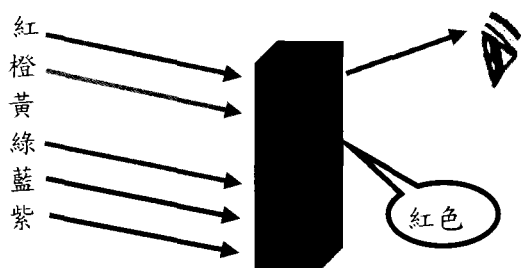
- 3.吸收作用：光線進入某些物體時，會被物體所吸收；被吸收的光能會轉變成熱能，讓物體的溫度升高。
- 4.穿透作用：穿透作用需視物體表面狀況、厚度、顏色等而異。依照穿透作用的差異，可將物體分成透明體、半透明體、不透明體等三類，說明如下：

(1)透明體：可以讓大多數的光通過。

(2)半透明體：僅能讓部分的光通過。

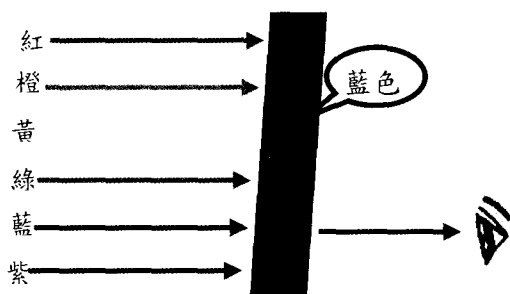
(3)不透明體：完全不透光的物體。

因此，若一物體可以反射紅色的光線，則光線照到此一物體，則除了紅色色光可被反射以外，其他顏色的光線將會被吸收；紅色色光經反射進到我們的眼睛、傳送到我的腦袋後，經腦袋判斷，我的腦袋便可以告訴我說：嘿！那個物體的的確確是紅色呦（圖四）！



圖四 不透明的紅色磚塊，藉由反射紅光而呈現紅色

但對於透明的物體而言，除了反射特定顏色的色光以外，該物體亦可讓該顏色的色光通過，因此，我們除可藉由透明體（或半透明體）反射的光線來判斷其顏色以外，亦可藉由透過去的光線來判斷其顏色（圖五）。



圖五 透明的藍色玻璃紙，藉由藍光的穿透，顯現出它的藍色與透明

因此，物體要呈現出特定顏色，它勢必要把該顏色色光反射到我們的眼睛才行。其他的色光照上去，勢必會被該物體所吸收

活動二、那個最會「燒」

活動目的

藉由本活動學習不發光的物體對於色光有吸收作用與反射作用，並學習光線在被物體吸收後會轉換成熱能。

材料與設備

試管（2 支）、橡皮塞（2 個，附有小洞可置入溫度計）、溫度計（2 支）、黑色與白色不透明色紙（各一）

活動步驟

1. 將試管裝水，並於外面分別包裹白色、黑色色紙，然後將之裝滿水。
2. 把附有溫度計的橡皮塞塞住錐形瓶，之後置於陽光可以照射到的草地上。每隔 20 分鐘記錄水溫變化，並將所得結果繪成折線圖。

問題與討論

1. 為何黑色色紙包裹之錐形瓶水溫上升較快？請推論其原因。
2. 本實驗為何需要將實驗裝置置於陽光可以

直接照射的地方，且要置於草地上？若放置於陽光照不到的陰暗處，或置於水泥地上，將可能對實驗結果有何影響？

3. 有人說：夏天應多穿淺色衣服，冬天應多穿深色衣服，其理由何在？請由本實驗的實驗結果解釋原因。

教學注意事項

1. 依據模組撰寫者本身的操作經驗，本活動需在有強烈陽光照射下（約上午十點至下午一點）進行有較為顯著的效果
2. 若天氣狀況不佳，或者是課程進行時間天色較暗，可改用 100W 燈泡於室內進行操作；即將兩試管分別置於燈泡兩側約 5 公分處，觀察水溫的改變情形。
3. 試管中的水量不宜太多，否則水溫變化會不明顯。

《從白光到色光》

從前面的討論可以知道，不透明物體呈現的顏色，乃取決於該物體所反射回來的光線顏色；而透明物體所呈現出來的顏色，乃是取決於可穿過物體或可由物體反射回來的光線而定。因此，當白光照射在不透明的物體上時，該物體會吸收某些顏色的光，而把其餘的色光反射出來；而白光照射到透明物體上時，該物體吸收了特定顏色的光線後，未被吸收的光線，便部分自物體反射、部分主動地通過物體，而造成透明物體的顏色。

舉個例子來說，如果我們把白色光照在某不透明的物體上，而該不透明物體只會反射綠色的光線，其他色光都被該物體所吸收，我們就會覺得該不透明物體是綠色的。但假若我們把白光照射在透明物體上，而該物

體除可以反射紅色光線外，另可讓紅色光線通過，則我們除可看到該物體為紅色外，另可判斷出該物體為透明的。

所以，白色光要如何變成有顏色的光線呢？這得要看那到白光照到物體之後，物體究竟要吸收、反射、甚至穿透何種顏色的光線而定了。

活動三、光的密碼戰

活動目的

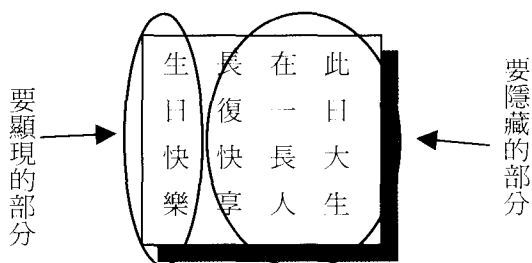
藉由本活動學習透明物體對於色光的吸收作用與反射作用，並運用所學預測可能為人所看見的顏色。

材料與設備

玻璃紙（顏色數種）、色筆（顏色需與所購之玻璃紙相同）、西卡紙數張

活動步驟

- 1.請自行編寫一段文字，文字之中涵蓋你所要顯現的文字與要隱藏的文字。舉例如下如下：



- 2.把要隱藏的文字以一種顏色寫下（如紅色），要顯現的文字以另一種色筆（紅色以外）寫下。
- 3.使用與要隱藏的文字相同顏色的玻璃紙，將整段文字蓋上，則可以將你所要隱藏的訊息隱藏起來。

問題與討論

- 1.自行設計一張可以隱藏自己所要傳遞訊息的小卡片，把你想要講的話藏在裡面，並說明你設計的方式。
- 2.如果製作過程選錯了覆蓋用的玻璃紙，則會出現何種狀況？為什麼？

單元三、眼睛會騙我

《眼見為憑？》

古人喜歡以「眼見為憑」一詞來說明他們對於他人的不信任，以及只相信自己感官的行為，認為自己的感官是不會、也不會欺騙自己的。可是事實上卻不然，就算你從頭到尾猛盯著一個物體，死命地瞧著，你身上的重要感官——眼睛，也可能會讓你受到蒙蔽，而你卻不自知。咦？不相信是吧？不然我們就做個實驗來印證一下吧！

活動四、光的後像

活動目的

後像是一種視覺暫留現象，就是當所看到的東西移開後，短時間內仍有看到該物的感覺。不過，由於視覺疲勞，負片後像所呈現的顏色和原來的不一樣。本活動在於實際體驗後像，比較後像與原圖的異同。

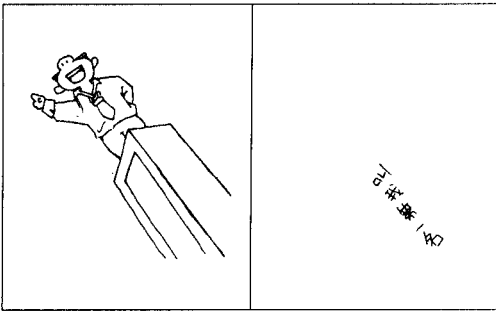
材料與設備

打孔機（一台）、西卡紙、自製圖卡（數張）、橡皮筋（數條）

活動步驟

一、正片後像：

- 1.將下面所附的圖卡影印後貼於西卡紙兩面，在上下二端打洞，套結橡皮筋。

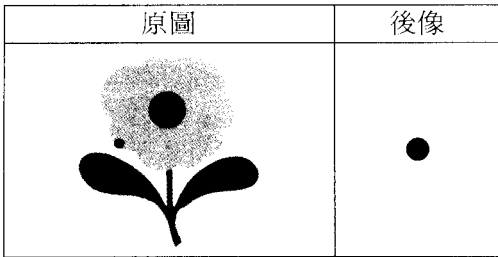


2. 先將橡皮筋的兩端固定，再將西卡紙沿同一方向繞軸轉 10 圈。鬆手後，注視西卡紙，你觀察到什麼現象？

3. 自行設計繪製雙面圖卡，重複步驟 2。

二、負片後像

1. 先凝視下面左側圖片的中央黑點，15 秒後轉而注視右側小黑點，靜待後像出現，並觀察後像顏色、形狀與原圖有何異同。



2. 自行設計、繪製不同形狀、顏色的圖片，利用上述方法觀察圖片，並體驗其後像。

問題與討論

1. 請舉出日常生活中，有哪些後像的實例或應用？

2. 請由後像的觀點解釋為何開刀房內牆壁、衣服等均為綠色圖案。

《「後像」》

同學在活動之中所觀察到的便是所謂的「後像」。後像可分成正片後像與負片後像等二種。前者是指後像與原物一樣，就如同幻燈片的情形，故稱之為正片後像；後者是指後像與原物互補，就如同照相底片一樣的情

形，故稱為負片後像。

造成正片後像的原因，主要在於視網膜的「慣性」；在刺激移開後，所看到的像仍存在，但為時甚短，很快就消失了。而負片後像的發生，主要在於視網膜上的顏色接受體發生疲勞所致；當眼睛盯住物體不眨時，眼內的顏色接受器接受大量刺激而活動，而刺激移開後，此些顏色接受器的活動無法在一時間停止，仍持續地引起神經衝動，經視神經傳送到腦，產生「看到該物體」的感覺。不過這時候因為對原來的顏色已感到疲勞，故在白色區域（如白紙）便出現該顏色的互補色。

後像的色彩變化極多，通常正片後像與原物顏色相同，而負片後像與原物的互補色相同。

《互補色》

當兩種色光混合後，可以產生白色的色光，則這兩種色光就稱為「互補色」。例如，因：

黃光 + 藍光 = 白光

所以黃光與藍光相互為互補色。不過，得到這個結論實在不會令人太意外，因為黃光在人的眼中可由紅光與綠光混合而成，又紅光、綠光、藍光等三光混合，在人的眼中看起來又是白光，所以在人眼的解讀之下，黃光與藍光互為互補光。

同理，我們已知紅光與藍光混合會得到洋紅色色光，故洋紅色色光與綠光互為互補光：

洋紅色色光 + 綠光 = 白光

藍光與綠光混合將會得到靛光，故靛光

與紅光互為互補光：

$$\text{靛光} + \text{紅光} = \text{白光}$$

所以，每種顏色的色光，均有可與其互補的互補光。故若要知道某種顏色色光的互補光為何，你可以利用白光來求之；將白光之中，該顏色的色光「減」掉，所呈現出來的顏色，便為被減掉顏色的互補光。

單元四、圖畫彩虹國

印刷的三原色

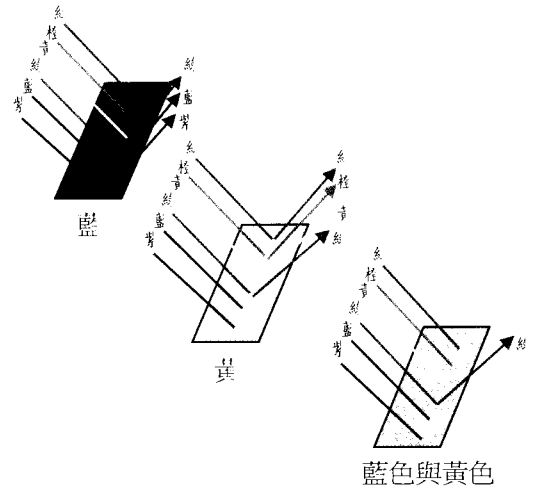
若我們將紅、綠、藍等三種顏色的光線同時照在白色牆壁上的同一處時，將會呈現出白色的亮區；若將紅色、綠色光線同時照在白色牆壁的另一處時，則會在該處出現黃色的亮區。但是如果我們將紅色、綠色、藍色的廣告顏料混在一起，則會呈現出怎樣的顏色？

也許有人會直覺回答為「白色」，但如果你在學校有認真上過美術課，你會發現這三種顏色的顏料調在一起，會得到一種混濁的暗褐色。同樣地，若將紅色顏料加上綠色顏料，也絕對不會得到像色光混合一樣地黃色。換句話說，混合顏料與混合色光是完全不同的事情。

分析顏料的組成，我們可以發現顏料是由很細的色素顆粒所構成，這些顆粒會先吸收某些顏色的光，並反射其他顏色的光，以產生我們所看到該顏料的顏色，然而不同顏色吸收與反射光線的範圍相當大，因此色素反射的光線是混合色。例如藍色顏料主要反射藍光，但也同時反射紫光與綠光，而吸收的是紅光、橙光與黃光；黃色顏料主要反射黃光，但也同時反射紅光、橙光和綠光，而

吸收藍光和紫光。

今天如果將黃色顏料與藍色顏料調和在一起，則顏料顆粒將會吸收除了綠色光以外的全部色光。所以我們將兩種顏料混合在一起，會得到綠色的原因，就是因為兩種顏料顆粒均能夠反射綠色光，所以我們看到的是綠色（圖六）



圖六 藍色顏料與黃色顏料混合的呈色原理
（重繪自「觀念物理」。天下文化出版）

也許你會聽人講過，用水彩畫畫時，可以用紅、綠、藍三色，調出任何你想要的顏色。事實上，在使用顏料配色時，最有用的三種顏色分別為洋紅、黃色、青色。這也是運用在彩色印刷時色彩調配的基本色，就連家裡的彩色噴墨印表機也是用這三色來調配出彩色來的。

所以如果大家能夠在畫圖時，善加利用這三種顏色，則就能畫出漂亮的圖畫彩虹呢！

參、內容概念與教學建議

單元一、顏色物語

1. 主要概念

- (1) 需有光線進入眼睛，人才能看見物體。
- (2) 光線經過三稜鏡後，會發生色散現象。
- (3) 物體所呈現出的顏色，需取決於物體吸收與反射的結果。
- (4) 在人的視覺中，所有色光均可由紅、綠、藍三色色光調配而出。

2. 建議授課節數：2 節（90 分鐘）

3. 建議評量方式：口頭問答、成品製作、小組成果發表

單元二、光的秘密情事

1. 主要概念

- (1) 物體所呈現出的顏色，需取決於物體吸收與反射光線的結果。
 - (2) 透明物體的呈色，與其對光線的吸收與透過有關。
 - (3) 光線被物體吸收後，會被轉變成熱能的形式放出。
- #### 2. 建議授課節數：2 節（90 分鐘）
- #### 3. 建議評量方式：口頭問答、成品製作、小組成品發表（或個人成品發表）

（上承第 46 頁）

參考資料

1. 湯兆昇，趣怪的飲水鳥。
<http://www.hk-phy.org/iq/drinking.bird/drinking.bird.html>.
2. J. L. Sarquis, M. Sarquis, and J. P. Williams. *Hats off to the drinking bird. Teaching chemistry with toys.* p.251. Published by

單元三、眼睛會騙我

1. 主要概念

- (1) 人類的視覺暫留現象，可引起人主觀上的連續光感。
- (2) 人類的「視覺疲勞」，能導致後像的產生。
- (3) 兩色光混合後，可得到白色色光，則此二色光相互為互補色。

2. 建議授課節數：1 節（45 分鐘）

3. 建議評量方式：口頭問答、個人成果發表

單元四、圖畫彩虹國

1. 主要概念

- (1) 物體所呈現出的顏色，需取決於物體吸收與反射光線的結果。
- (2) 印刷混色與光線混合結果並不相同。
- (3) 顏料混合呈色的原理。

2. 建議授課節數：1 節（45 分鐘）

3. 建議評量方式：口頭問答

致謝

本模組教材為國立台灣師範大學科學教育中心九十二年度九年一貫數學及自然課程教學模組設計工作坊的研習成果之一。感謝方泰山老師、洪志明老師、張永達老師對於本模組所提供之寶貴意見。

Learning Triangle Press. 1995.

3. FLINN SCIENTIFIC INC. Flinn chemical & biological catalog reference manual, drinking bird (Ap9292), 525, 1999.
4. 方金祥 一中縣國中九年一貫課程自然與生活科技領域教師進階研習講義。2003.8. 18-20.