

# 中華民國第42屆中小學科學展覽會

∴∴ 作品說明書 ∴∴

## 國小-物理科

科別：物理科

組別：國小組

作品名稱：我想把顏色變不見

關鍵字：色彩、牛頓盤、光譜

編號：080108

---

**學校名稱：**

新竹市香山區內湖國民小學

**作者姓名：**

龍彥筑、鄭宇純、林彥妤、林姿婷

**指導老師：**

潘如惠、邱梅英



# 我想把顏色變不見

## 一、 摘要

老師教我們製作由紅、橙、黃、綠、藍及紫等比例六種顏色，組成的牛頓盤快速旋轉後會變成白色，但同學們所製作出來的牛頓盤沒有一個可以變成白色。我們想找出原因，由分析同學的牛頓盤開始，依顏色材質、尺寸大小、顏色排列及顏色比例等做實驗，結果發現使牛頓盤變白色要加一靛色，七種顏色等分，但必須要較淡且柔和的紅、橙、黃、綠、藍、靛及紫色組成，或者也可以不等比例的顏色組合，其比例必須以三稜鏡做光譜色散實驗，量算出各顏色所佔的比例，依其比例和顏色製作牛頓盤，快速旋轉後一定會變白色。製作牛頓盤所用的顏料以可調配的廣告顏料和水彩最好的選擇。

## 二、 研究動機

自然課第四單元是彩色世界，大自然充滿了繽紛絢麗的色彩，這些色彩都是在陽光的照耀下產生出來。老師為了加強我們瞭解顏色與光的關係，教我們用硬紙板剪成 15 公分的圓盤，將圓盤分成六等分，依序將各部分塗上紅、橙、黃、綠、藍及紫等六種顏色，盤上的顏色和順序都與彩虹一樣，快速旋轉後，圓盤看起來就會變成白色的，這是著名的牛頓盤。當我們班同學製作完成，快速旋轉後，竟然沒有一位同學的圓盤轉出來是白色的，這時老師的臉由微笑轉為嚴肅，我知道老師出糗、遇到難題了，於是我自告奮勇，跟同學組成「把顏色變不見了」小組，與老師一起研究，找出原因。

## 三、 研究目的

- (一) 紅、橙、黃、綠、藍及紫六等分，快速旋轉後，不變白色，再加一靛色，改成七等分，旋轉後可以變白色嗎？
- (二) 牛頓盤快速旋轉後，不變白色，與顏色材質有關係嗎？
- (三) 牛頓盤依光譜顏色的比例，不等分著色，快速旋轉後，會變白色嗎？
- (四) 牛頓盤著色順序不與彩虹一樣，也會變白色嗎？

## 四、 研究設備及器材

我們準備的研究設備和器材有硬紙板、電動機、電風扇、廣告顏料、水彩筆、蠟筆、色彩筆、彩色筆、量角器、三稜鏡、投影機、剪刀、壓克力透明水族箱。

## 五、 研究過程或方法

**【實驗一】：**分析同學製作的牛頓盤有什麼特點

步驟：

1. 收集同學們製作好的牛頓盤，依顏料材質分成廣告顏料、彩色筆、麥克筆、蠟筆、色紙等。
2. 檢查塗在牛頓盤上顏料深淺，那一種顏料最能使牛頓盤接近白色。
3. 記錄所有同學的牛頓盤在電動機快速旋轉後的顏色。

**【實驗二】：**製作七等分的牛頓盤

步驟：

1. 切割硬紙板做直徑 7 公分的圓盤，每一等分是 51.4 度。
2. 用水彩、彩色筆、蠟筆等依順序塗上紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫等七種顏色。
3. 色紙也貼成七等分，顏色如步驟 2。
4. 使用電動機轉動圓盤，檢查牛頓盤的顏色變化。

**【實驗三】：**製作七等分同心圓牛頓盤

步驟：

1. 直徑 7 公分，每間隔 1 公分畫一同心圓
2. 從圓心開始，塗上紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫等七種顏色。
3. 放在電動機上快速旋轉，觀察顏色變化。

**【實驗四】：**互補色盤測試

1. 方法：黃與藍是互補色，在直徑 7 公分的圓盤上，用水彩一半畫上深黃，另一半深藍，兩種顏色再加白色調淺，再做一圓盤，依調色的漸層，可以做許多互補色盤。

**【實驗五】：六等分、七等分的牛頓盤調配成較淡顏色**

步驟：

1. 切割硬紙板 7 公分圓盤。
2. 圓盤分六等分，塗上較淡的紅、橙、黃、綠、藍、紫等六種顏色。
3. 圓盤分七等分，塗上較淡的紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫等七種顏色。
4. 塗好顏色的圓盤放在電動機旋轉，觀察顏色變化情形。
5. 旋轉時顏色如果沒有變成白色，繼續重覆步驟 1 至 4。

**【實驗六】：利用水來分離光的顏色**

步驟：

1. 在投影機上放一透明壓克力水族箱。
2. 打開燈源，這時有彩虹光譜出現，把影像調到清晰至珠光螢幕上。
3. 量測光譜中各顏色的長度，並計算其比例。
4. 依所分離出來的顏色和比例，在 7 公分圓盤上做出牛頓盤。
5. 牛頓盤快速旋轉後，觀察顏色變化。

**【實驗七】：利用三稜鏡來分離光**

步驟：

1. 把三稜鏡放在陽光下，分離光的顏色。
2. 重覆【實驗五】之步驟 3 至 5。
3. 每隔 30 分鐘重覆步驟 1、2 量測一次。

**【實驗八】：牛頓盤著色順序不和彩虹一樣，旋轉後也會變白色嗎？**

步驟：

1. 把電動機磁場的 N、S 位置對掉，或電池正、負極反接，可以改變電動機的旋轉方向。
2. 把變成白色牛頓盤順、逆時鐘方向操作，觀察顏色變化情形。
3. 拿會變成白色牛頓盤，依其顏色再製造一個牛頓盤，但顏色依任意順序塗上，但顏色的比例維持一樣，觀察快速旋轉後顏色變化情形。

## 六、研究結果

(一)【實驗一】中，同學製作的牛頓盤有下列的共通點：

1. 大致分成六等分，每一等分是  $60^\circ$ 。
2. 塗料的顏色都採用原色，如深紅、深綠、深紫等...，且都用彩色筆。
3. 我們所收集的牛頓盤分類如下表：

表格 1：同學製作牛頓盤的分類

顏料種類 項目	彩色筆	色紙	水彩	蠟筆	色鉛筆
個數	59	3	14	8	12
快速旋轉後 呈現顏色	多種	咖啡色	淡紫	膚色	接近白色

(二)【實驗二】中，製作七等分的牛頓盤，快速旋轉後，顏色變化的結果如下表：

表格 2：七等分牛頓盤快速旋轉後的顏色變化

顏料種類 直徑	彩色筆	色紙	水彩	蠟筆	色鉛筆
7 公分	紫	咖啡色	淡紫色	咖啡色	灰

(三)【實驗三】製作七等分同心圓牛頓盤，結果顯示，顏色不能混在一起，七種顏色壁壘分明顯現在圓盤上。

(四)【實驗四】互補色盤測試中，我們製作 3 個圓盤如圖 1，由深至淺，快速旋轉後，都可以變成白色，但黃、淺顏色組所混成的顏色最白。

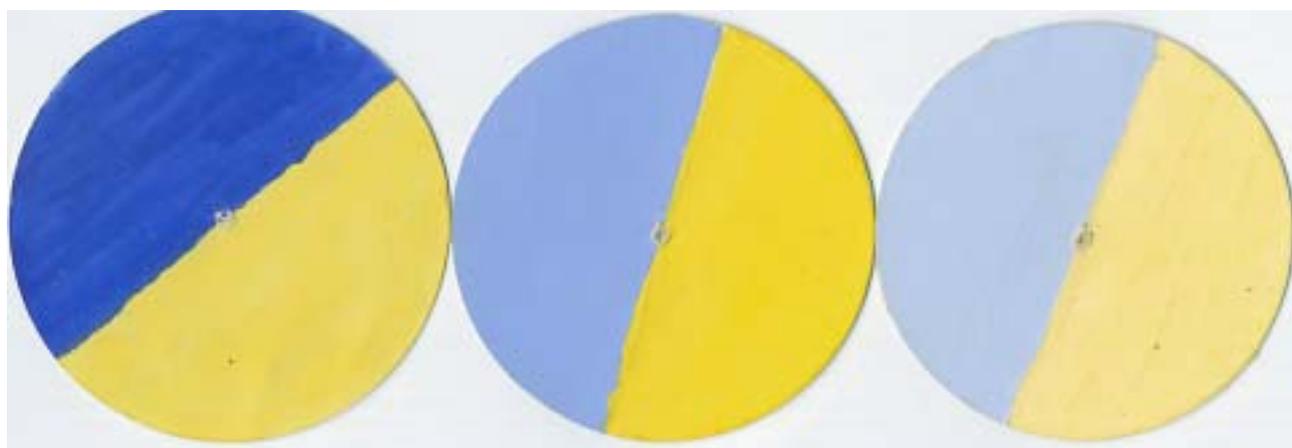


圖 1 藍黃互補色盤

(五)【實驗五】中，顏色較淺以六等分、七等分的牛頓盤調配成較淡顏色，結果如下：

1. 六等分的牛頓盤無論如何調配顏色，由深至淺，都無法使牛頓盤轉為白色。
2. 七等分的牛頓盤，費盡千辛萬苦，終於調配出顏色，使牛頓盤快速旋轉時變成白色。
3. 我們把直徑 7 公分的圓盤，放大至直徑 11 公分，快速旋轉後也是白色的，顏色變化與大小無關。

(六)【實驗六】中，利用水來分離光的顏色，結果如下：

1. 水可以當三稜鏡，把投影機燈泡的光分離出來。
2. 顏色比例量測如下表：

表格 3：顏色比例

項目 \ 顏色	紅	橙	黃	綠	藍	靛	紫
長度(cm)	5	—	6	—	3	3	7
比例	5/24	—	6/24	—	3/24	3/24	7/24
在圓盤的角度	75°	—	90°	—	45°	45°	105°

3. 依其顏色比例做成的牛頓盤如下圖，快速旋轉後會變成白色。



圖 2 利用水來分離光的顏色比例製作之牛頓盤

(七) 【實驗七】中，不同時間用三稜鏡分離光的顏色，結果如下各表：

表格 4：三稜鏡分離光的顏色，時間：13:00

項目 \ 顏色	紅	橙	黃	綠	藍	靛	紫
長度(cm)	3	3	3	3	2	3	6
比例	3/23	3/23	3/23	3/23	2/23	3/23	6/23
在圓盤的角度	47°	47°	47°	47°	31.3°	47°	93.9°

註：日期：91.4.24 時間：13:00 地點：東棟 自然教室走廊

表格 5：三稜鏡分離光的顏色，時間：13:30

項目 \ 顏色	淡紅	橙	黃	綠	黃綠	藍	靛	紫
長度(cm)	1.2	0.6	1	1.1	0.6	1	6.0	2.7
比例	1.2/9.1	0.6/9.1	1/9.1	1.1/9.1	0.6/9.1	1/9.1	6/9.1	2.7/9.1
在圓盤的角度	47.8°	23.7°	39.6°	43.6°	23.7°	39.6°	35.6°	106.8°

註：日期：91.4.24 時間：13:30 地點：東棟 自然教室走廊

表格 6：三稜鏡分離光的顏色，時間：14:00

項目 \ 顏色	紅	橙	黃	綠	藍	靛	紫
長度(cm)	3.5	1.5	1.5	3.3	1	1.2	3
比例	3.5/15	1.5/15	1.5/15	3.3/15	1/15	1.2/15	3/15
在圓盤的角度	84°	36°	36°	79.2°	24°	28.8°	72°

註：日期：91.4.24 時間：14:00 地點：東棟 自然教室走廊

表格 7：三稜鏡分離光的顏色，時間：14:30

項目 \ 顏色	紅	橙	黃	黃綠	藍	靛	紫
長度(cm)	2	1	1.5	1	1	1.5	1.5
比例	2/9.5	1/9.5	1.5/9.5	1/9.5	1/9.5	1.5/9.5	1.5/9.5
在圓盤的角度	75.8°	37.9°	56.8°	37.9°	37.9°	56.8°	56.8°

註：日期：91.4.24 時間：14:30 地點：東棟 自然教室走廊

表格 8：三稜鏡分離光的顏色，時間：15:00

項目\顏色	紅	橙	黃	黃綠	藍	靛	紫
長度(cm)	2	1	1	1.5	1	1	2
比例	2/9.5	1/9.5	1/9.5	1.5/9.5	1/9.5	1/9.5	2/9.5
在圓盤的角度	75.8°	37.9°	37.9°	56.8°	37.9°	37.9°	75.8°

註：日期：91.4.24 時間：15:00 地點：東棟 自然教室走廊

表格 9：三稜鏡分離光的顏色，時間：15:30

項目\顏色	紅	橙	黃	綠	藍	靛	紫
長度(cm)	1.5	0.3	0.5	1	0.8	—	2
比例	1.5/6.1	0.3/6.1	0.5/6.1	1/6.1	0.8/6.1	—	2/6.1
在圓盤的角度	88.5°	17.7°	79.5°	60°	47.7°	—	11.8°

註：日期：91.4.24 時間：15:30 地點：東棟 自然教室走廊

(八) 【實驗八】中，牛頓盤著色順序和彩虹不一樣，會變白色嗎？結果如下：

1. 牛頓盤的顏色順序變化沒有影響，快速旋轉後，都會使牛頓盤變成白色。
2. 彩色紙牛頓盤按彩虹順序貼，和任意排列順序的顏色一樣。

## 七、討論

- (一) 【實驗一】中，同學做的牛頓盤都是由原色六等分顏色，快速旋轉後都不會變白色，而用色鉛筆做塗料則較接近白色，應該是顏色較淺，比較容易變成白色，從【實驗四、五】中，可知顏色較淺的牛頓盤容易轉出白色。
- (二) 由【實驗二、五】可知，顏色等分的牛頓盤一定要有靛色，且顏色不能用深紅、大綠的顏色。從由彩色紙製造的牛頓盤所轉出來的顏色都是咖啡色。我們很清楚知道，顏色豔麗不是好的選擇。
- (三) 【實驗三】是同心圓牛頓盤，旋轉時顏色不會混在一起，像是彩虹快速旋轉。
- (四) 任何兩種色光混合後，如果能產生白色效果時，這兩種顏色就稱做互補色光。為什麼要做【實驗四】，因為我們知道黃、藍是互補色，一定會變白色，而調配這兩種顏色變白色較簡單，是要證明深色不易變白色。而淺色較容易。
- (五) 【實驗五】製作牛頓盤的顏料最好是選擇水彩或廣告顏料，才可調出理想的顏色，其

他的如彩色筆、色彩筆、色紙及蠟筆等都不適合。

- (六) 【實驗六、七】是想由光譜知道我們所接觸的白光的顏色組成，各顏色比例是一樣的嗎？結果不是，白光的組成，各顏色的比例都不一樣，而且隨時間在變，而且顏色是淺色，不是很深色，由實驗亦可得知燈泡的光比日光少了兩種顏色。
- (七) 依【實驗七】所得顏色比例的數據，做不等比例的牛頓盤會變白色，可知製造牛頓盤時，各顏色是不需要等分的。光譜的彩色變化是漸層的，不好調配，需要很大的耐心，才可調配和光譜所展現的彩色一樣。
- (八) 牛頓盤著色順序不用按彩虹的順序排列，也會有同樣的效果，只要比例調配正確，快速旋轉後都會使牛頓盤變白色。
- (九) 我們一開始旋轉牛頓盤是使用電風扇，把牛頓盤貼在電風扇上，然後快速運轉帶動牛頓盤，直到下個單元電動機的製作，我們做了自己的馬達，方便了許多，所以課本單元排列最好能前後呼應，讓我們上自然課能更有趣，能夠應用在生活中。

## 八、 結論

- (一)製作牛頓盤不能只等分顏色，製作時的顏料最好選擇水彩或廣告顏料，可自由調配，不要用深紅、深紫，否則製作出來的牛頓盤失敗率會很高。
- (二)做牛頓盤時，先用三稜鏡觀察日光的組成，日光的顏色紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫等七種不同比例的顏色都非常柔和，且是漸層色，所以同學所做的牛頓盤選擇的顏色都是基本色且等比例，又少了一個靛色，難怪會失敗，牛頓盤變不了白色。
- (三)許多關於牛頓盤製作方法的書籍，都是把顏色等比例塗上，而所畫出來的顏色，不會使牛頓盤旋轉成白色，而是成灰色或咖啡色。所以科學知識除了正確敘述外，最重要的是要實驗證明，才是正確的，如【實驗七】日光經過三稜鏡測量，顏色的比例隨時間都在改變，【實驗八】牛頓著色不需按彩虹順序排列，可以任意排列，旋轉後的顏色都一樣。
- (四)經過無數的測試，我們終於製作出最完美的牛頓盤如下圖 3，我想把顏色變不見，我們已經達成希望，感謝老師的指導，相信以後老師上到彩色世界這個單元時，都能保持微笑上課。



【實驗五】七等分的牛頓盤調配成較淡顏色，旋轉時變成白色

【實驗七】：利用三稜鏡來分離光做不等比例的牛頓盤會變白色

圖 3：完美的牛頓盤

## 九、參考資料

- (一) 自然課本第十一冊，國立編譯館。
- (二) 不可思異的科學實驗，物理篇，黃幸美，世茂出版社。
- (三) 科學真有趣，錦繡文化企業。
- (四) 諧調配色，美工圖書社。
- (五) 色彩大系，李蕭錕，漢藝色研。
- (六) 科學實驗，遠哲科學教育基金會。
- (七) 親子科學，Sarah Angliss 等原著，聯經出版社。