

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 物理科

佳作

080109

轉吧！轉吧！七彩萬花筒

學校名稱：高雄市苓雅區中正國民小學

作者：	指導老師：
小四 潘柏瑋	楊羽靜
小四 馮威翔	蔡瑞琴

關鍵詞：偏光板、萬花筒、光的三原色

轉吧!轉吧!七彩萬花筒

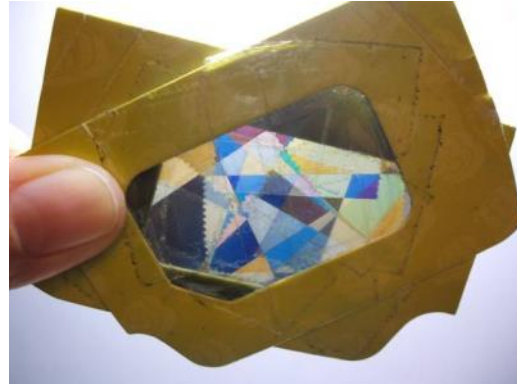
摘要

無意間發現立體眼鏡重疊時若膠帶貼在上面會造成變色效果，於是查詢資料瞭解偏光板的原理，並展開對偏光板的研究。我們以各種貼法及不同材質的膠膜作比較，結果發現要貼在兩片偏光板之間且膠帶和偏光軸成 45 度角時變色效果最佳，而且以貼 OPP 塑膠材質看到的色彩最漂亮。

為了探究變色原因我們貼上不同層數的膠帶，以數位相機拍下各種旋轉角度時的顏色，並利用 PotoCap 4.3 軟體將拍下的數位相片轉成 RGB 數值，比較兩片偏光板不同旋轉角度下光的穿透比例，結果發現在不同角度時穿透膠帶和偏光板的紅、綠、藍光的比例因膠帶的層數不同改變的幅度也不同，我們也發現這種變化和某些膠膜具有旋光性有關。最後我們應用研究發現創作出多采多姿的『七彩紙杯變色萬花筒』。

壹、 研究動機

去年暑假爸爸帶我們到台電墾丁的發電廠參觀，在那裏我們看了一部立體電影，電影結束後解說的大哥說我們可以帶走立體眼鏡。我和妹妹開心的把立體拿在手中把玩，無意間我們發現將兩片立體眼鏡重疊時旋轉會有光線的明暗變化，而且妹妹把透明膠貼在立體鏡片上原來暗的部份變亮了!真是有些神奇!於是我們開始在眼鏡上亂貼膠帶，沒想到更神奇的事情發生了，立體眼鏡好像萬花筒似的出現各種圖案和色彩，我們開心極了!只是當時玩一玩就沒有想說為什麼會這樣。



今年我四年級了，上學期「由池水看光的折射」單元，玩了許多有關「折射」的實驗，這學期一開學老師就教到「美麗的彩虹」單元，我們製造人造彩虹知道了彩虹產生的原因，原來光線是由紅、綠、藍三種顏色所構成的，也學到了光經過不同的介質時會發生折射因而產生「色散」。這時我的腦海中浮現了立體眼鏡也能製造七彩顏色的記憶，在好奇心的驅使下我把我的經驗和想法和老師及爸媽討論，大家都覺得這件事情很值得研究一下，於是在老師的鼓勵下我們就利用假日和同學及家人們研究起來了！

貳、 研究目的

- 一、了解立體眼鏡和偏光板的原理。
- 二、要貼哪裡才會讓偏光板變色? (Where?)
- 三、什麼材質能讓立體眼鏡變出最多色彩? (What?)
- 四、為什麼貼上膠帶後能讓偏光片變出漂亮的色彩? (Why?)
- 五、探討變色材質的變色原理
- 六、如何利用我們的發現創作會變色的紙杯萬花筒? (How?)

參、研究器材與方法

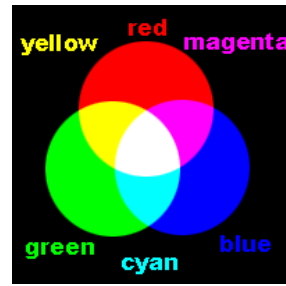
一、研究器材：

立體眼鏡	偏光板	厚紙板	透明膠帶	剪刀
美工刀	圓形量角器	圓規	萬能膠	紙杯（含蓋）
日光檯燈	各色玻璃紙	各式膠膜	紙杯	杯蓋
數位相機	電腦			

二、研究方法：

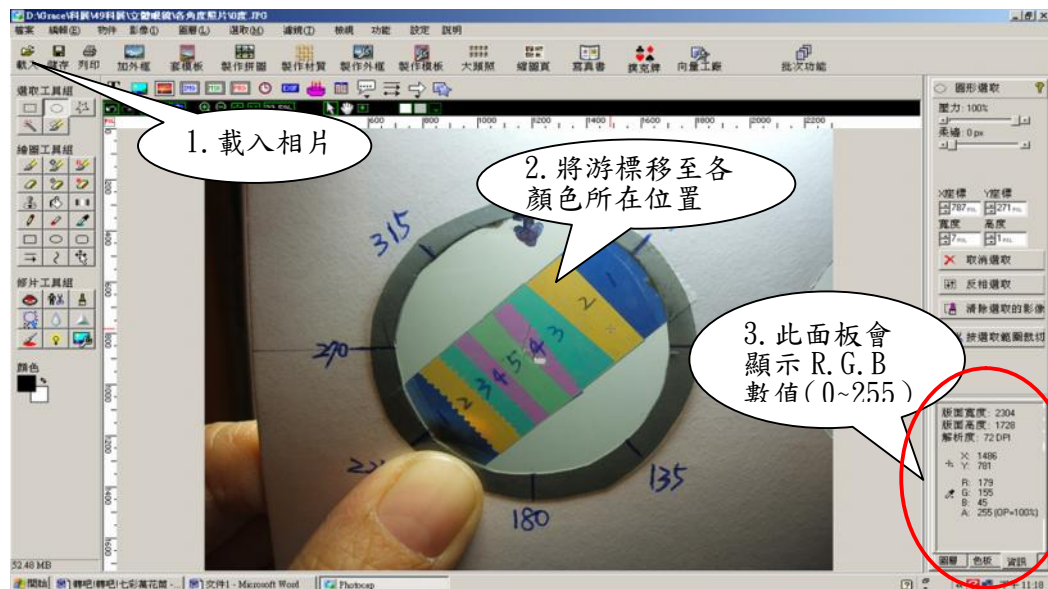
(一) 拍數位照—爲了紀錄我們看到的顏色變化，我們用數位相機將結果拍攝後傳到電腦存檔處理。

(二) 轉換成數據—由於我們拍攝很多照片，而且色彩變來變去，剛開始我們只紀錄顏色，可是很難發現其中的規則，剛好我們有學過色光三原色是紅色、綠色、藍色，所有的色光都是這三個顏色組成的，因此我們決定將照片中的顏色轉換成數據。



◆ 光的三原色(RGB)^{文獻一}，就是紅(red)，綠(green)，藍(blue)。因爲這三種光線的混合幾乎可以表示出所有的顏色，因此電腦裡頭就用 RGB 三個數值的大小來標示顏色。因會光線是越加越亮，因此兩兩混合可以得到更亮的中間色：黃(yellow)、青(cyan)、洋紅(magenta)；三種等量相加可得到白色。

(三) 使用軟體—上電腦課的時候我們將我們的想法和電腦老師討論，老師告訴我們數位照片上的顏色可以轉換成 R（紅色）G（綠色）B（藍色）數值，而且老師還教我們上網搜尋和下載合法的免費軟體—PhotoCap 4.3，於是我們就順利將顏色轉換成數據了。

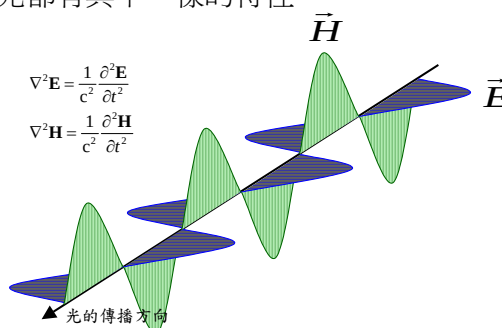


肆、研究過程與結果

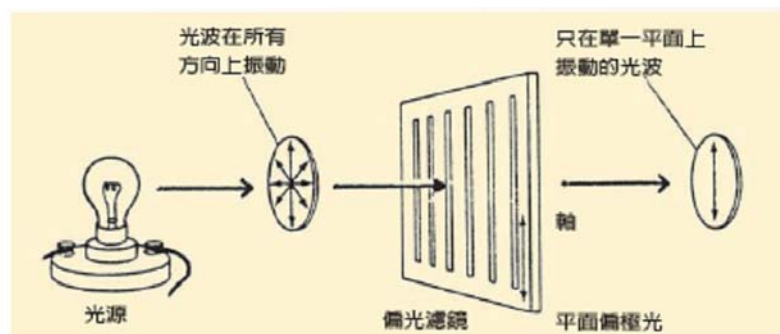
一、【目的】：了解立體眼鏡和偏光板的原理

【方法】：上網查詢資料^{文獻二}，整理如下：

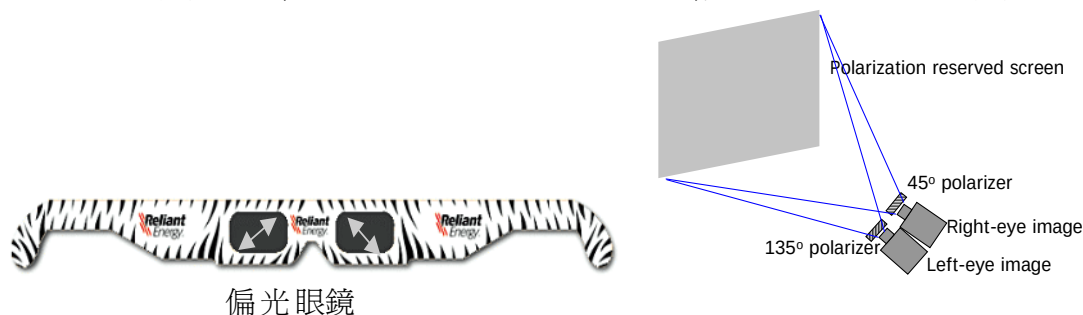
光--是一種電磁波，而光的偏振態指的是光的電場特性，一般以光的偏振態分可分為：自然光、線偏振光、部分偏振光、圓偏振光和橢圓偏振光共五種。每一類偏振光都有其不一樣的特性。



偏光片--偏光片可用來製造偏振光及檢驗偏振光的方向，偏光濾鏡就是根據這個原理做成的。簡而言之，偏光濾鏡就像一片柵欄，只允許與柵欄平行的光波通過。



偏光眼鏡--偏光眼鏡式立體電影或劇場就是利用圖三架構，若使用的是互相垂直的線性偏振光(0 度和 90 度或是 45 度和 135 度)便需要搭配同角度線性偏光膜。



偏光眼鏡式立體投影系統架構（資料來源：工研院經資中心 IT IS 計畫）

目前此技術大多運用在投影系統上，由兩台投影機提供不同偏振態的左右視域的影像，將影像投在能保持偏振特性的銀幕上，再由偏光眼鏡如圖所示，過濾出來給左右眼看，而在頭腦中形成 3D 立體影像。

【結果】：原來我們的立體眼鏡是偏光板所構成的，而且左右眼的偏光軸方向垂直呢！

而且左右兩邊還有介紹偏光鏡的文字，上面寫著：

1.偏光鏡的特性:他只能允許特定震動方向的光波通過。

2.兩片偏光鏡的偏光軸平行時，光波可以通過，垂直時光波不能通過。



圖一、立體眼鏡內側說明

二、【目的】：找出要貼哪裡才會讓偏光板變色? (Where?)

【方法】：1 將膠帶貼在兩片偏光板的 **不同位置** 上，旋轉偏光板測試變色效果。

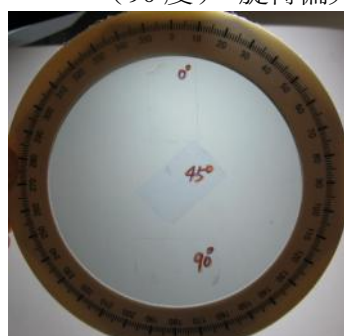
【結果】：

(表一) 將膠帶貼在兩偏光板的不同位置測試結果

兩偏光軸夾角 黏貼位置	0 度	45 度	90 度
貼在最下層	沒有效果	沒有效果	沒有效果
夾在兩偏光板之間	有變色效果	有變色效果	有變色效果
貼在最上層	沒有效果	沒有效果	沒有效果

發現🔍：1 膠帶 **一定要貼在兩片偏光板之間**才有變色效果。

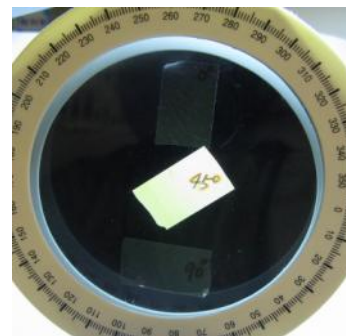
2.改變膠帶**黏貼角度**，分別和偏光版 A 的偏光軸平行(0 度)，成 45 度角，垂直(90 度)，旋轉偏光板 B 測試變色效果。



偏光板 A 上貼膠帶



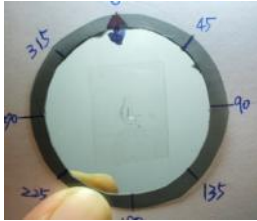
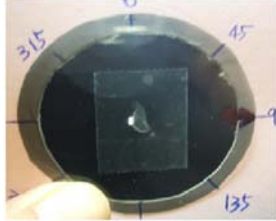
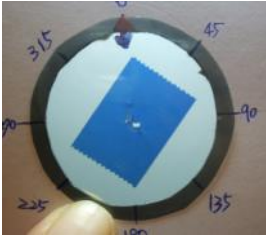
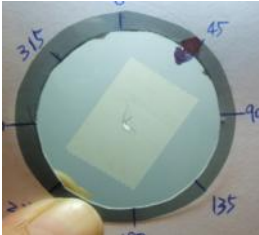
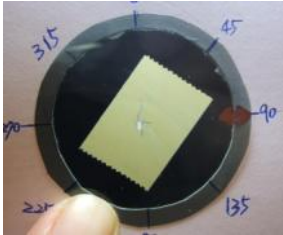
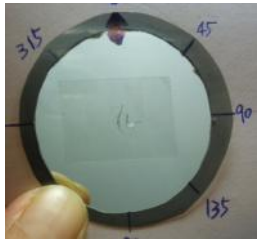
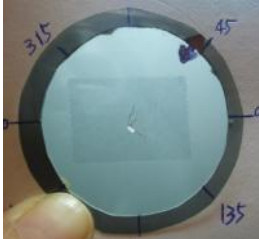
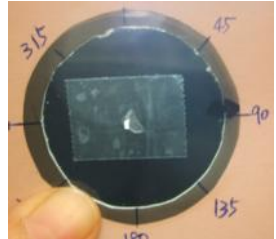
加上偏光板 B
(兩偏光軸夾 0 度)



加上偏光板 B
(兩偏光軸夾 90 度)

圖二、膠帶和偏光軸黏貼角度測試

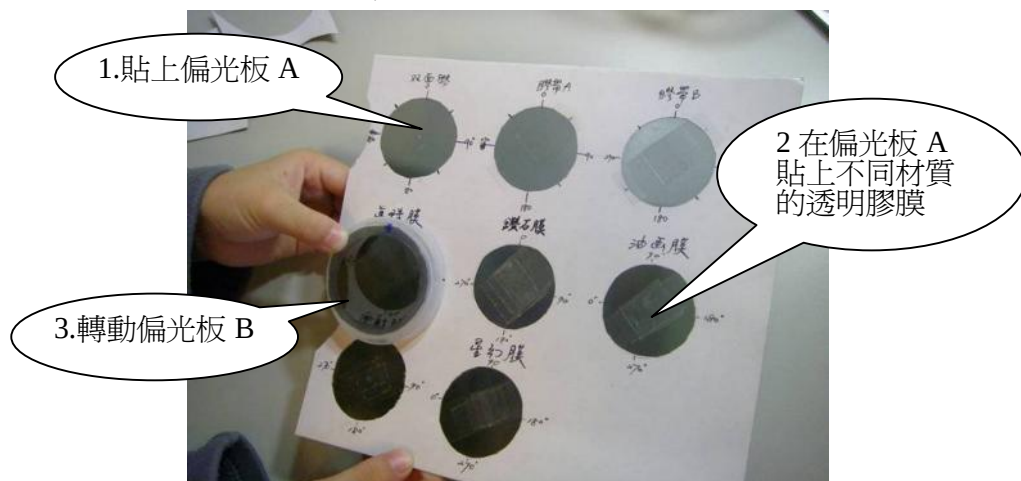
(表二) 膠帶黏貼角度使偏光板變色程度測試結果

兩偏光軸夾角 膠帶和偏光軸夾角	0 度	45 度	90 度
平行 (0 度)			
成 45 度角			
垂直 (90 度)			

發現：1. 膠帶貼在偏光板 A 時和其偏光軸成 45 度角，則旋轉偏光板 B 時本來亮的部分會變暗而暗的部分會變亮（變色效果最佳）。

三、【目的】：找出什麼材質能讓立體眼鏡變出最多色彩的材質？(What?)

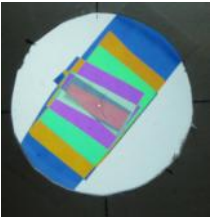
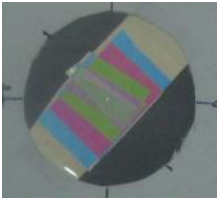
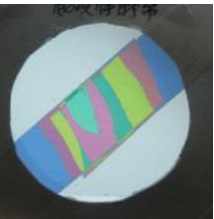
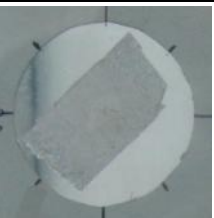
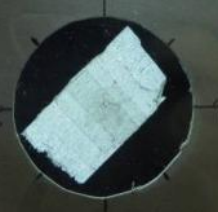
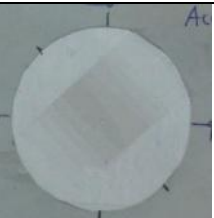
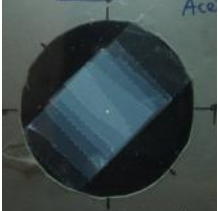
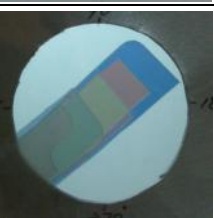
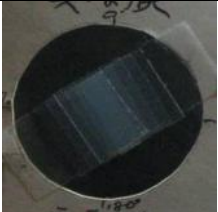
【方法】：1. 在偏光板 A 上貼上不同材質的透光膠膜，然後轉動偏光板 B，分別以數位相機拍下不同角度（ 0° ， 45° ， 90° ， 125° ， 180° ）時的照片。
2. 將照片傳輸到電腦中處理和比較各種不同角度的顏色變化。

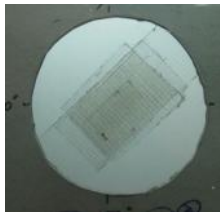
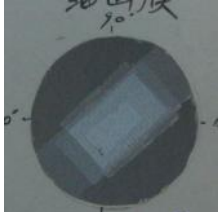
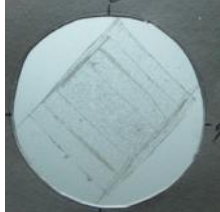
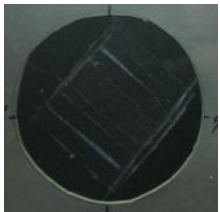
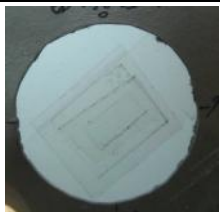
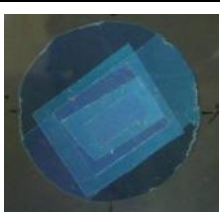
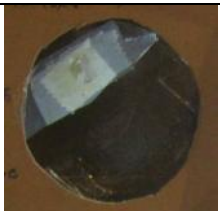
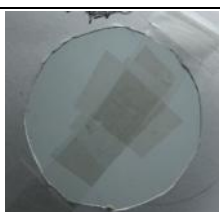
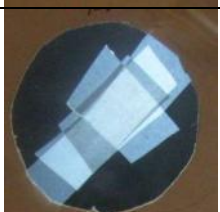
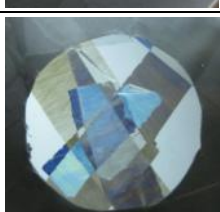


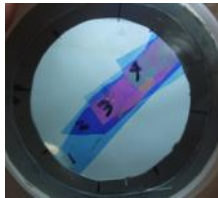
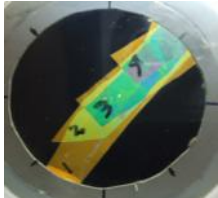
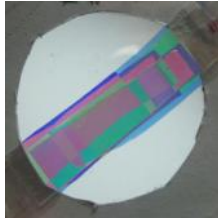
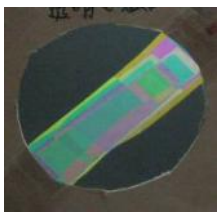
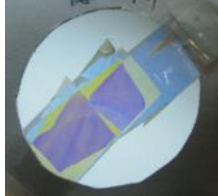
圖三、各種材質測試

【結果】：

(表三) 十七種膠膜在各角度的變色結果

編號	偏光軸夾角 膠膜種類	材質特性	0=180 度	90 度=270 度
1	透明膠帶 A	OPP 塑膠		
2	透明膠帶 B	OPP 膠帶		
3	雙面膠	只有膠		
4	隱形膠帶 A	OPP 塑膠		
5	隱形膠帶 B	醋酸酯類		
6	L 夾	OPP 塑膠(厚)		
7	珍珠膜	PVC 壓紋路		

編號	偏光軸夾角 膠膜種類	材質特性	0=180 度	90 度=270 度
8	油畫膜	PVC 壓紋路		
9	鑽石膜	PVC 壓紋路		
10	雷射膜	PVC 印刷		
11	保鮮膜	PE PVC		
12	書套	PP		
13	模糊耐熱塑膠袋	PE		
14	透明耐熱塑膠袋	PP		

編號	偏光軸夾角 膠膜種類	材質特性	0=180 度	90 度=270 度
15	包裝用塑膠袋 A	不耐熱 PP		
16	包裝用塑膠袋 B	OPP		
17	玻璃紙	OPP 薄膜		

發現🔍：

1. 以編號 1、2 透明膠帶（膠+透明塑膠）有變色和編號 3 雙面膠（只有膠）不變色來比較，我們認為變色效果來自塑膠膜而不是膠。
2. 以編號 1、2 透明膠帶（透明）都會變色和編號 4、5 隱形膠帶（模糊）來比較，結果發現隱形膠帶雖然都是模糊的，但是有兩種不同材質，OPP 材質會變色而醋酸酯類材質不變色，可見不是透明與模糊的原因。
3. 編號 6 的 L 夾為厚度較厚的 OPP 塑膠，也有變色效果但是比較沒有那麼漂亮。
4. 編號 7-14 為各種日常生活中用到的各種護貝膠膜、保鮮膜、書套、耐熱塑膠袋，結果發現都沒有變色效果。
5. 編號 15-17 的透明不耐熱塑膠袋和玻璃紙也有變色效果，但是色彩都沒有 OPP 膠帶漂亮。
- 6 歸納上述結果，OPP 材質的膠帶又漂亮又有黏性是最佳的材質。

四、【目的】：探討為什麼貼上膠帶後能讓偏光片變出漂亮的色彩？(Why?)

【方法】：1 以和偏光板 A 夾 45 度角的方向層層相疊貼上 1-5 層膠帶。

2 轉動偏光板 B，每隔 22.5 度拍攝一張數位相片。

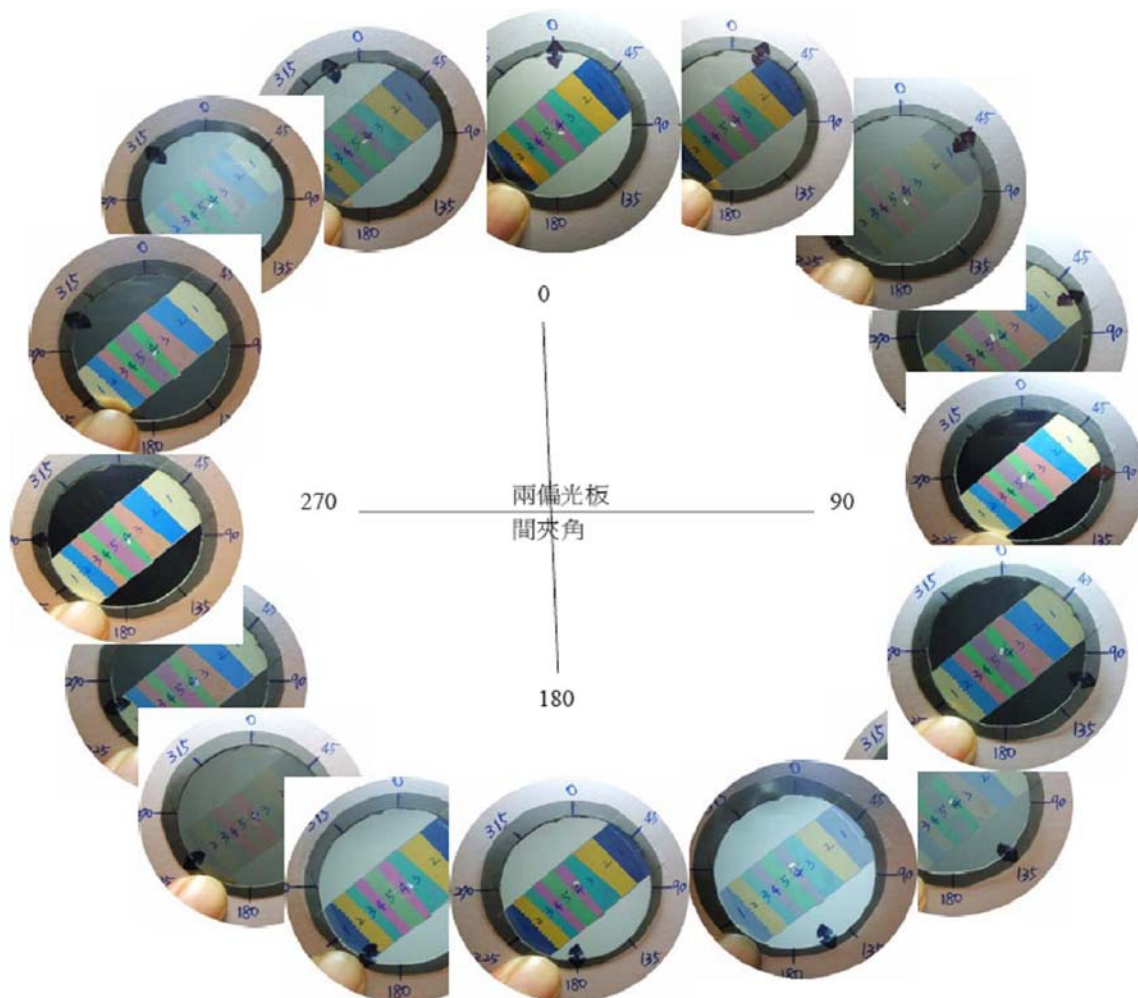
3 將數位相片傳輸到電腦，以 PhotoCap4.3 軟體讀出各層的 RGB 值。

4 以 Excel 軟體將數據轉換成折線圖。

【結果】：

(表四)、偏光板夾角和膠帶層數的顏色變化

偏光夾角 膠帶層數	0 度=180 度	90 度=270 度
0 層	透明	黑
1 層	深藍	透明
2 層	黃	深藍
3 層	青	粉紅
4 層	紫紅	綠
5 層	綠	紫紅

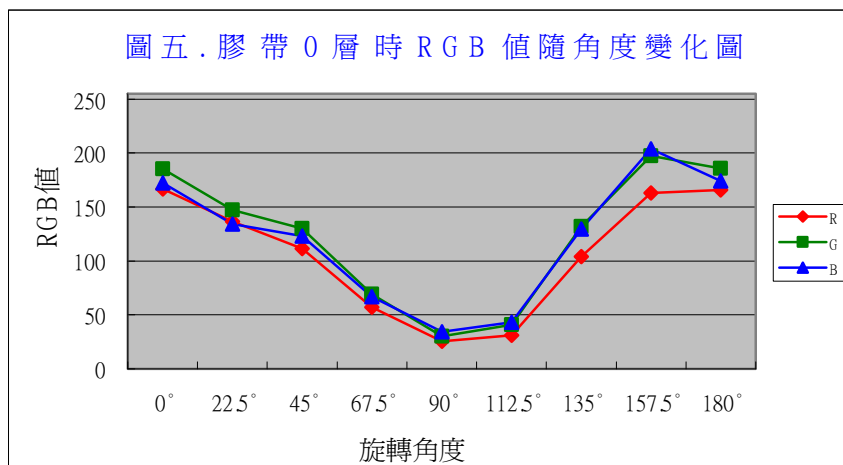


圖四、偏光板夾角和膠帶層數的顏色變化

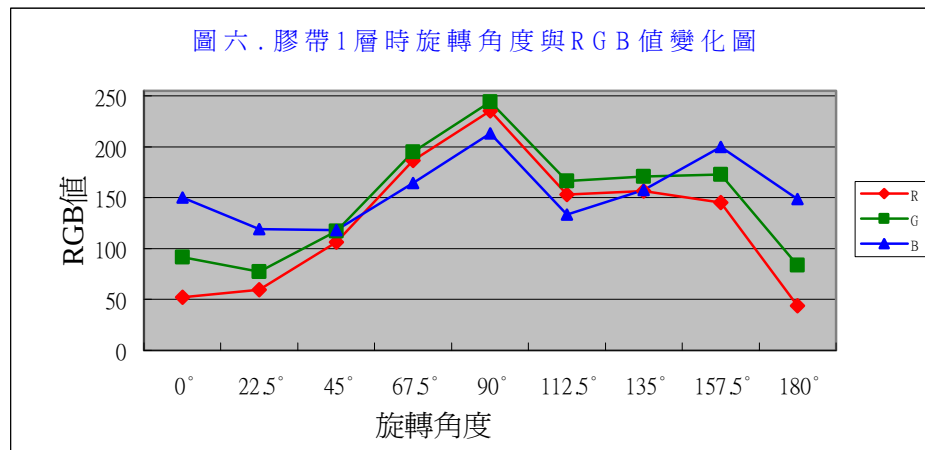
- 發現**：1. 膠帶層數不同時會呈現不同的色彩，同樣層數的膠帶在 0 度和 90 度時顏色不同（如表四）。
2. 0 度和 180 度，90 度和 270 度有一樣的明暗和顏色變化，也就是任何度數會和其對角線的明暗顏色一致。我們將顏色變化轉變成數據（表五）和圖形（圖四~圖六）。

（表五）偏光板夾角和膠帶層數的顏色 RGB 值變化（各取 3 點求平均值）

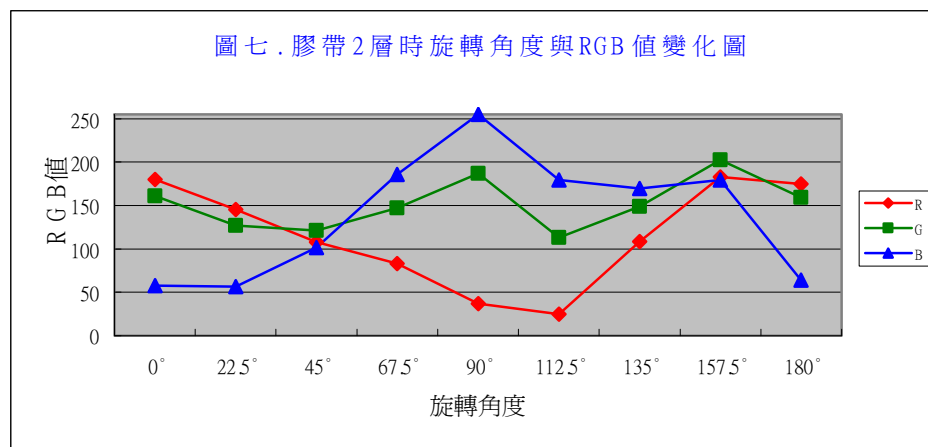
膠帶	色值	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°
0 層	R	187	137	127	62	30	37	108	159	187
	G	205	149	146	74	38	48	137	192	205
	B	193	135	140	70	41	50	133	199	193
1 層	R	27	54	100	182	230	150	154	133	27
	G	93	80	118	195	244	170	174	174	93
	B	167	117	118	165	211	135	162	206	167
2 層	R	186	144	107	86	37	21	107	183	186
	G	166	122	120	150	188	108	152	202	166
	B	67	49	100	188	255	175	175	183	67
3 層	R	40	43	78	143	213	130	133	119	40
	G	145	108	101	121	174	115	148	197	145
	B	130	100	91	108	169	112	143	209	130
4 層	R	147	133	122	101	129	59	89	147	147
	G	105	92	113	143	222	157	155	178	105
	B	143	124	118	103	165	100	143	196	143
5 層	R	96	80	86	124	170	92	104	117	96
	G	149	111	99	114	171	89	136	189	149
	B	105	79	81	123	189	108	135	177	105



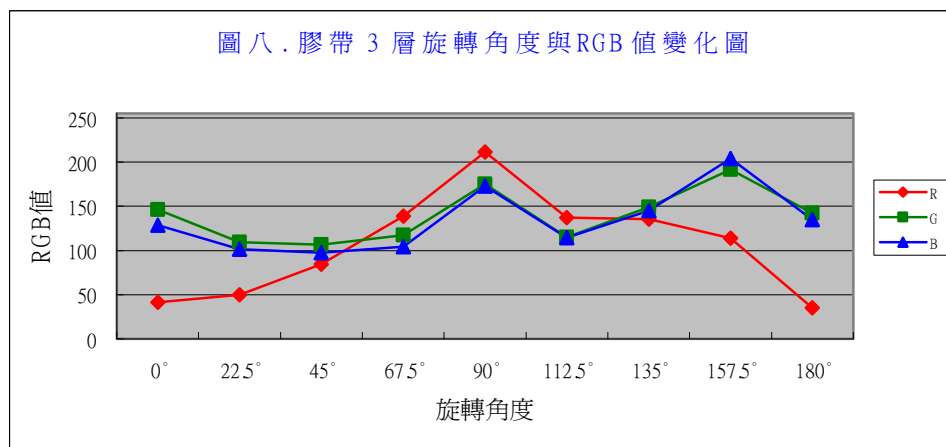
- 發現**：0 度和 180 度時三種數值都很高→合成白光；
- 90 度和 270 度時三種數值都很低→呈現黑暗。



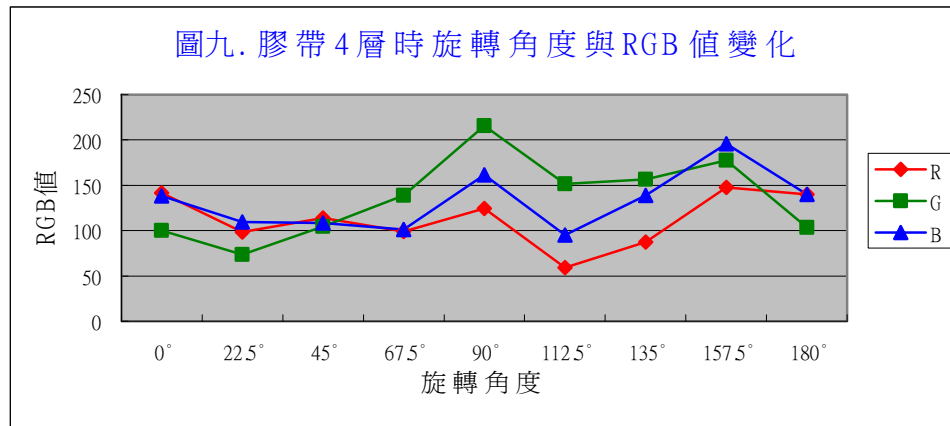
發現🔍：貼一層膠帶後 0 度和 180 度時 R 值降低最多、B 值降低最少→合成深藍光；
90 度和 270 度時三種數值都很高→合成白光。



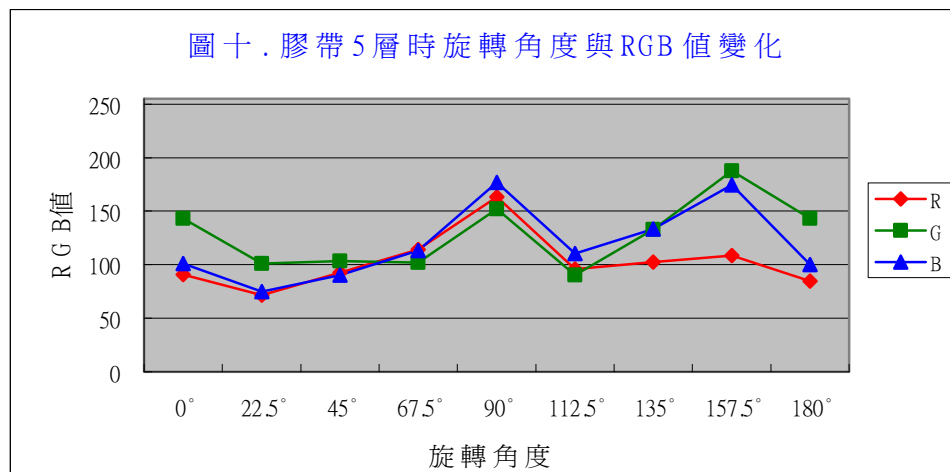
發現🔍：貼 2 層膠帶後 0 度和 180 度時 B 值降低最多、R 和 G 值降低很少→合成黃光；
90 度和 270 度時 R 值降低最多、B 值降低很少→合成深藍光。



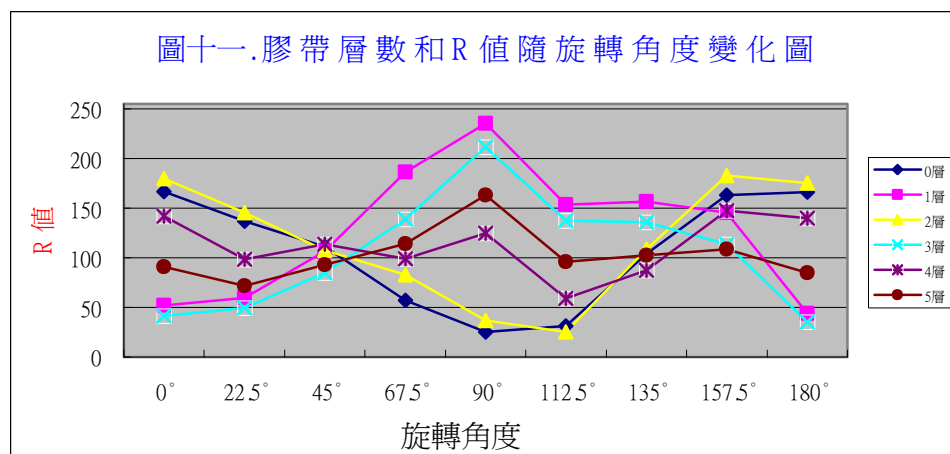
發現🔍：貼 3 層膠帶後 0 度和 180 度時 R 值降低最多、B 和 G 值降較少→合成青光；
90 度和 270 度時 B 和 G 值降低多、R 值降低較少→合成粉紅。



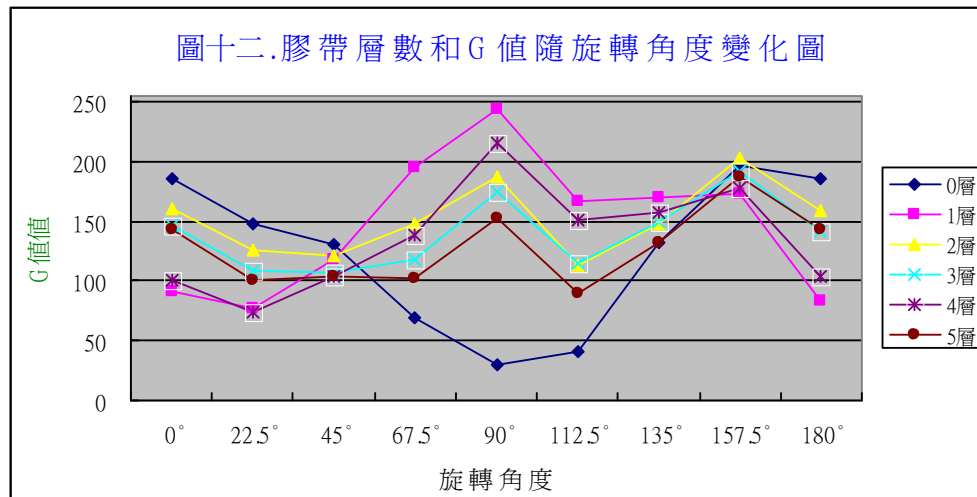
發現🔑：貼 4 層膠帶後 0 度和 180 度時 G 值降低較多、R 和 B 值降低較少→合成紫紅；
90 度和 270 度時 R 和 B 值降低最多、G 值降較少→合成綠光。



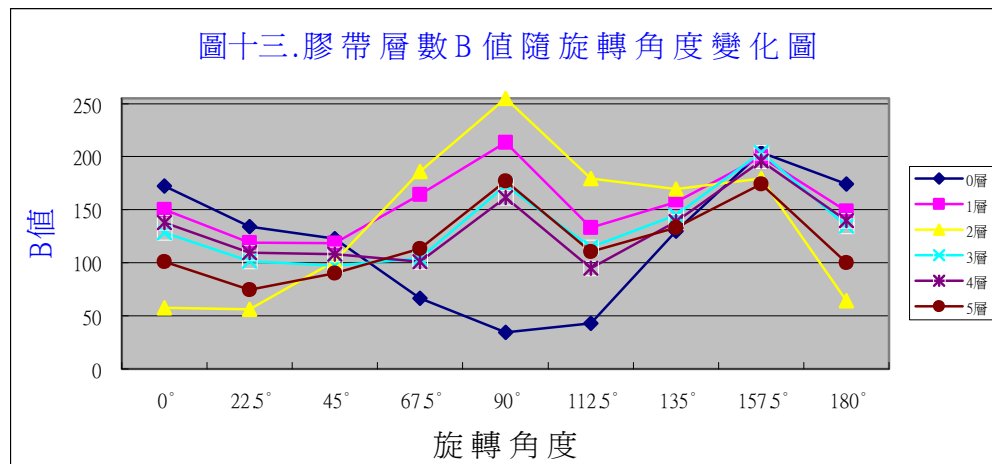
發現🔑：貼 5 層膠帶後 0 度和 180 度時 R 和 B 值降低最多、G 值降較少→合成綠光；
90 度和 270 度時 G 值降低較多、R 和 B 值降低較少→合成紫紅。



發現🔑：膠帶會改變紅光的穿透率；0 層和 2 層膠帶的變化較一致，1 層和 3 層膠帶的變化較一致，4 層和 5 層膠帶的變化較一致。



發現🔍：膠帶會改變綠光的穿透率；有貼膠帶和沒貼膠帶的穿透率剛好相反，1 層和 4 層膠帶的變化較一致，2 層、3 層和 5 層膠帶的變化較一致。



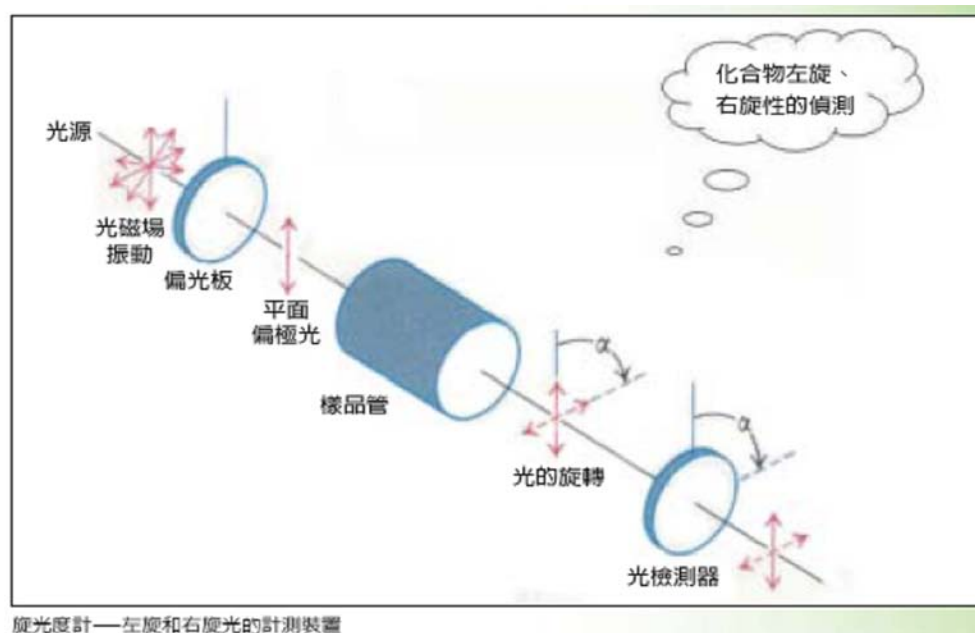
發現🔍：膠帶會改變藍光的穿透率；有貼膠帶和沒貼膠帶的穿透率剛好相反，2 層的變化最明顯，1 層、3 層、4 層和 5 層膠帶的變化較一致。

五、【目的】：探討變色材質的變色原理

在參加地區科展時，我們以紅、綠、藍光的穿透率不同來解釋為什麼會有顏色變化，然而評審問我們相關原理時，我們的回答是：「因為光穿過不同介質時產生了折射現象，因此將白光折射成各種色光...」，當時評審認為我們雖然回答的不錯，但是原理不盡然是這樣...。比賽結束後，我們仔細想了一下，如果是折射，那通過第一片偏光板的平行光本來被與偏光板 A 垂直的第二片偏光板 B 完全遮住，因而呈現黑暗，如果只是光線偏折某個角度，應該也還是黑暗，怎麼會變成亮的呢？

因此經過一番討論後，我們認為難道光被膠帶旋轉了嗎？於是我們詢問了一些物理老師後，有老師認為是『旋光性』所造成的，因此我們事後向地區科展中國中組研究旋光性（作品名稱：左右旋機）^{文獻三}的哥哥請教如何測量旋光角，經過借用儀器加以改造後我們順利的測量出各種膠膜的旋光角：

【方法】：1. 旋光度計原理示意圖^{文獻四}：



2. 旋光性原理^{文獻五}：

當線偏振光沿主軸方向在某些物質中傳播時，若偏振光的偏振面產生旋轉，這種現象叫做旋光活性，具有旋光活性的物質叫做旋光物質。面對光線射來的方向觀察時，使振動面沿順時針方向旋轉的旋光物質叫做右旋（dextrorotatory）旋光物質，用「+」表示；使振動面沿逆時針方向旋轉的旋光物質叫做左旋（levorotatory）旋光物質，用「-」表示。

3.簡易旋光儀構造示意圖：



圖十四、簡易旋光儀裝置圖

4.操作步驟：



【結果】：

(表六) 十七種不同材質的膠膜旋光角測量結果

編號	膠膜種類	材質	旋光角測量				色彩變化
			第一次	第二次	第三次	平均	
17	玻璃紙	OPP 薄膜	65	58	56	59.7	很好
6	L 夾	OPP 塑膠 (厚)	38	44	40	40.7	好
10	雷射膜	PVC 雷射印刷	29	25	26	26.7	還好
12	書套	PP	2	2	1	1.7	差
8	油畫膜	PVC 壓紋路	0	0	1	0.3	差
11~2	保鮮膜	PE	1	2	-2	0.3	差
3	雙面膠	只有膠	0	0	0	0.0	差
9	鑽石膜	PVC 壓紋路	0	0	0	0.0	差
11~1	保鮮膜	PVC	0	0	0	0.0	差
14	透明耐熱塑膠袋	PP	0	-1	0	-0.3	差
5	隱形膠帶 B	醋酸酯類	0	-3	0	-1.0	差
7	珍珠膜	PVC 壓紋路	0	-2	-2	-1.3	差
13	模糊耐熱塑膠袋	PE	-12	-9	-5	-8.7	差
15	包裝用塑膠袋 A	不耐熱 PP	-11	-12	-10	-11.0	好
16	包裝用塑膠袋 B	OPP	-14	-14	-15	-14.3	好
1	透明膠帶 A	OPP 塑膠	-52	-53	-50	-51.7	很好
4	隱形膠帶 A	OPP 塑膠	-60	-61	-57	-59.3	很好
2	透明膠帶 B	OPP 膠帶	-80	-70	-72	-74.0	很好

發現🔍：1 根據（表六）的旋光角測試結果，PVC 材質的旋光角度幾乎為零，PE 和 PP 材質稍具旋光性但其旋光角度通常很小。

2. 我們發現那些變色效果很好的 OPP 材質膠膜旋光角度多大於 50 度以上，而膠帶為左旋，玻璃紙和 L 夾為右旋。

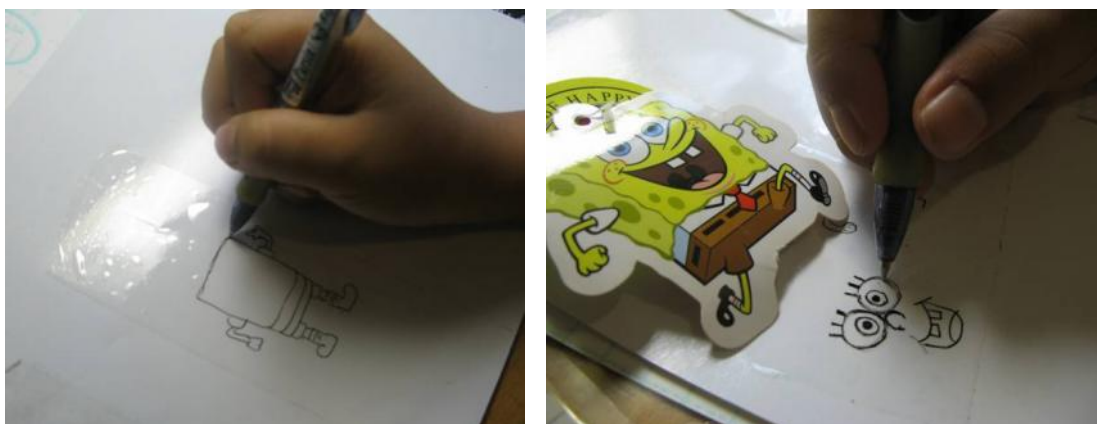
六、【目的】：利用我們的發現創作會變色的紙杯萬花筒。

【方法】：1 因為貼了膠帶後改變了三種色光的穿透率，而且膠帶的層數不同改變的幅度又不同，所以只要在偏光板上貼上不同層數的膠帶，就可以變換出我們想看的色彩了！

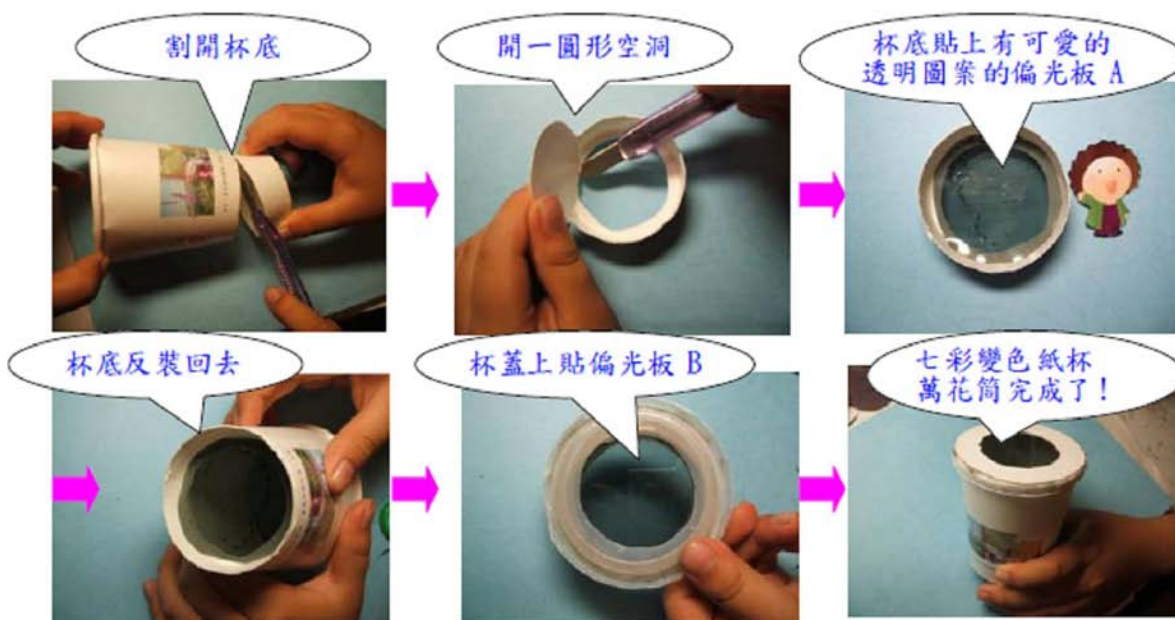
2 畫下或列印我們喜歡的圖案，貼在不同層數的透明膠帶上再用美工刀或剪刀裁下圖案，貼在偏光板 A 上。

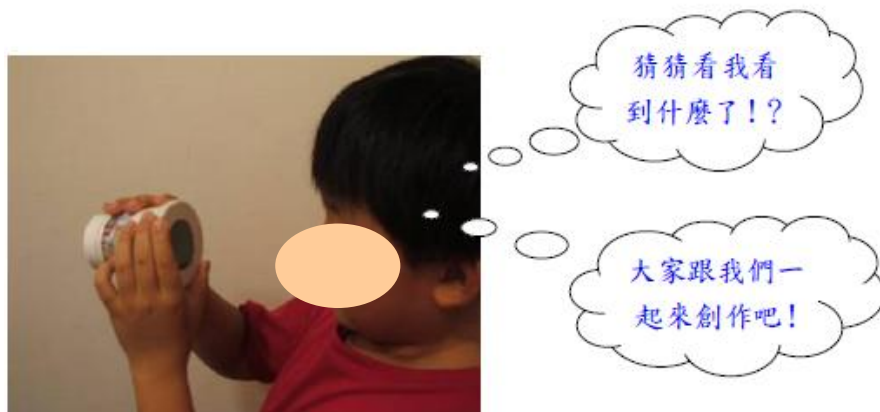
3 將紙杯的杯底割開，在杯底裁出一個圓形空洞後，將貼好可愛圖形的偏光板 A 以保利龍膠固定在杯底。

4. 在杯蓋上裁出一個圓形空洞，將偏光板 B 固定在杯蓋上，轉動杯蓋就可以看到『七彩變色紙杯萬花筒』了！



在不同層數的膠帶上畫下自己喜歡的圖案





【結果】：

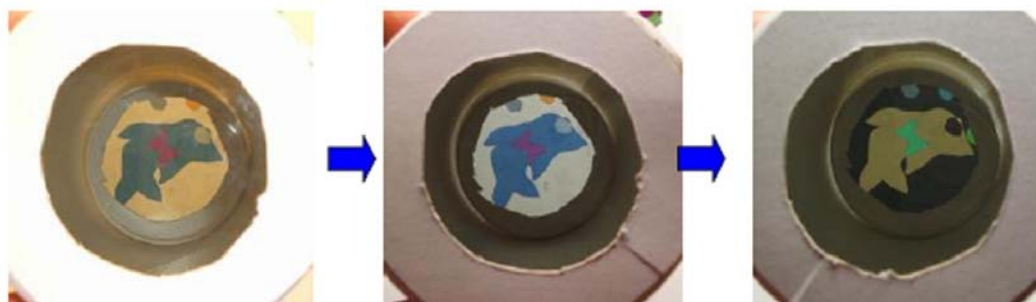
創作一：媽媽的笑



創作二：天生一對



創作三：飛越海豚



創作四：海綿寶寶



創作五：2009 世運在高雄



陸、 討論與結論

- 一、 立體眼鏡是利用兩片偏光板所構成，兩片偏光板的中間若有貼上某些透明膠膜會造成顏色的變化。
- 二、 任何偏光板旋轉到某個度數時，其顏色會和其對角線的明暗顏色一致。
- 三、 膠帶一定要貼在兩片偏光板之間，而且膠帶貼的方向要與偏光軸成 45 度角。
- 四、 測試了十七種不同的透明材質後發現：OPP 材質的透明膠帶或隱形膠帶有黏性又有最漂亮的變色效果是製作變色萬花筒的最佳材料。
- 五、 將顏色以 PhotoCap 4.3 軟體轉換成 RGB 值後發現：貼了膠帶後改變了三種色光的穿透率，而且膠帶的層數不同改變的幅度又不同，因此呈現出不同的色彩，整理如下：

(表七) 膠帶層數的顏色 RGB 值高低變化

偏光軸夾角 膠帶層數	R 值		G 值		B 值		顏色	
	0 度	90 度	0 度	90 度	0 度	90 度	0 度	90 度
0 層	高	低	高	低	高	低	透明	黑
1 層	低	高	中	高	高	高	深藍	透明
2 層	高	低	高	中	低	高	黃	深藍
3 層	低	高	中	中	中	中	青	粉紅
4 層	中	低	低	高	中	中	紫紅	綠
5 層	低	中	中	中	低	中	綠	紫紅

- 六、 膠帶層數不同時因光線經過不同厚度的材質，因此光行進與震動的方向改變了；再加上偏光板的濾光效果因而呈現不同的色彩。
- 七、 有關本實驗的原理：有些老師認為是折射，也有一些老師認為是旋光性所造成的，這兩種說法都和光通過不同介質時發生偏折或旋轉有關。
- 八、 我們以自製的簡易旋光儀測試各種材質的旋光角，結果發現變色效果最好的 OPP 膠帶旋光角度多大於 50 度以上，而變色效果不佳的材質幾乎不具旋光性。
- 九、 我們利用本研究的發現，在偏光板上貼上不同層數與不同圖形的膠帶，創作出各種『七彩紙杯變色萬花筒』。

柒、 研究心得

原本只是看場立體電影，沒想到引發後來的研究創作。傳統的萬花筒是利用鏡子的反射，隨機反射紙花的色彩，並無法控制想要的形狀與顏色；而我們利用紙杯、膠帶、偏光板等簡單材料創作出的『七彩紙杯變色萬花筒』，是可以隨我們的喜好自行設計圖案與顏色變化的旋光萬花筒。

經過這次的研究我們也學會了利用電腦軟體、自己設計簡易儀器解決面臨的問題，在課堂中更快樂地和同學分享我們的研究發現，感謝所有和我們討論的同學、學長和師長們，這次的學習真的讓我們獲益良多！而且每個作品都有我們的創意在裡面呢！

捌、 參考文獻

一、網路查詢關鍵字”光的三原色”

http://www.ck.com.tw/jackweb/graphicKnowledge/element_color.htm

二、偏光眼鏡（Polarization glasses）立體顯示技術，黃萬見/鄭嘉隆，

<http://www.itri.org.tw/chi/services/ieknew/se0601-B10-02418-B840-0.doc>

三、左右旋機，王嘉慶、黃文嵩，高雄市第 49 屆科展國中組化學科作品說明書。

四、維他命 C 左、右旋的奧妙，劉瑞祥，成功大學化學工程學系，《科學發展》2005 年 10 月，394 期，52～55 頁。

http://www.nsc.gov.tw/files/popsc/2005_117/52-55.pdf

五、維生素C的旋機，邱文純，台南第二高級中學，《科學發展》2006年10月，406期，52～57頁(pdf檔)。

http://www.nsc.gov.tw/NewFiles/popular_science.asp?add_year=2006&popsc_aid=118

六、有關膠帶OPP、PET、PE、PP的差別，雅虎奇摩知識，

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1608052102021>

【評語】 080109

很實用有趣的題目，利用厚度造成旋光性並探討 RGB 的變化來製造變色萬花筒，同學的手很巧。

題目不是新穎，可以往深度發展，加油。