中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組　理化科

佳作

031616

變色的彈簧

學校名稱：臺北市立民權國民中學

作者：	指導老師：
國二 張維欣 國二 姚馨如 國二 黃微淩 國二 張瑋	黃婷圓

關鍵詞： 偏光、膠帶、顏色

變色的彈簧

摘要：

以液晶螢幕的構造方式作爲架構藍圖，利用重力將透明物質(膠帶)的性質改變，觀察並分析顏色變化與物質所受重力之關係。

實驗發現當加掛重物時，膠帶會拉長，厚度會變薄，故各色光經偏光片在膠帶厚度不同的情形下，旋轉的角度不同，當各色光經偏光片時，光強度均不同，所呈現出的顏色才有所差異，且長度變化量越大，顏色變化越明顯。數據計算中可得知，當砝碼重量高於某值時，膠帶伸長量與砝碼重量有正比關係。

由紀錄中發現膠帶斷掉所受的力約爲膠帶顏色開始變化時受力的 2 倍。若應用在繩索或鋼索上，其常因彈性疲乏而斷裂，可在其上方加上可旋光的物質，再包上一層偏光片，由顏色變化就能及早發現彈性疲乏的現象。

壹、研究動機

學校舉辦天文館校外教學時，即對立體電影所用的”眼鏡”很好奇；加上第三冊自然科第四章 4-5 色散與顏色一章節中，提到光的三原色，其多樣組合的多變性，尤其最近液晶電視非常風行，那薄薄機體中爲何能顯現出色彩，引起我們想動手去做測試。上網研究後發現，原來是偏振光經過液晶物質後(以電壓控制液晶)再經過偏光片就能夠得到光強度的變化，所以我們仿效上述的模式，將偏振光經過一透明物質後再經偏光片，然後觀察光亮度的變化。

貳、研究目的

一、以液晶螢幕的構造方式作爲架構藍圖；因爲我們發現液晶螢幕所出射的光即爲偏振光，所以我們用液晶螢幕作爲光源，將透明物質放置中間，光經過透明物質後再經偏光片然後用數位相機拍照。

二、利用重力將透明物質的性質改變，看有無變化。

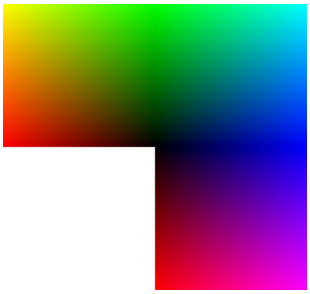
三、將螢幕光源調整爲白光，因爲白光爲紅光、綠光、藍光混合成，若通過旋光性物質則會因爲各色光旋轉的角度不同光而造成不同的顏色變化。

四、觀察其顏色變化並與物質所受重力之關係加以分析。

五、每像素 24 位元(bpp)編碼的 RGB 值是使用表示紅色、綠色和藍色強度的三個 8-位元無符號整數(0 到 255)來指定。

六、

黃色(255,255,0)　　綠色(0,255,0)　　青色(0,255,255)



紅色(255,0,0)　　藍色(0,0,255)

紅色(255,0,0)　　品紅色(255,0,255)

七、

字母意義	1	2	3	4	5	6	7	8
光強度換算	1	2	3	4	5	6	7	8
字母意義	9	A	B	C	D	E	F	
光強度換算	9	10	11	12	13	14	15	

八、色表中光強度計算方式：例如色表顯示 #FF9C4A

即爲紅光 FF=15*16+15=255、綠光 9C=9*16+12=156、藍光 4A=4*16+10=74

九、使用電腦光強度讀取：Microsoft Photo Editor➔工具➔設定透明色➔點選透明色➔出現 RGB 數值。

參、研究設備及器材

一、液晶螢幕　　二、偏光片　　三、數位相機

四、鐵架　　五、細棍　　六、砝碼 100g 100 個

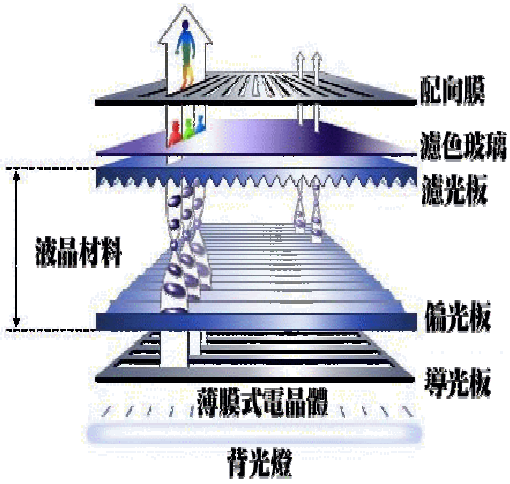
七、膠帶：鹿頭牌(寬 1.2 cm、2.4 cm、4.8 cm)、地球牌(寬 1.2 cm)、萬勝牌(寬 1.2 cm)、冠得牌(寬 1.2 cm)

肆、研究過程或方法

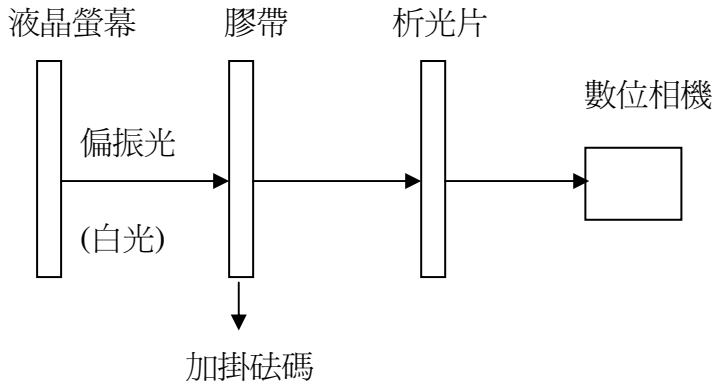
一、實驗架構

(一)液晶電視構造圖：

我們設計實驗即模擬此結構圖。



(二)實驗操作結構圖



(三)實驗方法：

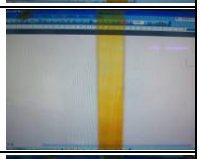
1、以液晶螢幕爲光源，將鹿頭牌寬 1.2 ㎝、長約 10 ㎝的膠帶固定鐵架上，放置中間，再放置偏光片(如上述二結構圖)，將膠帶下方纏繞細棍及加掛砝碼，每次增加 100g，以數位相機照相紀錄。

2、更換鹿頭牌膠帶寬度 2.4 ㎝、4.8 ㎝，分別重複步驟(1)。

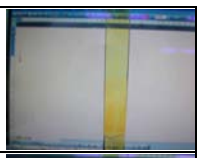
3、更換地球牌、萬勝牌、冠得牌膠帶寬度 1.2 ㎝，分別重複步驟(1)。

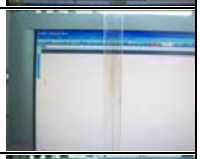
伍、研究結果

一、鹿頭牌寬 1.2cm 膠帶紀錄表格：

重量（g）	長度 cm	顏色編號	色表 RGB	電腦 RGB	照片編碼	照片
原	10.0	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	R：179 G：169 B：74	P.1077	
100	10.0	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	R：178 G：167 B：78	P.1078	
200	10.0	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	R：179 G：164 B：79	P.1079	
300	10.0	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	R：186 G：172 B：73	P.1080	
400	10.1	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	R：194 G：182 B：84	P.1082	

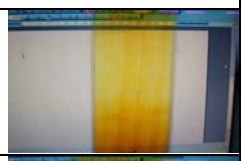
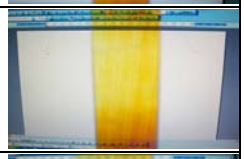
500	10.1	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	R：176 G：165 B：85	P.1085	
600	10.1	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	R：184 G：169 B：78	P1086	
700	10.1	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	R：191 G：174 B：84	P.1087	
800	10.1	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	R：178 G：167 B：78	P.1088	
900	10.1	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	R：185 G：166 B：71	P.1090	
1000	10.1	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	R：177 G：169 B：88	P.1093	
1100	10.2	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	R：169 G：164 B：83	P.1094	
1200	10.2	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	R：181 G：172 B：81	P.1097	
1300	10.2	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	R：176 G：174 B：113	P.1104	
1400	10.2	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	R：161 G：162 B：86	P.1110	
1500	10.3	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	R：175 G：164 B：82	P.1111	
1600	10.3	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	R：179 G：172 B：92	P.1113	
1700	10.3	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	R：173 G：175 B：161	P.1114	

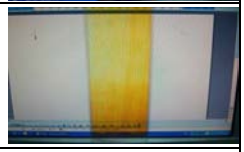
1800	10.4	10 #FFE7C6	R：255 G：231 B：198	R：170 G：178 B：131	P.1115	
1900	10.5	29 #EFFAB3	R：239 G：250 B：179	R：157 G：169 B：129	P.1116	
2000	10.5	56 #94D6CE	R：148 G：214 B：206	R：129 G：170 B：164	P1117	
2100	10.7	64 #C6EFF7	R：198 G：239 B：247	R：119 G：167 B：171	P.1118	
2200	10.8	65 #94D6E7	R：148 G：214 B：231	R：137 G：169 B：164	P.1119	
2300	10.9	66, #63C6DE	R：99 G：198 B：222	R：82 G：146 B：174	P.1120	
2400	11.0	67 #31B5D6	R：49 G：181 B：214	R：65 G：133 B：172	P.1121	
2500	11.3	67 #31B5D6	R：49 G：181 B：214	R：66 G：138 B：178	P.1122	
2600	11.4	68 #00A5C6	R：00 G：165 B：198	R：31 G：117 B：178	P.1123	
2700	11.5	67 #31B5D6	R：49 G：181 B：214	R：24 G：147 B：215	P1124	
2800	11.7	78 #083194	R：8 G：49 B：148	R：19 G：25 B：83	P.1126	
2900	11.9	18 #632910	R：99 G：41 B：16	R：71 G：35 B：35	P.1127	
3000	12.2	17 #8A3B14	R：138 G：61 B：20	R：63 G：29 B：19	P.1128	

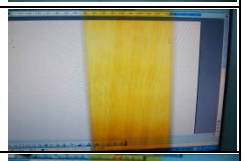
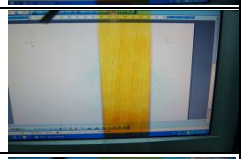
3100	12.6	17 #8A3B14	R：138 G：61 B：20	R：56 G：38 B：18	P.1129	
3200	13.0	17 #8A3B14	R：138 G：61 B：20	R：77 G：68 B：53	P.1134	
3300	13.2	109 #FFFFFF	R：255 G：255 B：255	R：91 G：97 B：97	P.1136	
3400	13.4	109 #FFFFFF	R：255 G：255 B：255	R：161 G：161 B：163	P.1137	
3500	13.7	109 #FFFFFF	R：255 G：255 B：255	R：160 G：163 B：168	P.1138	
3600	14.0	109 #FFFFFF	R：255 G：255 B：255	R：210 G：198 B：186	P.1141	
3700	14.0	16 #AD4A18	R：173 G：74 B：24	R：126 G：108 B：84	P.1142	
3800	14.3	16 #AD4A18	R：173 G：74 B：24	R：136 G：114 B：91	P.1143	
3900	14.4	16 #AD4A18	R：173 G：74 B：24	R：125 G：99 B：74	P.1144	
4000	14.7	89 #21004A	R：33 G：0 B：74	R：34 G：24 B：58	P.1145	
4100	15.2	88 #21005A	R：33 G：0 B：90	R：39 G：18 B：25	P1146	
4200	15.3	79 #08296B	R：8 G：41 B：109	R：13 G：41 B：88	P.1147	
4300	15.5	77 #083194	R：8 G：49 B：148	R：8 G：86 B：152	P.1148	

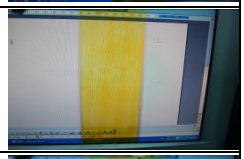
4400	15.7	76 #3152A5	R：49 G：82 B：165	R：5 G：73 B：138	P1149	
4500	15.9	68 #00A5C6	R：0 G：165 B：198	R：20 G：100 B：161	P.1150	
4600	15.9	67 #31B5D6	R：49 G：181 B：214	R：59 G：128 B：169	P.1151	
4700	斷　裂					

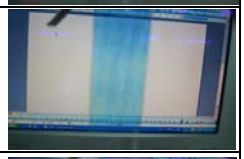
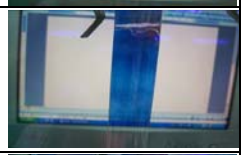
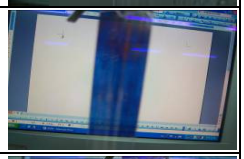
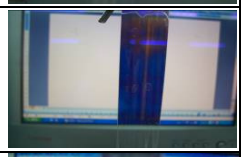
二、鹿頭牌寬 2.4cm 膠帶紀錄表格：

重量（g）	長度（cm）	顏色編號	RGB	照片編碼	照片
0	10.0	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1413	
100	10.0	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1414	
200	10.0	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P.1415	
300	10.0	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P.1416	
400	10.0	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P.1417	
500	10.0	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P.1418	
600	10.0	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P1419	
700	10.0	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P.1420	

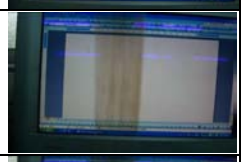
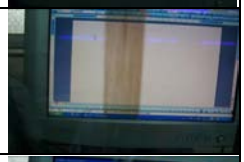
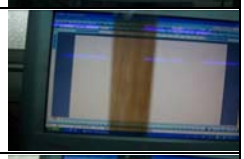
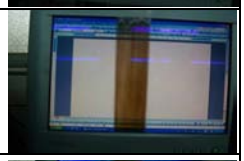
800	10.0	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P.1421	
900	10.0	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P.1422	
1000	10.0	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P.1423	
1100	10.0	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P.1425	
1200	10.0	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P.1426	
1300	10.0	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P.1427	
1400	10.0	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P.1429	
1500	10.0	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P.1430	
1600	10.0	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P.1432	
1700	10.1	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1433	
1800	10.1	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1434	
1900	10.1	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P.1435	
2000	10.1	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P1436	

2100	10.1	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1437	
2200	10.1	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1438	
2300	10.1	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1439	
2400	10.1	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1440	
2500	10.1	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1441	
2600	10.1	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1442	
2700	10.1	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P1443	
2800	10.1	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1444	
2900	10.1	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1445	
3000	10.2	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1446	
3100	10.2	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1447	
3200	10.2	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1448	
3300	10.2	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1449	

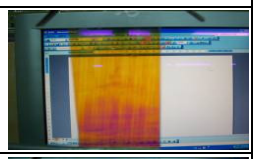
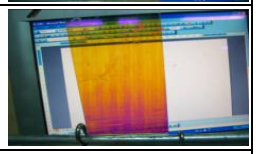
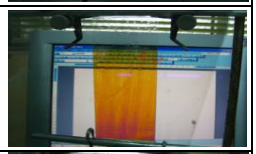
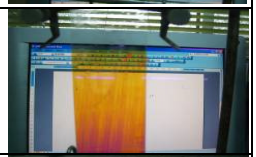
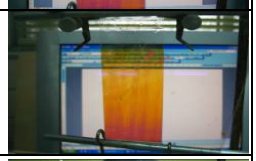
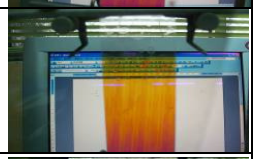
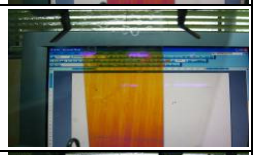
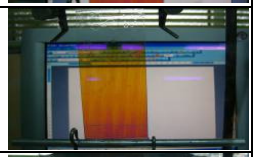
3400	10.3	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1450	
3500	10.3	12 #FFB573	R：255 G：181 B：115	P.1451	
3600	10.4	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P.1452	
3700	10.4	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P1453	
3800	10.5	11 #FFCE9C	R：255 G：206 B：156	P.1454	
3900	10.6	57 #63BDB5	R：99 G：189 B：181	P.1455	
4000	10.7	66 #63C6DE	R：99 G：198 B：222	P.1457	
4100	10.8	65 #94D6E7	R：148 G：214 B：231	P.1458	
4200	10.8	65 #94D6E7	R：148 G：214 B：231	P.1759	
4300	10.8	65 #94D6E7	R：148 G：214 B：231	P.1760	
4400	11.0	65 #94D6E7	R：148 G：214 B：231	P.1461	
4500	11.1	65 #94D6E7	R：148 G：214 B：231	P.1462	
4600	11.2	66 #63C6DE	R：99 G：198 B：222	P.1463	

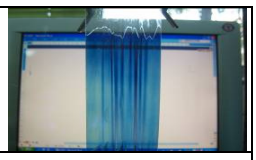
4700	11.2	66 #63C6DE	R：99 G：198 B：222	P.1464	
4800	11.3	67 #31B5D6	R：49 G：181 B：214	P.1465	
4900	11.4	67 #31B5D6	R：49 G：181 B：214	P.1466	
5000	11.5	67 #31B5D6	R：49 G：181 B：214	P.1467	
5100	11.6	68 #00A5C6	R：0 G：165 B：198	P1468	
5200	11.8	69 #0084A5	R：0 G：132 B：165	P.1469	
5300	11.9	76 #3152A5	R：49 G：82 B：165	P.1470	
5400	12.0	77 #083194	R：8 G：49 B：148	P.1471	
5500	12.1	77 #083194	R：8 G：49 B：148	P.1472	
5600	12.2	77 #083194	R：8 G：49 B：148	P.1473	
5700	12.3	89 #21004A	R：33 G：0 B：74	P.1474	
5800	12.4	18 #632910	R：99 G：41 B：16	P1475	
5900	12.5	17 #8A3B14	R：138 G：59 B：20	P.1476	

6000	12.6	17 #8A3B14	R：138 G：59 B：20	P.1477	
6100	12.8	17 #8A3B14	R：138 G：59 B：20	P.1478	
6200	13.0	16 #AD4A18	R：173 G：74 B：24	P.1479	
6300	13.1	16 #AD4A18	R：173 G：74 B：24	P.1480	
6400	13.3	16 #AD4A18	R：173 G：74 B：24	P.1481	
6500	13.4	16 #AD4A18	R：173 G：74 B：24	P.1482	
6600	13.5	109 #FFFFFF	R：255 G：255 B：255	P.1484	
6700	13.6	109 #FFFFFF	R：255 G：255 B：255	P.1485	
6800	13.6	109 #FFFFFF	R：255 G：255 B：255	P.1486	
6900	13.7	109 #FFFFFF	R：255 G：255 B：255	P.1487	
7000	13.7	109 #FFFFFF	R：255 G：255 B：255	P.1489	
7100	13.9	109 #FFFFFF	R：255 G：255 B：255	P.1490	
7200	14.1	109 #FFFFFF	R：255 G：255 B：255	P.1491	

7300	14.2	109 #FFFFFF	R：255 G：255 B：255	P.1493	
7400	14.3	109 #FFFFFF	R：255 G：255 B：255	P1494	
7500	14.4	16 #AD4A18	R：173 G：74 B：24	P.1495	
7600	14.5	17 #8A3B14	R：138 G：59 B：20	P.1496	
7700	14.5	17 #8A3B14	R：138 G：59 B：20	P.1497	
7800	14.8	18 #632910	R：99 G：41 B：16	P.1499	
7900	14.8	18 #632910	R：99 G：41 B：16	P.1500	
8000	14.8	18 #632910	R：99 G：41 B：16	P.1501	
8100	14.9	18 #632910	R：99 G：41 B：16	P1502	
8200	15.3	18 #632910	R：99 G：41 B：16	P.1503	
8300	15.4	99 #390031	R：57 G：0 B：49	P.1504	
8400	15.6	79 #08296B	R：8 G：41 B：107	P.1505	
8500	15.7	76 #083194	R：8 G：49 B：148	P.1506	
8600	斷　裂				

三、鹿頭牌寬 4.8cm 膠帶紀錄表格：

重量（g）	長度(cm)	顏色編號	RGB	照片編碼	照片
0	10	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	P.895	
100	10	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	P.898	
200	10	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	P.899	
300	10	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	P.900	
400	10	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	P.901	
500	10	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	P902	
600	10	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	P.903	
700	10.05	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	P.904	
800	10.05	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	P.905	
900	10.05	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	P.906	
1000	10.1	13 #FF9C4A	R：255 G：156 B：74	P.909	
1100 ~ 7800	10.1 ~ 11.8	實際數據及圖片另附於現場筆電及資料夾中			

8000	11.9	79 #08296B	R：7 G：41 B：107	P.999	
8100	斷　裂				

陸、討論

一、鹿頭牌寬 1.2cm 膠帶

(一) 色表分析數據表格：

砝碼 100 克數	長度（cm）	長度增加率	厚度減少率	藍光	紅光	綠光
0	10	1	1	74	255	156
1	10	1	1	74	255	156
2	10	1	1	74	255	156
3	10	1	1	74	255	156
4	10.1	1.01	0.99	74	255	156
5	10.1	1.01	0.99	74	255	156
6	10.1	1.01	0.99	74	255	156
7	10.1	1.01	0.99	74	255	156
8	10.1	1.01	0.99	74	255	156
9	10.1	1.01	0.99	74	255	156
10	10.1	1.01	0.99	74	255	156
11	10.2	1.02	0.98	115	255	181
12	10.2	1.02	0.98	115	255	181
13	10.2	1.02	0.98	115	255	181
14	10.2	1.02	0.98	156	255	206
15	10.3	1.03	0.97	156	255	206
16	10.3	1.03	0.97	156	255	206
17	10.3	1.03	0.97	156	255	206
18	10.4	1.04	0.96	198	255	231
19	10.5	1.05	0.95	179	239	250
20	10.5	1.05	0.95	206	148	214
21	10.7	1.07	0.93	247	198	239
22	10.8	1.08	0.93	231	148	214
23	10.9	1.09	0.92	222	99	198
24	11	1.1	0.91	214	49	181

25	11.3	1.13	0.88	214	49	181
26	11.4	1.14	0.88	198	0	165
27	11.5	1.15	0.87	214	49	181
28	11.7	1.17	0.85	148	8	49
29	11.9	1.19	0.84	16	99	41
30	12.2	1.22	0.82	20	138	61
31	12.6	1.26	0.79	20	138	61
32	13	1.3	0.77	20	138	61
33	13.2	1.32	0.76	255	255	255
34	13.4	1.34	0.75	255	255	255
35	13.7	1.37	0.73	255	255	255
36	14	1.4	0.71	255	255	255
37	14	1.4	0.71	24	173	74
38	14.3	1.43	0.70	24	173	74
39	14.4	1.44	0.69	24	173	74
40	14.7	1.47	0.68	74	33	0
41	15.2	1.52	0.66	74	33	0
42	15.3	1.53	0.65	109	8	41
43	15.5	1.55	0.65	148	8	49
44	15.7	1.57	0.64	165	49	82
45	15.9	1.59	0.63	198	0	165
46	15.9	1.59	0.63	214	49	181

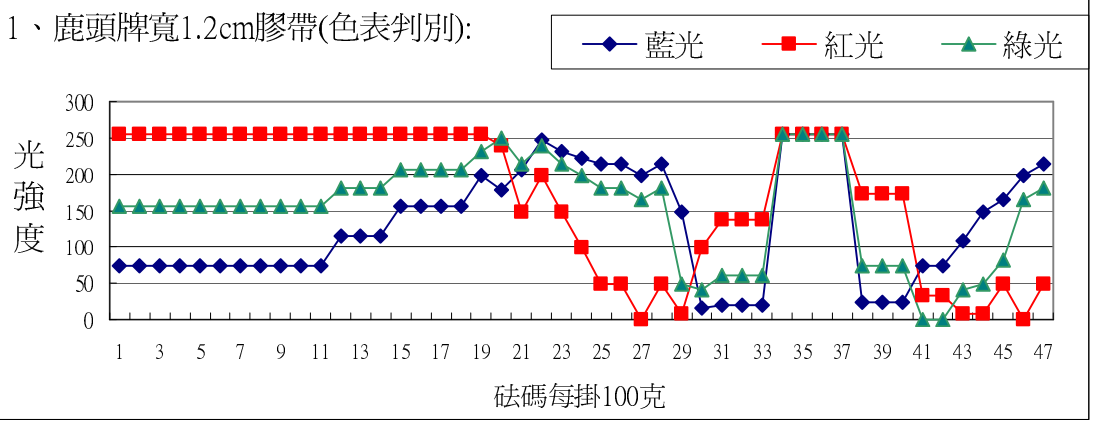
(二)電腦分析數據表格：

砝碼 100 克數	長度（cm）	長度增加率	厚度減少率	藍光	紅光	綠光
0	10	1	1	74	179	169
1	10	1	1	78	178	167
2	10	1	1	79	179	164
3	10	1	1	73	186	172
4	10.1	1.01	0.99	84	194	182
5	10.1	1.01	0.99	85	176	165
6	10.1	1.01	0.99	78	184	169
7	10.1	1.01	0.99	84	191	174
8	10.1	1.01	0.99	78	178	167
9	10.1	1.01	0.99	71	185	166
10	10.1	1.01	0.99	88	177	169
11	10.2	1.02	0.98	83	169	164
12	10.2	1.02	0.98	81	181	172
13	10.2	1.02	0.98	113	176	174
14	10.2	1.02	0.98	86	161	162

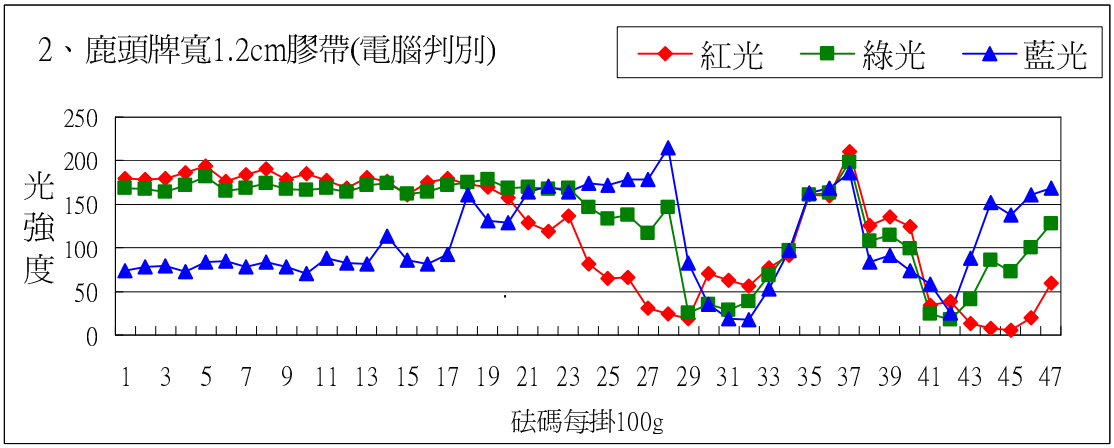
15	10.3	1.03	0.97	82	175	164
16	10.3	1.03	0.97	92	179	172
17	10.3	1.03	0.97	161	173	175
18	10.4	1.04	0.96	131	170	178
19	10.5	1.05	0.95	129	157	169
20	10.5	1.05	0.95	164	129	170
21	10.7	1.07	0.93	171	119	167
22	10.8	1.08	0.93	164	137	169
23	10.9	1.09	0.92	174	82	146
24	11	1.1	0.91	172	65	133
25	11.3	1.13	0.88	178	66	138
26	11.4	1.14	0.88	178	31	117
27	11.5	1.15	0.87	215	24	147
28	11.7	1.17	0.85	83	19	25
29	11.9	1.19	0.84	35	71	35
30	12.2	1.22	0.82	19	63	29
31	12.6	1.26	0.79	18	56	38
32	13	1.3	0.77	53	77	68
33	13.2	1.32	0.76	97	91	97
34	13.4	1.34	0.75	163	161	161
35	13.7	1.37	0.73	168	160	163
36	14	1.4	0.71	186	210	198
37	14	1.4	0.71	84	126	108
38	14.3	1.43	0.70	91	136	114
39	14.4	1.44	0.69	74	125	99
40	14.7	1.47	0.68	58	34	24
41	15.2	1.52	0.66	25	39	18
42	15.3	1.53	0.65	88	13	41
43	15.5	1.55	0.65	152	8	86
44	15.7	1.57	0.64	138	5	73
45	15.9	1.59	0.63	161	20	100
46	15.9	1.59	0.63	169	59	128

(三)數據分析圖表：

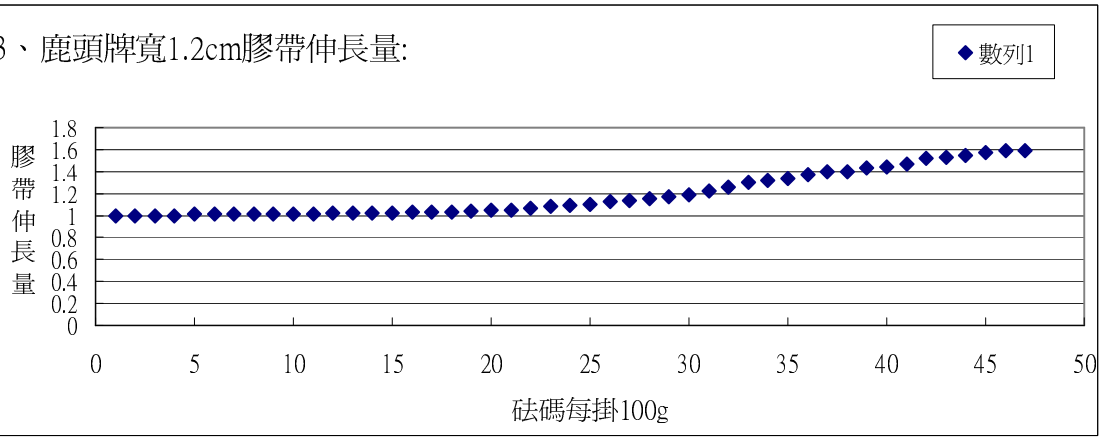
1、鹿頭牌寬1.2cm膠帶(色表判別):



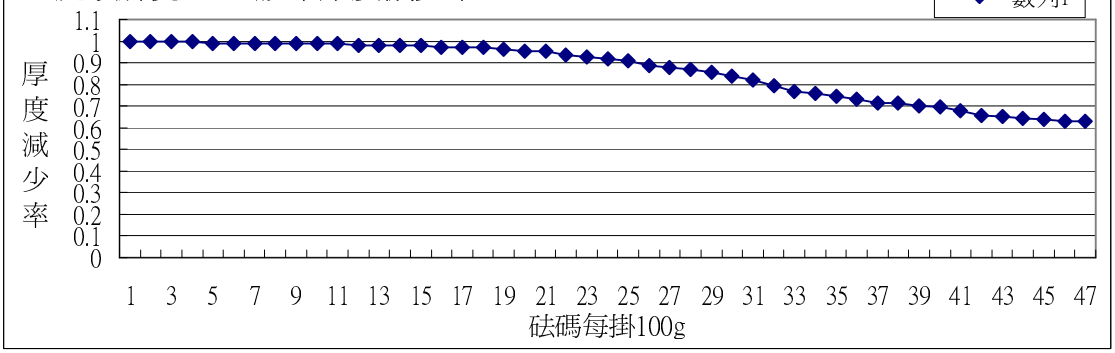
2、鹿頭牌寬1.2cm膠帶(電腦判別)



3、鹿頭牌寬1.2cm膠帶伸長量:



4、鹿頭牌寬1.2cm膠帶厚度減少率:



二、鹿頭牌寬 2.4cm 膠帶

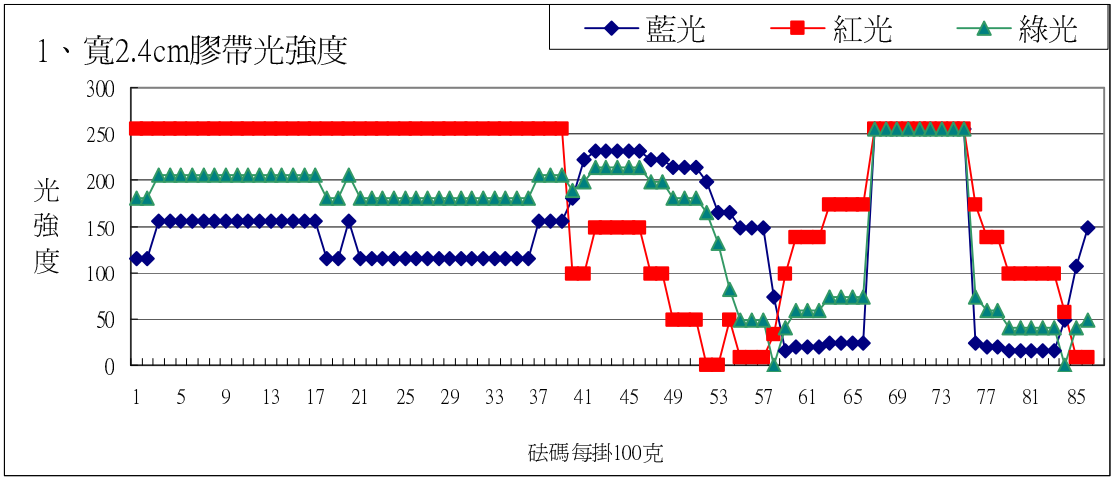
(一)色表分析數據表格：

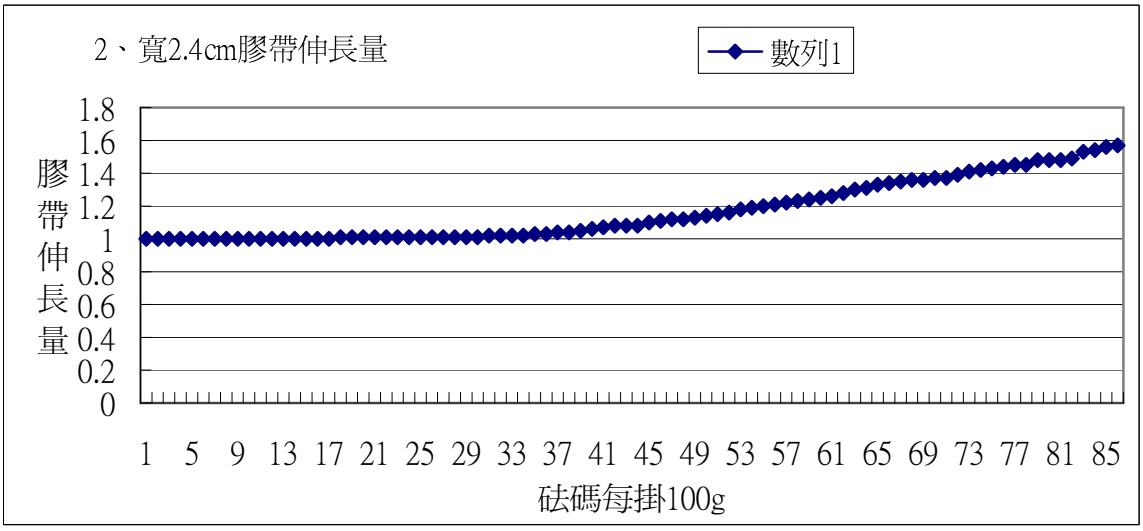
砝碼 100 克數	長度（cm）	長度增加率	厚度減少率	藍光	紅光	綠光
0	10.0	1	1	151	255	181
1	10.0	1	1	151	255	181
2	10.0	1	1	156	255	206
3	10.0	1	1	156	255	206
4	10.0	1	1	156	255	206
5	10.0	1	1	156	255	206
6	10.0	1	1	156	255	206
7	10.0	1	1	156	255	206
8	10.0	1	1	156	255	206
9	10.0	1	1	156	255	206
10	10.0	1	1	156	255	206
11	10.0	1	1	156	255	206
12	10.0	1	1	156	255	206
13	10.0	1	1	156	255	206
14	10.0	1	1	156	255	206
15	10.0	1	1	156	255	206
16	10.0	1	1	156	255	206
17	10.1	1.01	0.99	115	255	181
18	10.1	1.01	0.99	115	255	181
19	10.1	1.01	0.99	156	255	206
20	10.1	1.01	0.99	115	255	181
21	10.1	1.01	0.99	115	255	181
22	10.1	1.01	0.99	115	255	181
23	10.1	1.01	0.99	115	255	181
24	10.1	1.01	0.99	115	255	181
25	10.1	1.01	0.99	115	255	181
26	10.1	1.01	0.99	115	255	181
27	10.1	1.01	0.99	115	255	181
28	10.1	1.01	0.99	115	255	181
29	10.1	1.01	0.99	115	255	181
30	10.2	1.02	0.98	115	255	181
31	10.2	1.02	0.98	115	255	181
32	10.2	1.02	0.98	115	255	181
33	10.2	1.02	0.98	115	255	181
34	10.3	1.03	0.97	115	255	181
35	10.3	1.03	0.97	115	255	181
36	10.4	1.04	0.96	156	255	206

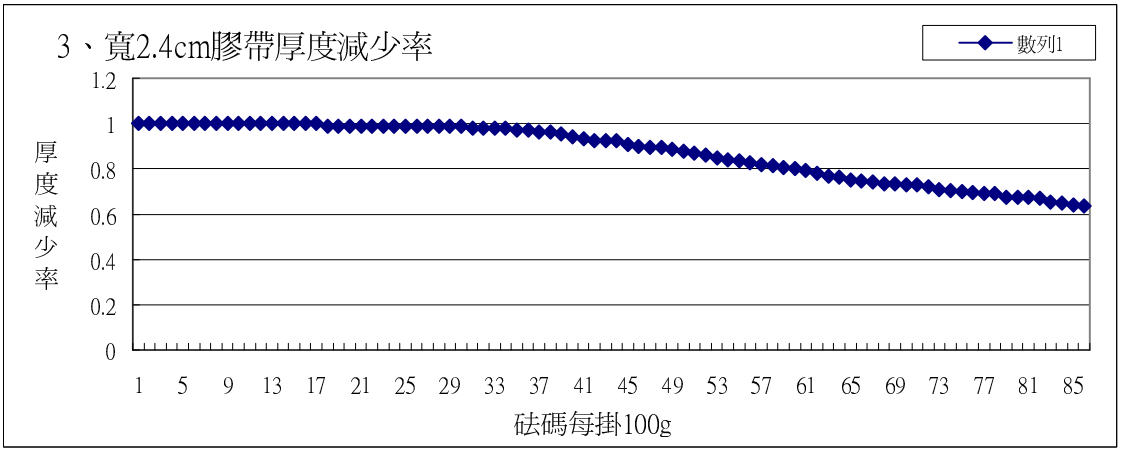
37	10.4	1.04	0.96	156	255	206
38	10.5	1.05	0.95	156	255	206
39	10.6	1.06	0.94	181	99	189
40	10.7	1.07	0.93	222	99	198
41	10.8	1.08	0.93	231	148	214
42	10.8	1.08	0.93	231	148	214
43	10.8	1.08	0.93	231	148	214
44	11.0	1.1	0.91	231	148	214
45	11.1	1.11	0.90	231	148	214
46	11.2	1.12	0.89	222	99	198
47	11.2	1.12	0.89	222	99	198
48	11.3	1.13	0.88	214	49	181
49	11.4	1.14	0.88	214	49	181
50	11.5	1.15	0.87	214	49	181
51	11.6	1.16	0.86	198	0	165
52	11.8	1.18	0.85	165	0	132
53	11.9	1.19	0.84	165	49	82
54	12.0	1.2	0.83	148	8	49
55	12.1	1.21	0.83	148	8	49
56	12.2	1.22	0.82	148	8	49
57	12.3	1.23	0.81	74	33	0
58	12.4	1.24	0.81	16	99	41
59	12.5	1.25	0.80	20	138	59
60	12.6	1.26	0.79	20	138	59
61	12.8	1.28	0.78	20	138	59
62	13.0	1.3	0.77	24	173	74
63	13.1	1.31	0.76	24	173	74
64	13.3	1.33	0.75	24	173	74
65	13.4	1.34	0.75	24	173	74
66	13.5	1.35	0.74	255	255	255
67	13.6	1.36	0.74	255	255	255
68	13.6	1.36	0.74	255	255	255
69	13.7	1.37	0.73	255	255	255
70	13.7	1.37	0.73	255	255	255
71	13.9	1.39	0.72	255	255	255
72	14.1	1.41	0.71	255	255	255
73	14.2	1.42	0.70	255	255	255
74	14.3	1.43	0.70	255	255	255
75	14.4	1.44	0.69	24	173	74
76	14.5	1.45	0.69	20	138	59

77	14.5	1.45	0.69	20	138	59
78	14.8	1.48	0.68	16	99	41
79	14.8	1.48	0.68	16	99	41
80	14.8	1.48	0.68	16	99	41
81	14.9	1.49	0.67	16	99	41
82	15.3	1.53	0.65	16	99	41
83	15.4	1.54	0.65	49	57	0

(二)數據分析圖表：







三、鹿頭牌寬 4.8cm 膠帶

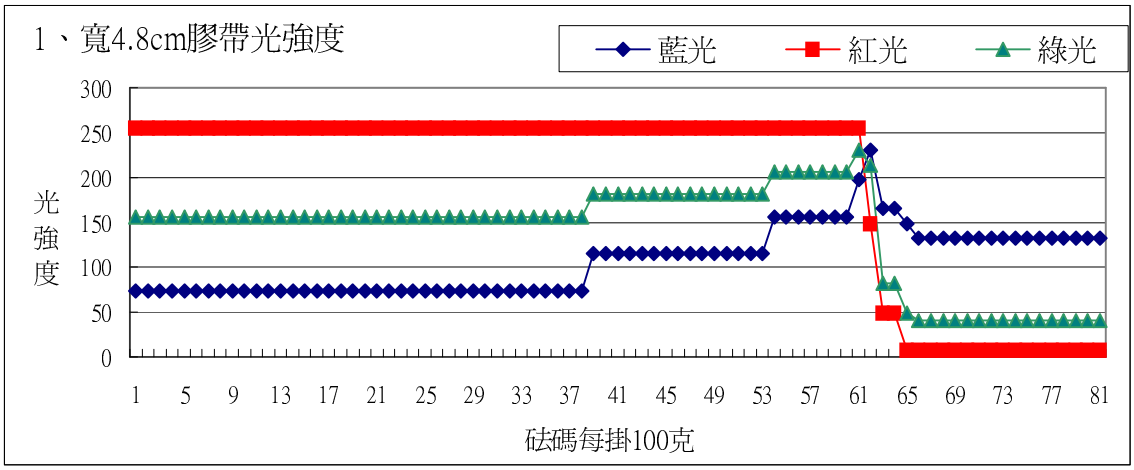
(一)數據分析表格：

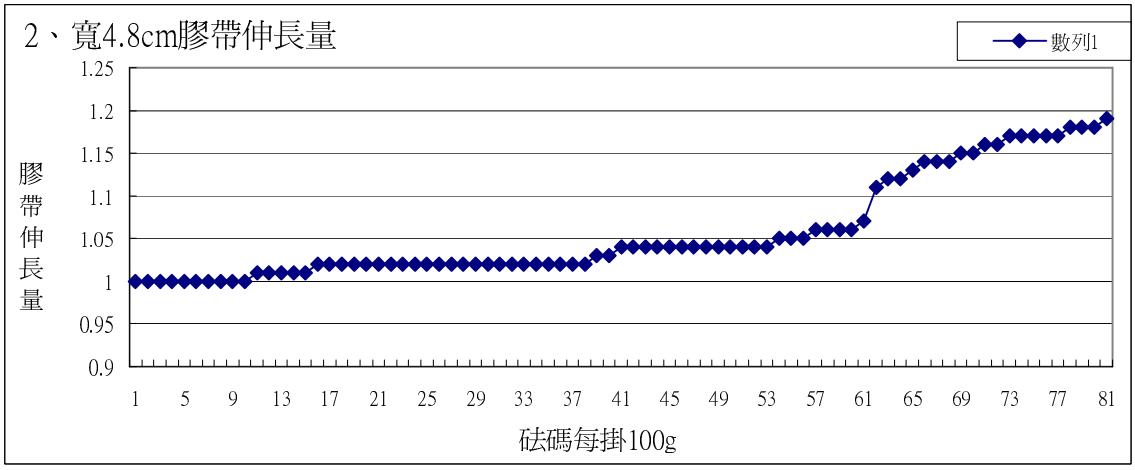
砝碼 100 克數	長度(cm)	長度增加率	厚度減少率	藍光	紅光	綠光
0	10.0	1	1	74	255	156
1	10.0	1	1	74	255	156
2	10.0	1	1	74	255	156
3	10.0	1	1	74	255	156
4	10.0	1	1	74	255	156
5	10.0	1	1	74	255	156
6	10.0	1	1	74	255	156
7	10.0	1	1	74	255	156
8	10.0	1	1	74	255	156
9	10.0	1	1	74	255	156
10	10.1	1.01	0.99	74	255	156
11	10.1	1.01	0.99	74	255	156
12	10.1	1.01	0.99	74	255	156
13	10.1	1.01	0.99	74	255	156
14	10.1	1.01	0.99	74	255	156
15	10.2	1.02	0.98	74	255	156
16	10.2	1.02	0.98	74	255	156
17	10.2	1.02	0.98	74	255	156
18	10.2	1.02	0.98	74	255	156
19	10.2	1.02	0.98	74	255	156
20	10.2	1.02	0.98	74	255	156
21	10.2	1.02	0.98	74	255	156
22	10.2	1.02	0.98	74	255	156
23	10.2	1.02	0.98	74	255	156
24	10.2	1.02	0.98	74	255	156
25	10.2	1.02	0.98	74	255	156
26	10.2	1.02	0.98	74	255	156
27	10.2	1.02	0.98	74	255	156
28	10.2	1.02	0.98	74	255	156
29	10.2	1.02	0.98	74	255	156
30	10.2	1.02	0.98	74	255	156
31	10.2	1.02	0.98	74	255	156
32	10.2	1.02	0.98	74	255	156
33	10.2	1.02	0.98	74	255	156
34	10.2	1.02	0.98	74	255	156
35	10.2	1.02	0.98	74	255	156
36	10.2	1.02	0.98	74	255	156

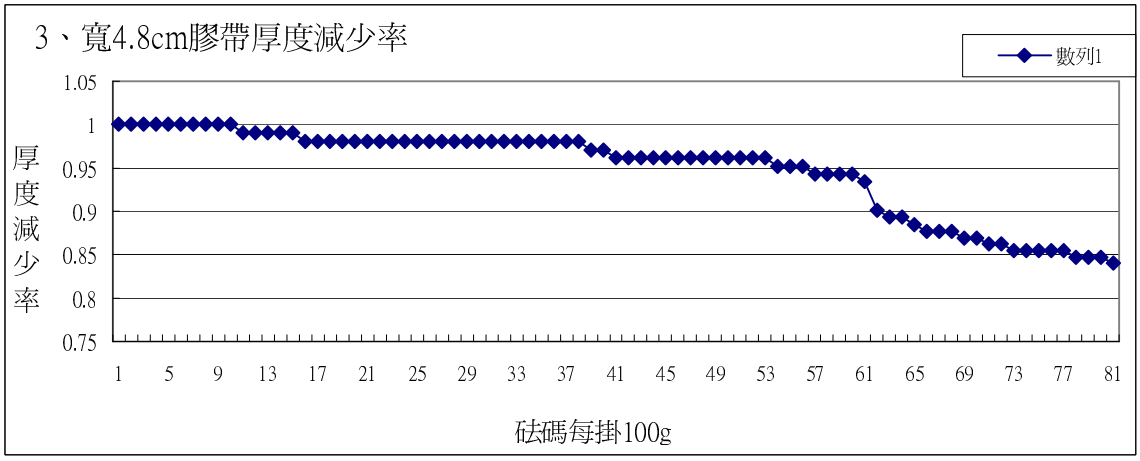
37	10.2	1.02	0.98	74	255	156
38	10.3	1.03	0.97	115	255	181
39	10.3	1.03	0.97	115	255	181
40	10.4	1.04	0.96	115	255	181
41	10.4	1.04	0.96	115	255	181
42	10.4	1.04	0.96	115	255	181
43	10.4	1.04	0.96	115	255	181
44	10.4	1.04	0.96	115	255	181
45	10.4	1.04	0.96	115	255	181
46	10.4	1.04	0.96	115	255	181
47	10.4	1.04	0.96	115	255	181
48	10.4	1.04	0.96	115	255	181
49	10.4	1.04	0.96	115	255	181
50	10.4	1.04	0.96	115	255	181
51	10.4	1.04	0.96	115	255	181
52	10.4	1.04	0.96	115	255	181
53	10.5	1.05	0.95	156	255	206
54	10.5	1.05	0.95	156	255	206
55	10.5	1.05	0.95	156	255	206
56	10.6	1.06	0.94	156	255	206
57	10.6	1.06	0.94	156	255	206
58	10.6	1.06	0.94	156	255	206
59	10.6	1.06	0.94	156	255	206
60	10.7	1.07	0.93	198	255	231
61	11.1	1.11	0.90	231	148	214
62	11.2	1.12	0.89	165	49	82
63	11.2	1.12	0.89	165	49	82
64	11.3	1.13	0.88	148	8	49
65	11.4	1.14	0.88	132	7	41
66	11.4	1.14	0.88	132	7	41
67	11.4	1.14	0.88	132	7	41
68	11.5	1.15	0.87	132	7	41
69	11.5	1.15	0.87	132	7	41
70	11.6	1.16	0.86	132	7	41
71	11.6	1.16	0.86	132	7	41
72	11.7	1.17	0.85	132	7	41
73	11.7	1.17	0.85	132	7	41
74	11.7	1.17	0.85	132	7	41
75	11.7	1.17	0.85	132	7	41
76	11.7	1.17	0.85	132	7	41

77	11.8	1.18	0.85	132	7	41
78	11.8	1.18	0.85	132	7	41
79	11.8	1.18	0.85	132	7	41
80	11.9	1.19	0.84	132	7	41

(二)數據分析圖表：





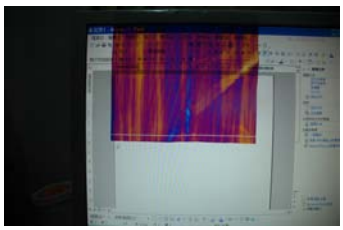
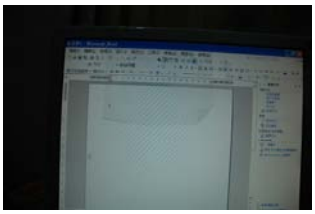


柒、結論

一、膠帶之所以會有顏色，來自於紅、綠、藍的偏振光在膠帶中旋轉的角度不同，當再度通過析光片時，光可以分解成平行析光片的光與垂直析光片的光，僅有平行於析光片的光強度通過，垂直析光片的光強度被擋下，故會有各色光所呈現出光強度的不同。

二、膠帶之所以會變色可能來自於膠膜的材質、膠膜厚度變化、膠帶中黏膠、及其他未知因素。若將膠帶中的黏膠去除後發現膠帶仍會變色，但將膠帶中的黏膠黏至透明不具旋光性質之物質上則發現沒有變色，測試它牌膠帶結果相同。所以推測膠帶會變色與膠膜有關，與黏膠無關。

三、生活中塑膠會變色具旋光的有：PE 塑膠袋、pp 聚丙烯(膠帶膜、吸管、塑膠杯)；不具旋光性的有：PC 水瓶、PET 罐、PVDC(保鮮膜)、壓克力。

材質	PE(塑膠袋)	PP(錄影帶盒)	PVDC(保鮮膜)
照片			

四、測試鹿頭牌與它牌的各項數據中，因爲它牌在剛剛變色後就脫膠斷裂而無法測試後續程序，會變色應該是膠膜均爲 PP 聚丙烯之故。

五、當加掛重物時，膠帶會拉長，厚度會變薄，各色光在膠帶厚度不同的情形下光強度均不同，故所呈現出的顏色才有所差異。因爲難以測量膠帶厚度，所以我們以膠帶的長度取代膠帶的厚度來討論，當膠帶長度發生變化時，膠帶顏色亦有所改變，且長度變化量越大，顏色變化越明顯。

六、從數據計算中可得知，當砝碼重量高於某數值時，膠帶伸長量與砝碼重量有正比關係。

七、從色表中來判斷顏色變化非常不易，容易造成誤差，常有顏色相似但透明度不同的結果，或者中間色出現，故只能用整體來判斷；但使用電腦分析只能以一點來分析，當受力不均時會出現條紋，選擇的點難以判斷。

八、寬 1.2cm 的細膠帶因受力平均較易判定顏色，寬 2.4cm 的中膠帶已有些許條狀不同顏色的色差，寬 4.8cm 的粗膠帶受力不平均的現象很明顯，造成判讀上的困擾，故捨去不用。

九、紅光波長：700 奈米、綠光波長：546 奈米、藍光波長：435 奈米；從色表分析得知紅光的波長最長、綠光次之、藍光最短。紅光的波長約爲藍光波長的 2 倍，綠光的波長約爲藍光波長的 1.4 倍。可能是紅光的波長較長，在色表顏色的變化上較不易顯現，從上述的圖表中綠光與藍光幾乎爲同步變化，較易觀察。若以電腦分析得知紅光波長約爲藍光波長的 1.6 倍、綠光波長約爲藍光波長的 1.2 倍與理論值相當接近。

十、膠帶掛重物較小時，因爲顏色均無變化，當超過一定值時才會開始有顏色的變化，寬 1.2 ㎝的膠帶變色約爲 2000g 時、寬 2.4 ㎝的膠帶變色約爲 4000g 時，此結果爲合理現象。

十一、當膠帶被拉長至出現顏色變化後，將砝碼取下並不能回復到先前的顏色，故膠帶並不能回復到原來狀態，即膠帶能記載當時最後的受力狀態。膠帶斷掉所受的力約爲膠帶顏色開始變化時受力的 2 倍。

十二、實驗應用：繩索或鋼索常因彈性疲乏而斷裂，若在其上方加上可旋光的物質，再包上一層偏光片，由顏色變化就能及早發現彈性疲乏的現象。

捌、參考資料

一、翰林版國中版自然與生活科技第三冊第四章。
二、南一版高中基礎物理第八章液晶、電漿。
三、http://www.hgjh.hlc.edu.tw/~drop/share/light036.html 光線與顏料三原色的計算方式。

【評語】031616

1. 研究液晶螢幕發射出來的偏振光，穿透透明膠帶時，當膠帶受拉力厚度改變時，經過膠帶後之偏振化的光發生色澤改變，主題具有創新性，表達能力生動。
2. 理論分析較爲不足。合乎佳作。