

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 化學科

030212

天旋地轉－七彩的糖漿

學校名稱：臺北市立敦化國民中學

作者： 國二 游原信	指導老師： 劉睿苡
---------------	--------------

關鍵詞：偏振光、旋光性、偏光鏡

天旋地轉—七彩的糖漿

摘要

本實驗是將兩片偏光片、白光光源、雷射光源及刻度盤組裝成簡易旋光度計。先用偏光鏡產生出一道偏振白光，經過有旋光性的糖漿偏轉後，不同色光因此分離，再用一片偏光鏡將不同偏振方向的偏振光過濾後，在屏幕上顯出不同的色光。我們也利用糖漿的旋光性質製作一個可產生七彩色光的手電筒。同時，我們希望利用此簡易儀器測出糖水溶液的濃度對旋光度的影響，並利用此結果，可由旋光度比對出糖水的濃度。

實驗結果顯示，路徑長、濃度及雷射光的頻率與旋光度均有線性關係。

壹、研究動機

我爸爸十分喜歡照相，他的相機有許多配備。有天我無意間在抽屜中找到一片奇異的鏡片，當鏡片旋轉至某個角度時，雖然螢幕明明是開的，但螢幕會變暗，甚至完全看不見。於是我詢問我爸爸，他說這是偏光鏡，在拍攝時可過濾多餘的反光，至於為何會看不見螢幕，他也不知其所以然，所以引發我探究原理的興趣。

從國中八上理化第三章「波動與聲音」及第四章「光」，我知道光有波動性，有單色光，也有混合的光；不同的光折射率不同，所以會發生色散。同時在搜尋原理的過程中，我從八下理化第五章「有機化合物」的補充知識中得知原來醣類因為分子構造不同，所以有旋光性。但課本上並沒有解釋何謂旋光性，也沒有說明旋光度如何測量？每種醣類都有旋光性嗎？它們的旋光性與種類、濃度有關嗎？還有其他因素會影響旋光度嗎？一大堆的疑問，但旋光度計又很貴，所以設計了一個簡易旋光度計，對我的疑問展開研究。

貳、研究目的

- 一、瞭解旋光性的原理。
- 二、自製一可觀測旋光度的簡易旋光度計。
- 三、探討影響醣類旋光度的因素。
- 四、利用偏光原理設計「七彩手電筒」。
- 五、利用此簡易旋光度計測量出醣類水溶液的濃度。

參、研究設備及器材

一、研究器材

一、器材					
量筒 100mL	量瓶 100mL	滴管	溫度計	燒杯	白光手電筒
酒精燈	紅光雷射 (650nm)	綠光雷射(532nm)	刮勺	玻棒	水溶液盛裝容器
二、設備					
電子天平		水平衡儀		觀察架	
三藥品					
葡萄糖		果糖		蔗糖	
四濾光片					
濾光片(425nm)	濾光片(475nm)	濾光片 (510nm)	濾光片 (535nm)	濾光片(582nm)	



二、醣類藥品濃度調配

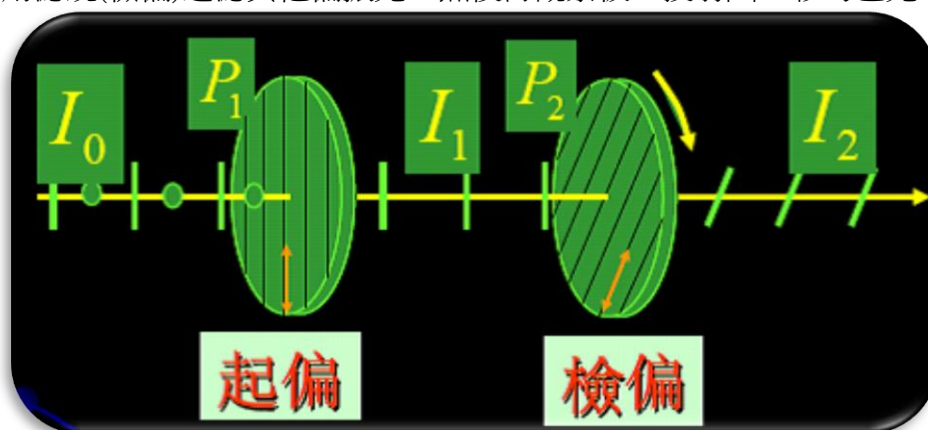
葡萄糖溶液	50	60	70	80	90	100	濃度單位 g/100mL
果糖溶液	50	60	70	80	90	100	
蔗糖溶液	50	60	70	80	90	100	

(一)分別秤取葡萄糖 50g、60g、70g、80g、90g、100g，置入盛有少量水的量瓶中，使其溶解後再加水至 100mL 刻線處。

(二)果糖、蔗糖配製法如(一)。

三、器材原理

由手電筒發出一道自然白光，經過濾鏡(起偏)後產生出一偏振白光，由於不同顏色光線的頻率不同，通過糖漿時，偏轉的角度也會不同，因而可將不同色光偏振方向分離，再利用濾鏡(檢偏)過濾其他偏振光，然後再觀察板上投射出七彩的色光。

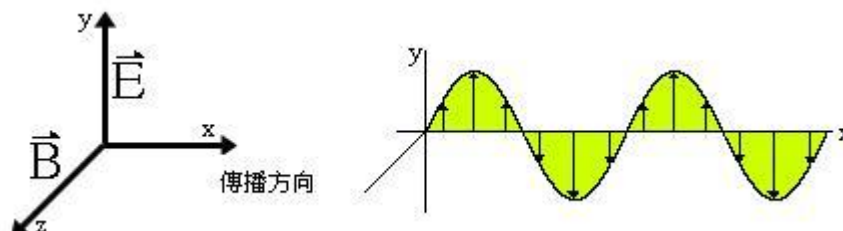


肆、研究過程

一、文獻資料

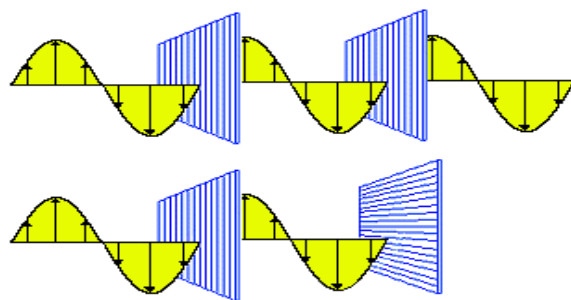
(一)、偏振光

光可以用一組波動方向相互垂直的電場和磁場來表示。如下圖所示，電場在 xy 平面，磁場在 xz 平面，而波沿著 x 方向傳播。一般以電場方向稱為光的偏振方向。



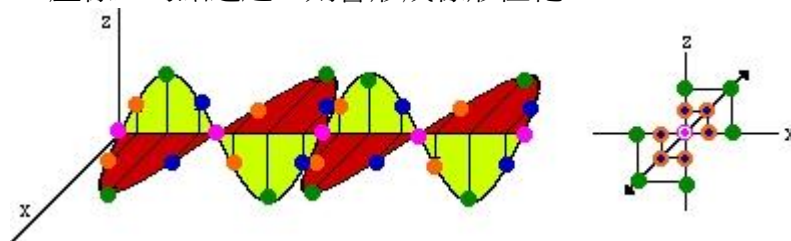
自然光以波動的形式傳播，並在平行於傳播方向的各個平面上振動，當穿過偏光鏡時，這束光中，波動方向和這個偏光鏡光軸的方向不一致的部分，就會被擋掉。只剩下在一個方向上振動的光，形成偏振光。

如果兩個偏光片是在一直線且讓他們的光軸平行，則光可正常通過。如果兩偏光片的光軸成 90° ，光通過時(如圖《一》)，不論哪個方向，都無法同時與兩偏光片之光軸平行，因此無法通過。



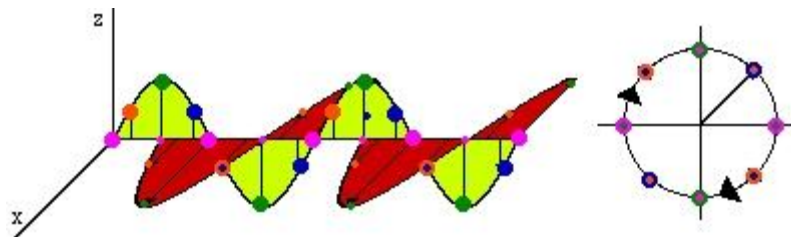
▲圖《一》

線性極化只是一個特例圓偏振光。若同時有兩個波成垂直(如圖《二》)，且兩波峰在同一平面，將所有 XY 座標上的點連起，則會形成線形極化。



▲圖《二》

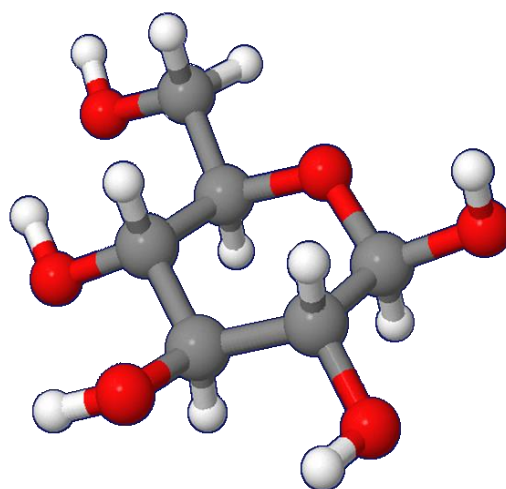
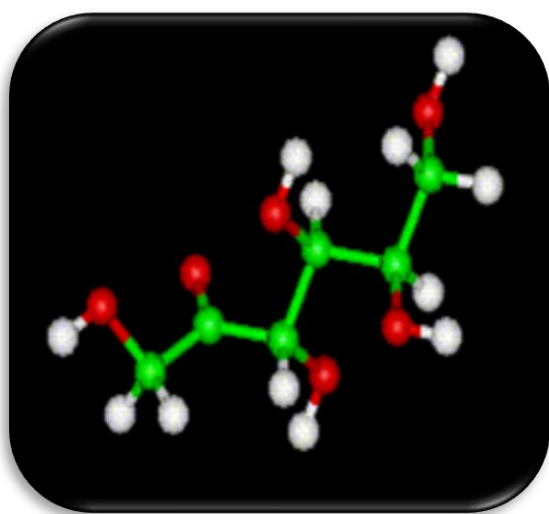
同樣，如果兩波波峰恰好為另一波 0 之位置，將所有 XY 座標上的點連起來，則會形成圓形極化。



若兩波波峰不在同一平面也不為另一波之 0 之位置，則會形成橢圓級化。

(二)、旋光性

當平面偏振光通過旋光性物質的溶液時，光的偏振面會向右旋轉一定的角度，則該物質稱為**右旋性**(dextrorotatory，以“+”或“d”表示)。同樣道理，向左旋轉的稱為**左旋性**(levorotatory，以“-”或“l”表示)。



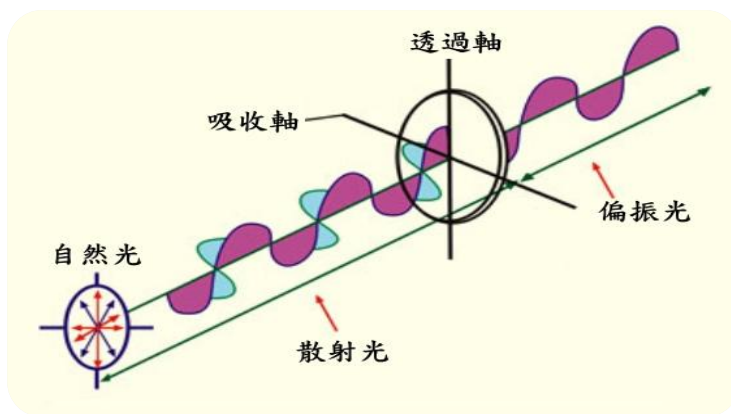
單糖等有機物是否有旋光性，與它的分子結構有關。如果分子內部結構是對稱的(如具有對稱面、對稱中心、對稱軸等)，就沒有光性；反之就有旋光性。

生物體記憶體在的有機分子主要是由 C、H、O、N 四種元素組成的，其中只有 C 原子有可能形成不對稱性。原因是 C 原子表現為四價，即可與四個原子或原子團共價連接，如果連接的四個原子或原子團是能對稱排列的，這個分子就表現為對稱性；否則就表現為不對稱性，這個 C 原子就稱為不對稱碳原子，或稱為不對稱中心、對掌性碳原子、手性中心。大部分單糖都有至少一個不對稱中心(二羥丙酮除外)。

(三)、偏光片

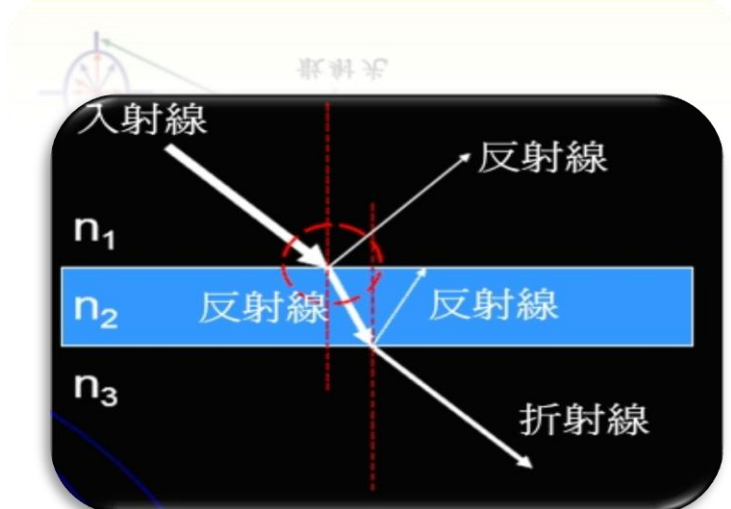
偏光片與尼科耳稜鏡是一樣的東西，主要用途是使光線通過偏光膜二向色性介質時產生偏振性（見圖 1），是影響 LCD 顯示屏發光效率的一種重要部件，也是攝影時增加清晰度與色彩艷麗度的重要配備。

偏光片有一吸收軸及透過軸，當光通過時，與吸收軸同方向之電場會被吸收，只有與透過軸方向一樣的電場才能透過，因而產生出單一方向電場之偏振光。



(四)、日常生活中的偏振光

當光線由一透光物質射入另一透光物體時，會同時產生折射與反射，折射線除了波速、進行方向和振幅會改變外，不會有任何改變；但反射線還會從自然光變成偏振光，也就是攝影時，需要偏光鏡使畫面更清楚的原因，是要過濾反射的偏振光，同時也可以使色彩更艷麗，但如果是全反射，同時有自然光和偏振光，因此只能稍微變暗，無法完全消除反光。



(五)、旋光率

$[\alpha]_D = \alpha_D / (C \times L)$ ，這是旋光儀測出的旋光度所算出數值的公式，同一種物質在 20°C 下所算出的 $[\alpha]_D$ 固定不變。

$[\alpha]_D$ —比旋光度

α_D —以鈉光燈(波長 589.6nm)為光源，溫度 20°C 下實測的旋光度

C—濃度(g/mL)

L—路徑長度或旋光管的長度(dm)

$[\alpha]_D$ 國際標準值

葡萄糖	+52.5
果糖	-92.0
蔗糖	+66.5

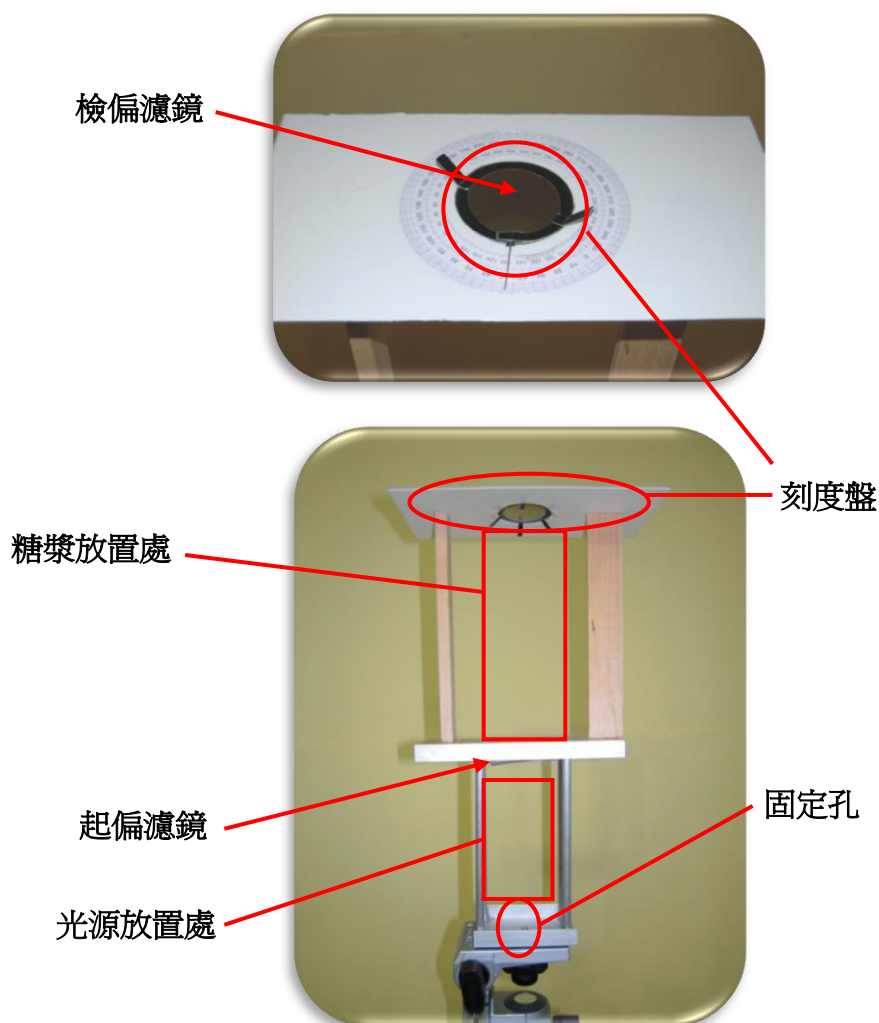
二、思考流程與研究器材組裝修改

(一) 思考流程



(二) 研究器材的組裝、修改

1. 研究器材的構造



2. 研究器材的修改過程

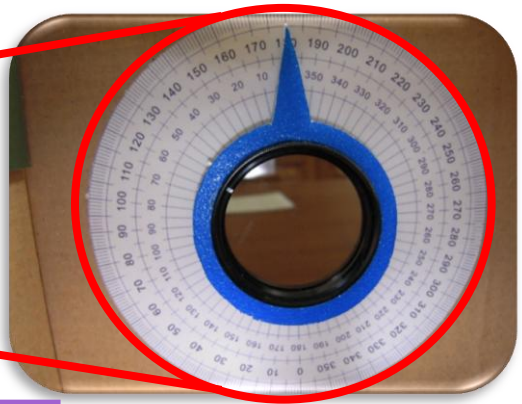
- (1) 用壓克力材質的容器，投影出的圖片有多重色光同時出現
改良:改用玻璃材質的容器
- (2) 研究所測出的數據太不精準
改良:將刻度盤改用 360 度，增加精準度
- (3) 光通過玻璃會產生折射，會影響實驗
改良:將研究器材改用立式，減少光所通過的玻璃路徑
- (4) 研究器材製作不夠穩，而且放置糖漿處有些微傾斜
改良:將研究其財固定在腳座上，並將材質改用金屬製作，比較穩，也可用腳架調整傾斜度
- (5) 用白光手電筒做為光源，測量出不同色光的旋光度，但有色差問題，數據不夠準
改良:改用固定波長的光源，觀察其明暗度



改變容器材質



將觀察將製作的更精細



改為立式，減少光的折射



伍、研究方法與結果

【實驗一】改變糖漿的種類，觀察其偏轉的情形

【實驗二】改變糖漿的厚度，觀察其對偏振角度之影響

(一) 設計：

1. 了解糖的種類與旋光度的關係。
2. 了解光線通過路徑長與旋光度的關係。

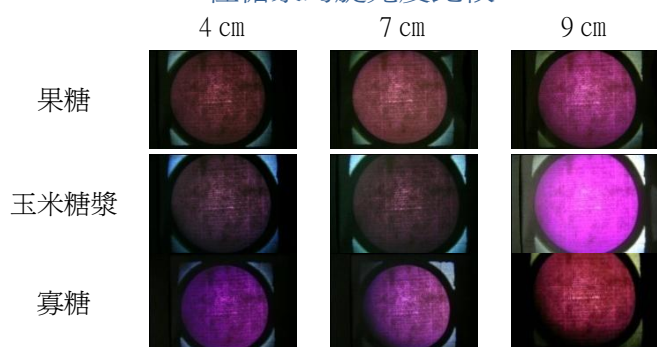
(二) 研究步驟：

1. 歸零：測量前，旋光度計用蒸餾水校正歸零。
2. 糖漿種類取玉米糖漿、果糖、寡糖，濃度各為 75%，配好後調整溫度至 25°C。
3. 分別將三種糖漿倒入 2 cm、4 cm、7 cm、9 cm 厚度之玻璃容器。
4. 經過檢偏後，觀察其偏轉角度。

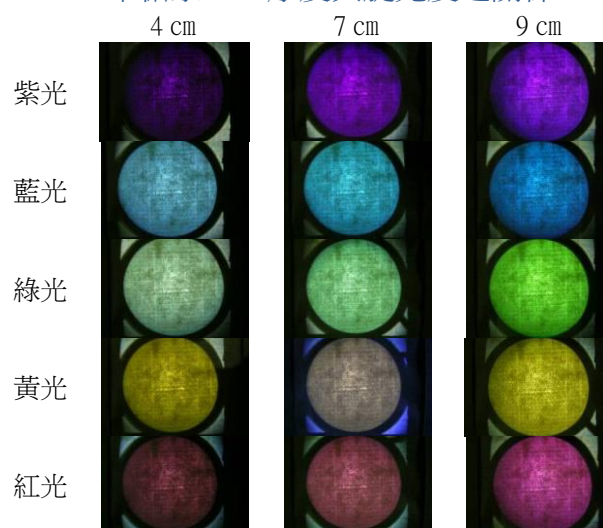
(三) 研究結果：

糖漿種類	厚度(cm)	紅光	黃光	綠光	藍光	紫光
玉米糖漿	9cm	270	315	360	390	420
	7cm	215	255	290	330	375
	4cm	180	205	250	300	345
果糖	9cm	340	300	270	225	180
	7cm	375	340	300	250	200
	4cm	390	370	330	270	225
寡糖	9cm	250	290	315	360	405
	7cm	190	235	270	315	360
	4cm	160	195	230	290	330

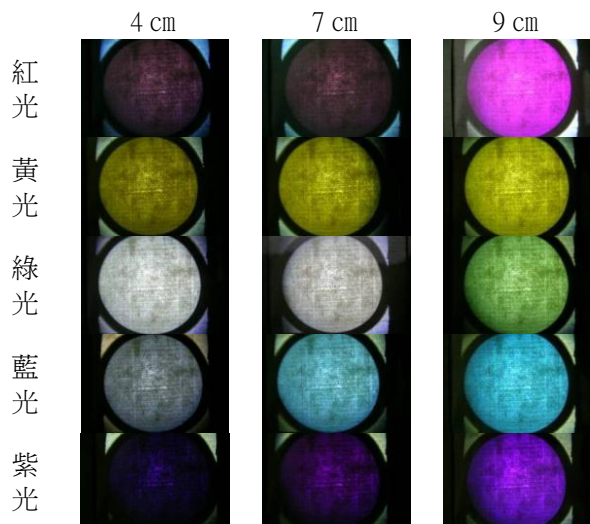
三種糖漿的旋光度比較



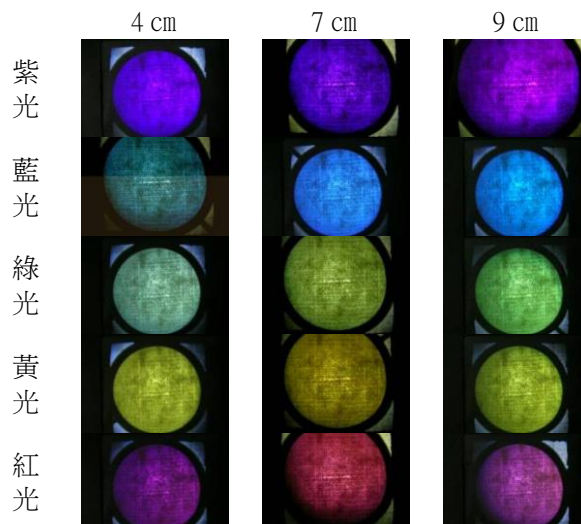
玉米糖漿——厚度與旋光度之關係



果糖——厚度與旋光度之關係



寡糖——厚度與旋光度之關係



【實驗三】改變糖漿的濃度，觀察其對偏振角度之影響

(一) 設計：

1. 了解糖漿濃度與旋光度的關係。
2. 由實驗二中得知：路徑長愈長，則偏轉角度會愈大，愈易觀察，所以本次實驗取 9cm 厚的玻璃容器來盛裝糖漿。

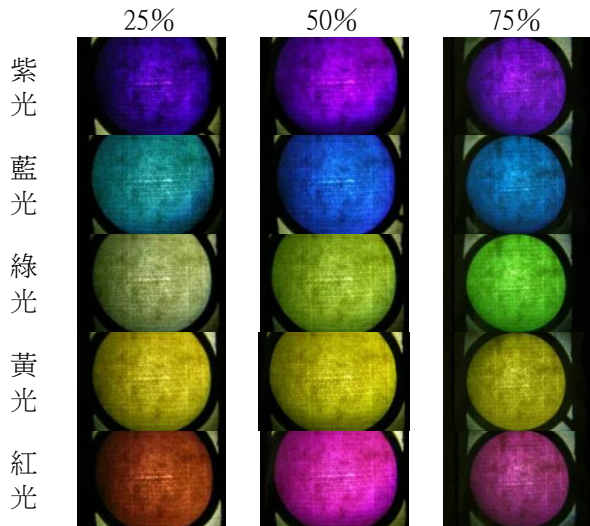
(二) 研究步驟：

1. 歸零：測量前，旋光度計用蒸餾水校正歸零。
2. 將玉米糖漿加蒸餾水，配製成濃度為 25%、50%、75% 的溶液，配好後調整溫度至 25°C 後，倒入 9 cm 之玻璃容器。
3. 經過檢偏後，觀察其偏轉角度。
4. 將果糖及寡糖依步驟 2 及 3，觀察不同濃度下的偏轉角度。

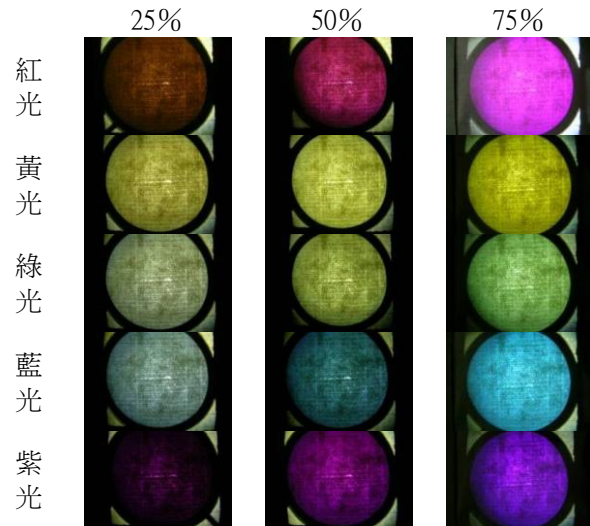
(三) 研究結果：

糖漿種類	濃度	紅光	黃光	綠光	藍光	紫光
玉米糖漿	25%	115	165	210	240	290
	50%	200	250	280	330	370
	75%	270	315	360	390	420
果糖	25%	400	360	315	270	225
	50%	375	340	290	240	195
	75%	340	300	270	225	180
寡糖	25%	145	180	215	260	305
	50%	210	240	270	315	360
	75%	250	290	315	360	405

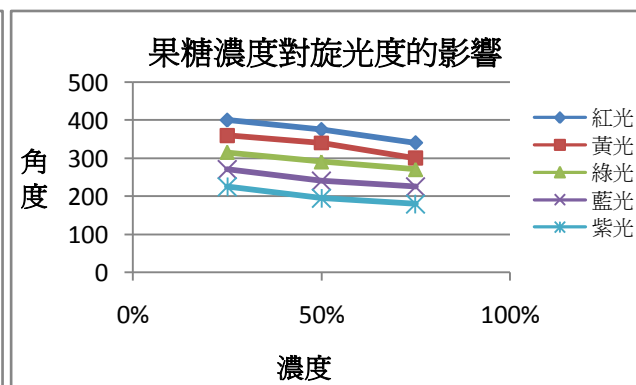
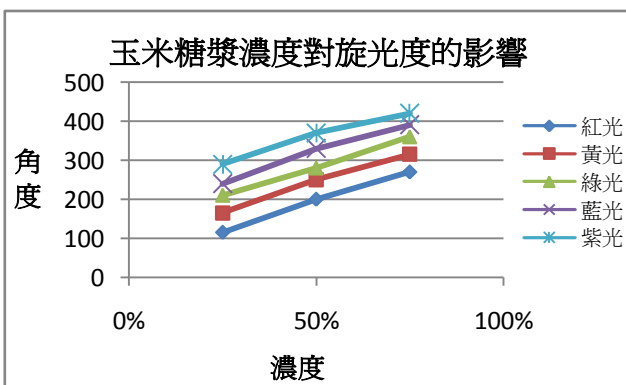
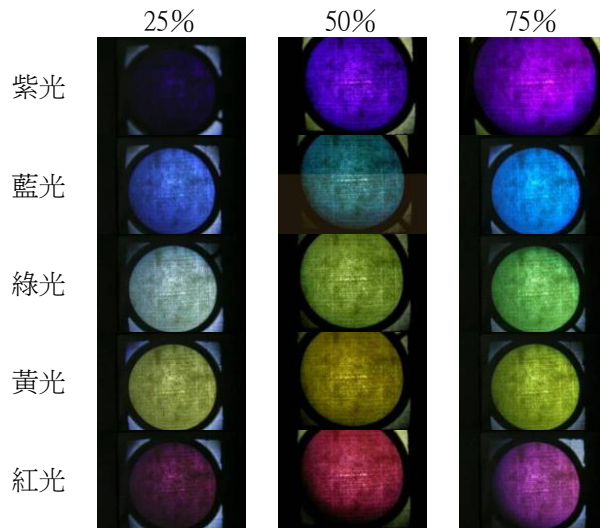
玉米糖漿——濃度與旋光度之關係

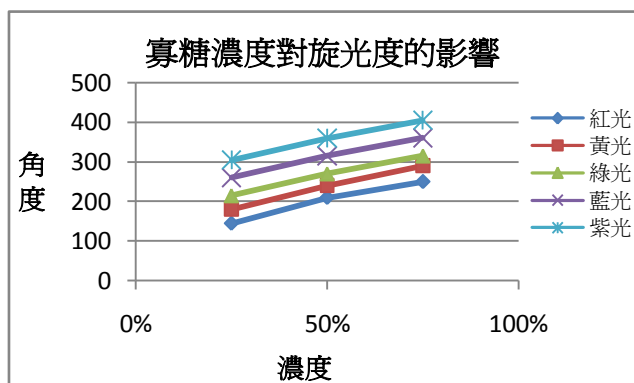


果糖——濃度與旋光度之關係



寡糖——濃度與旋光度之關係





【實驗四】改變糖漿的溫度，觀察其對偏振角度之影響

(一)設計：

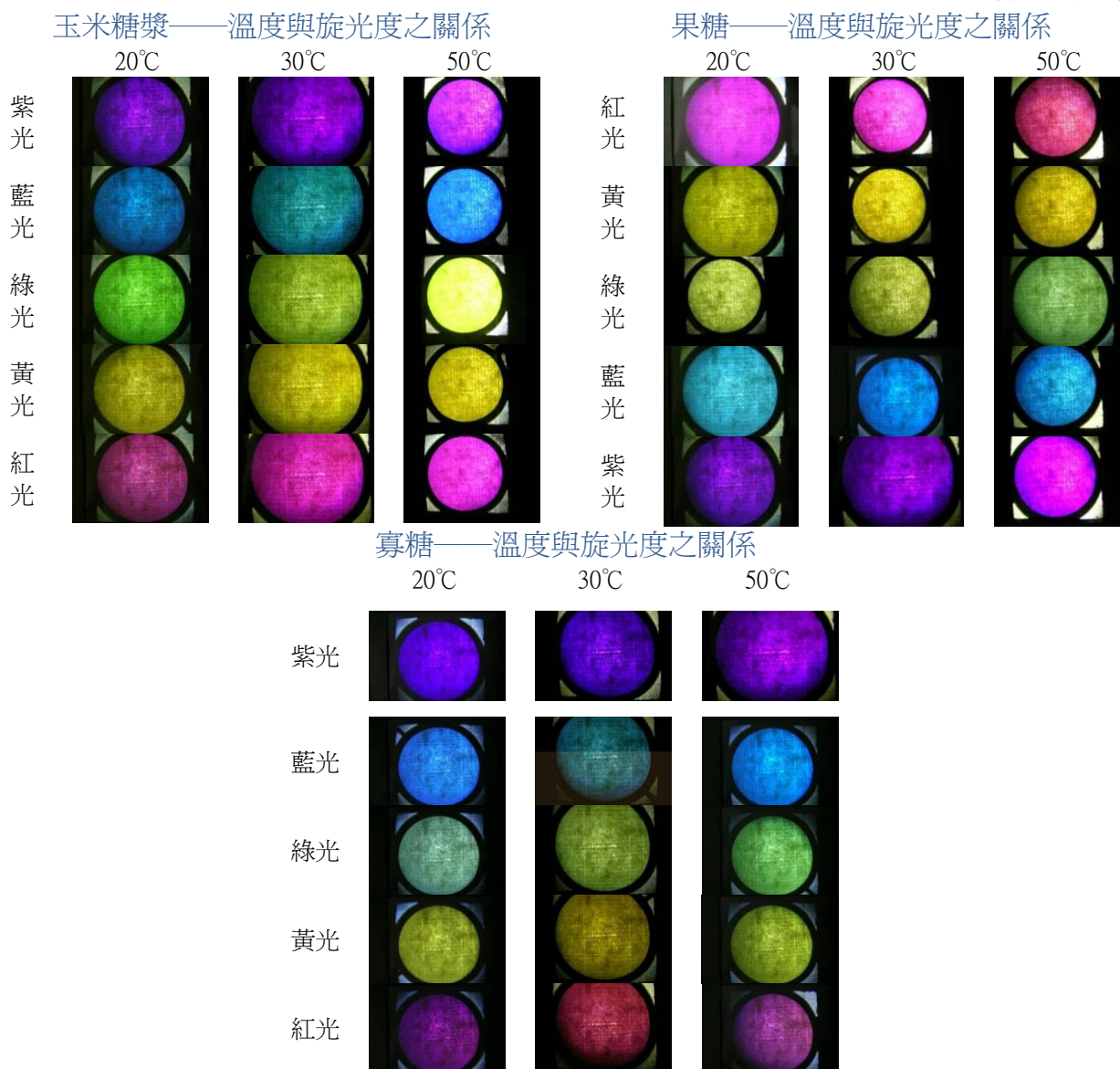
1. 了解糖漿溫度與旋光度的關係。
2. 由實驗二中得知：糖漿濃度愈大、路徑長愈長，則偏轉角度愈大，愈易觀察。所以本實驗糖漿濃度皆配製成 75%，同時皆取 9cm 厚的玻璃容器來盛裝糖漿。

(二)研究步驟

1. 歸零：測量前，旋光度計用蒸餾水校正歸零。
2. 糖漿溫度取 20°C、30°C、50°C。
3. 用水浴法將三種糖漿調整到所需溫度。
4. 倒入 9 cm 厚之玻璃容器。
5. 經過檢偏後，觀察其偏轉角度。

(三) 研究結果：

糖漿種類	溫度	厚度	紅色	黃色	綠色	藍色	紫色
玉米糖漿	20°C	9 cm	270	315	360	390	420
	30°C	9 cm	225	265	305	350	390
	50°C	9 cm	180	220	250	300	340
果糖	20°C	9 cm	340	300	270	225	180
	30°C	9 cm	350	315	280	240	190
	50°C	9 cm	360	330	300	260	210
寡糖	20°C	9 cm	250	290	315	360	405
	30°C	9 cm	160	210	240	270	320
	50°C	9 cm	60	120	150	180	225



【實驗五】七彩手電筒

(一)設計：希望能利用糖漿的旋光性製作出一支可變換燈光顏色的手電筒。在前述實驗中，有看到不同頻率的光通過糖漿後因偏轉角度不同而分離，若應用此原理在手電筒上，即能做出可變色之手電筒。

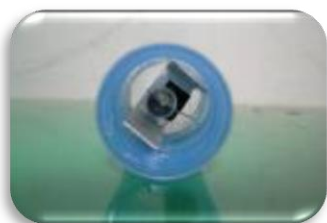
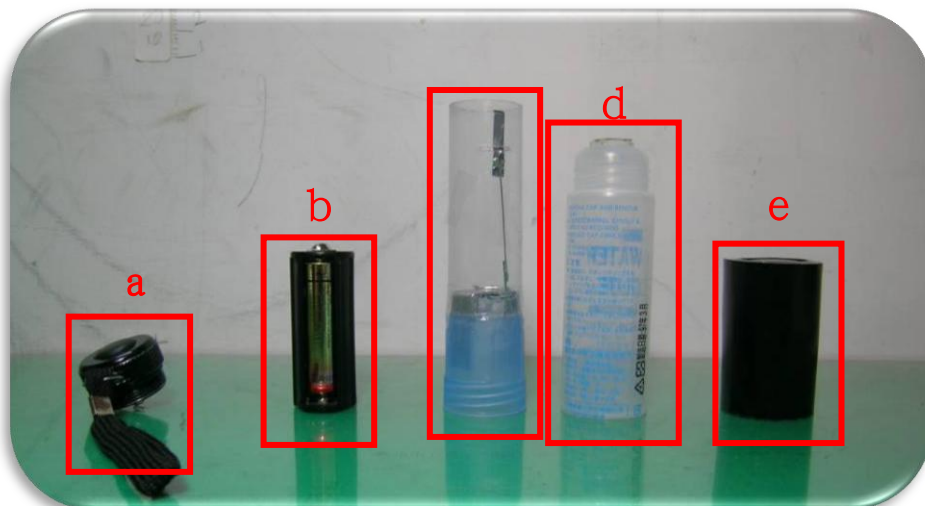
(二)製作過程：

1. 將一膠水罐的底部及蓋子打穿挖空，並將膠水罐洗乾淨。
2. 用塑膠水管將蓋子延長，作為電池及光源放置處。
3. 在原本放膠水之處倒入糖漿，再用以切好之透明壓克力圓片蓋上後封口。
4. 做一套子套在膠水罐上，在其上方光源處貼上偏光片。
5. 將所有零件組合膠封及完成

(三)研究結果：

1.手電筒之分解構造

- a：電源開關，從壞掉手電筒上拆下
- b：電池槽
- c：光源體
- d：糖漿放置處和啓偏濾鏡
- e：檢偏濾鏡套



燈源



電池座



檢偏濾鏡

2.手電筒變換顏色



整體



紅光



黃光



綠光



藍光



紫光

【實驗六】改變葡萄糖水溶液的濃度，觀察其偏轉角度變化

【實驗七】改變光的波長，觀察其對葡萄糖水溶液偏轉的變化

(一)設計：

1. 由於之前實驗所用的糖漿並非 100% 的純糖漿，因此改用試藥級葡萄糖調配水溶液以減少偏轉角度的誤差。並能準確繪出濃度與旋光度之關係圖。
2. 因之前實驗以混合的白光當光源，為精確觀測，將光源改用單一波長之光，以準確觀察其偏轉角度。

3. 用不同頻率的光當光源，了解頻率與旋光度的關係。
4. 以新的旋光度計觀測，以減少玻璃折射的影響。

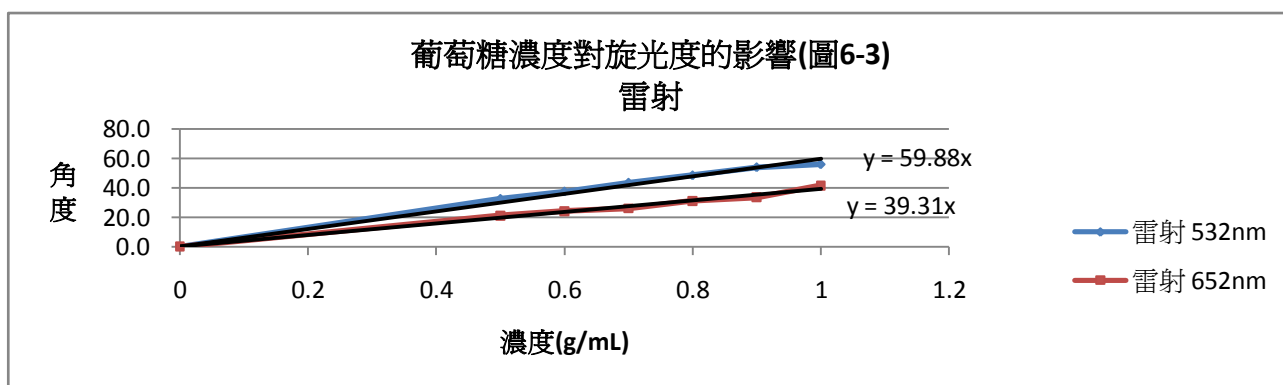
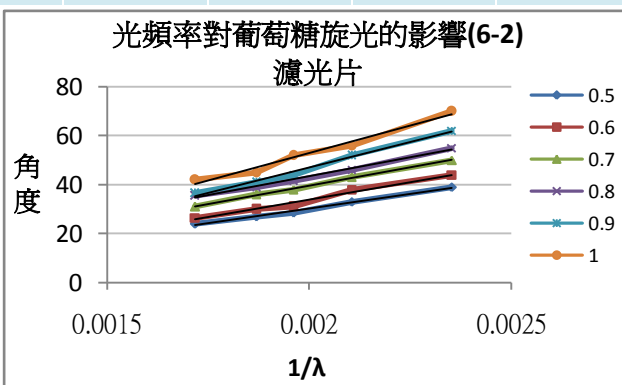
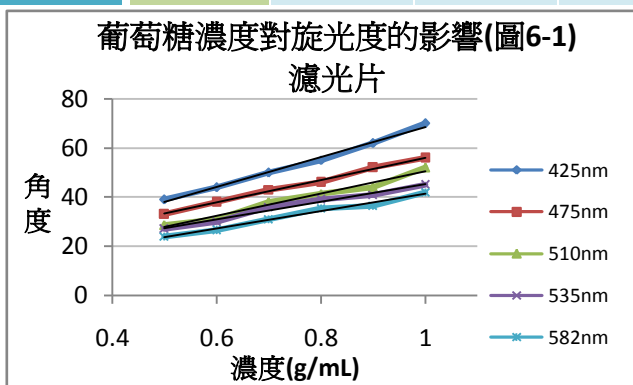
(二)研究步驟：

1. 歸零：測量前，旋光度計用蒸餾水校正歸零。
2. 以水浴法將糖水溶液溫度調整至 25°C。
3. 將糖水溶液倒入高 14cm 的容器。
4. 經過檢偏後，觀察其偏轉角度(觀察明暗變化)。

(三) 研究結果：

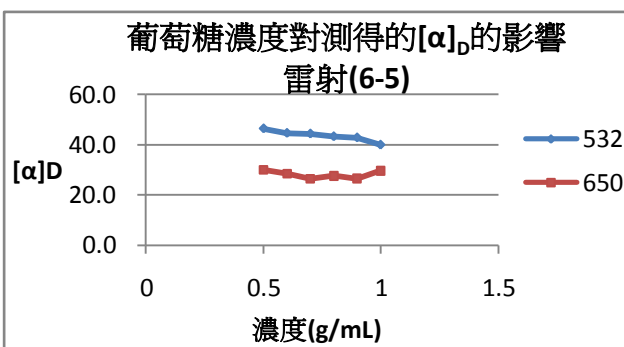
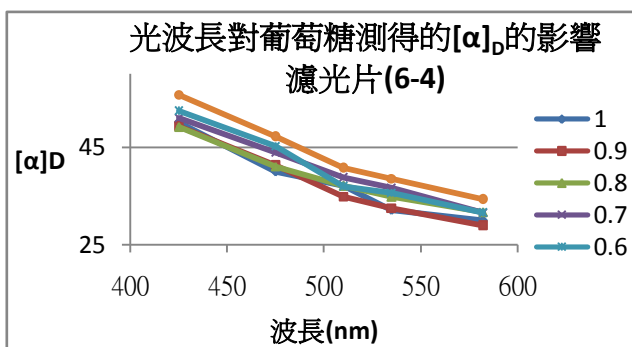
(數據為測得的旋光度)

種類	濃度 (g/mL)	雷射 532nm	雷射 650nm	濾光片 425nm	濾光片 475nm	濾光片 510nm	濾光片 535nm	濾光片 582nm
葡萄糖	1.0	56.0	41.5	70.0	56.0	52.0	45.0	42.0
	0.9	54.0	33.5	62.0	52.0	44.0	41.0	36.5
	0.8	48.5	31.0	55.0	46.0	41.5	39.0	35.5
	0.7	43.5	26.0	50.0	43.0	38.0	36.0	31.0
	0.6	37.5	24.0	44.0	38.0	31.0	30.0	26.5
	0.5	32.5	21.0	39.0	33.0	28.5	27.0	24.0



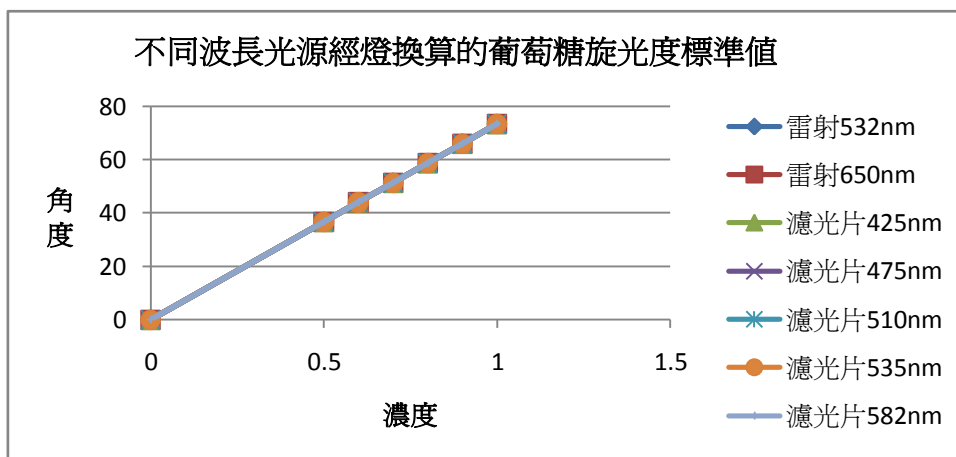
光波長、濃度對 $[\alpha]_D$ 的影響(數據為算出的 $[\alpha]_D$)

葡萄糖濃度	雷射 532nm	雷射 650nm	濾光片 425nm	濾光片 475nm	濾光片 510nm	濾光片 535nm	濾光片 582nm
1	40.0	29.6	50.0	40.0	37.1	32.1	30.0
0.9	42.9	26.6	49.2	41.3	34.9	32.5	29.0
0.8	43.3	27.7	49.1	41.1	37.1	34.8	31.7
0.7	44.4	26.5	51.0	43.9	38.8	36.7	31.6
0.6	44.6	28.6	52.4	45.2	36.9	35.7	31.5
0.5	46.4	30.0	55.7	47.1	40.7	38.6	34.3



由不同波長光源測得的旋光度換算成鈉黃燈照射下的旋光度之(數據為 α_D)

葡萄糖濃度 (g/mL)	雷射 532nm	雷射 650nm	濾光片 425nm	濾光片 475nm	濾光片 510nm	濾光片 535nm	濾光片 582nm
1	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5
0.9	66.15	66.15	66.15	66.15	66.15	66.15	66.15
0.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8
0.7	51.45	51.45	51.45	51.45	51.45	51.45	51.45
0.6	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1
0.5	36.75	36.75	36.75	36.75	36.75	36.75	36.75



【實驗八】改變果糖水溶液的濃度，觀察其偏轉變化

【實驗九】改變光的波長，觀察其對果糖水溶液偏轉的變化

(一)設計：

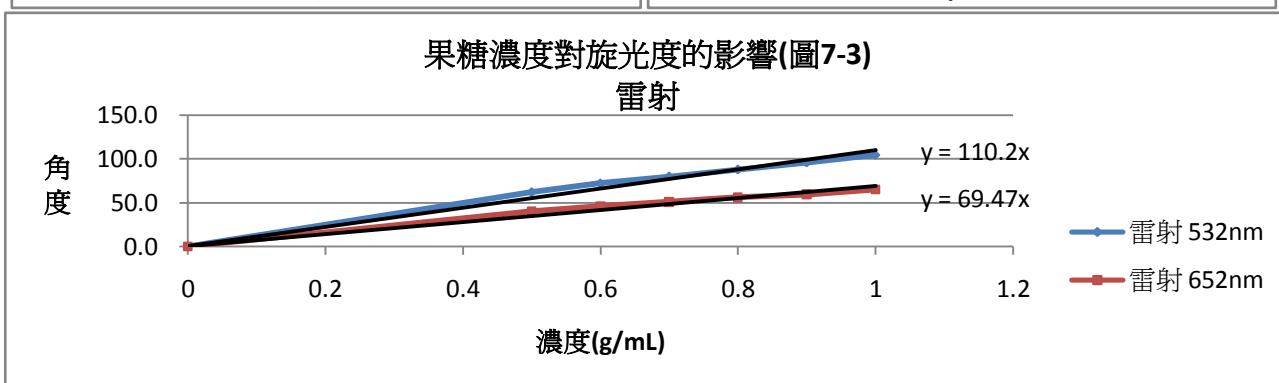
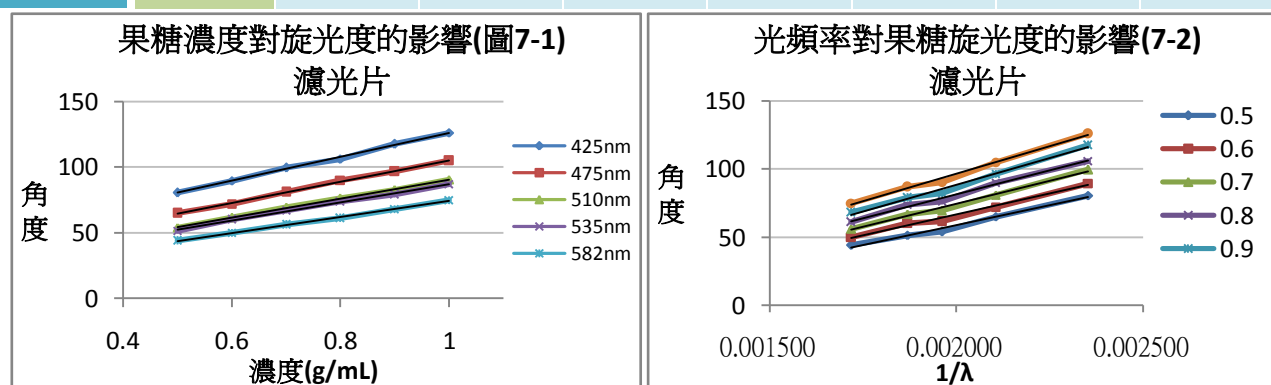
1. 由於之前實驗所用的糖漿並非 100% 的純糖漿，因此改用試藥級果糖調配水溶液以減少偏轉角度的誤差。並能準確繪出濃度與旋光度之關係圖。
2. 因之前實驗以混合的白光當光源，為精確觀測，將光源改用單一波長之光，以準確觀察其偏轉角度。
3. 用不同頻率的光當光源，了解頻率與旋光度的關係。
4. 以新的旋光度計觀測，以減少玻璃折射的影響。

(三)研究步驟：

1. 歸零：測量前，旋光度計用蒸餾水校正歸零。
2. 以水浴法將糖水溶液溫度調整至 25°C。
3. 將糖水溶液倒入高 14cm 的容器。
4. 經過檢偏後，觀察其偏轉角度(觀察明暗變化)。

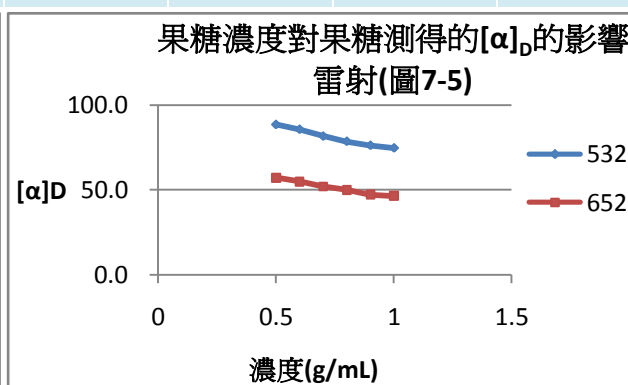
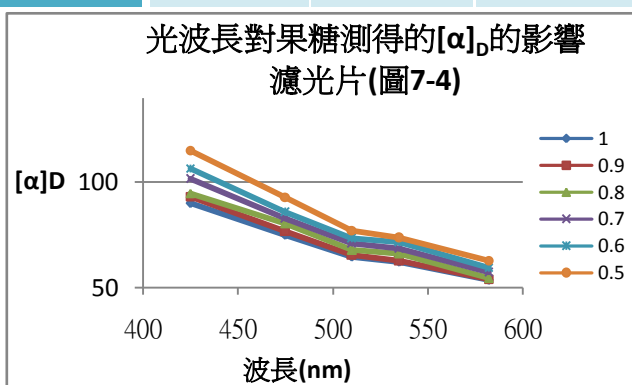
(三) 研究結果：

種類	濃度 (g/mL)	雷射 532nm	雷射 650nm	濾光片 425nm	濾光片 475nm	濾光片 510nm	濾光片 535nm	濾光片 582nm
果糖	1	104.5	65.0	126.0	105.0	90.5	87.0	75.0
	0.9	96.0	59.5	117.5	96.5	82.5	79.0	68.0
	0.8	88.0	56.0	106.0	90.0	76.0	74.0	61.0
	0.7	80.0	51.0	99.5	81.0	69.5	67.0	56.0
	0.6	72.0	46.0	89.5	72.0	61.5	60.0	50.0
	0.5	62.0	40.0	80.5	65.0	54.0	51.5	44.0



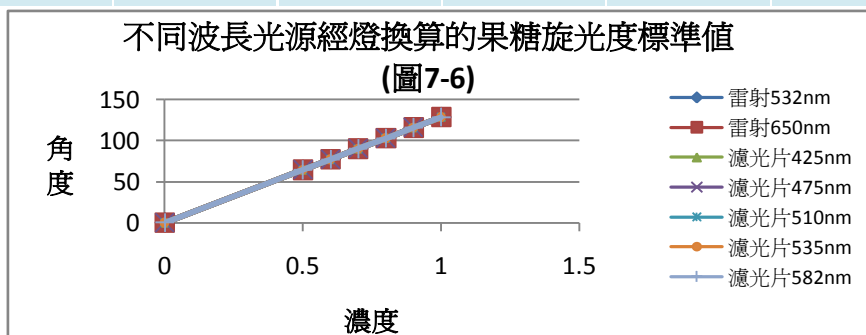
光波長、濃度對 $[\alpha]_D$ 的影響

果糖濃度 (g/mL)	雷射 532nm	雷射 650nm	濾光片 425nm	濾光片 475nm	濾光片 510nm	濾光片 535nm	濾光片 582nm
1	74.6	46.4	90.0	75.0	64.6	62.1	53.6
0.9	76.2	47.2	93.3	76.6	65.5	62.7	54.0
0.8	78.6	50.0	94.6	80.4	67.9	66.1	54.5
0.7	81.6	52.0	101.5	82.7	70.9	68.4	57.1
0.6	85.7	54.8	106.5	85.7	73.2	71.4	59.5
0.5	88.6	57.1	115.0	92.9	77.1	73.6	62.9



由不同波長光源測得的旋光度換算成鈉黃燈照射下的旋光度之(數據為 α_D)

果糖濃度 (g/mL)	雷射 532nm	雷射 650nm	濾光片 425nm	濾光片 475nm	濾光片 510nm	濾光片 535nm	濾光片 582nm
1	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8
0.9	115.92	115.92	115.92	115.92	115.92	115.92	115.92
0.8	103.04	103.04	103.04	103.04	103.04	103.04	103.04
0.7	90.16	90.16	90.16	90.16	90.16	90.16	90.16
0.6	77.28	77.28	77.28	77.28	77.28	77.28	77.28
0.5	64.4	64.4	64.4	64.4	64.4	64.4	64.4



【實驗十】改變蔗糖水溶液的濃度，觀察其偏轉變化

【實驗十一】改變光的波長，觀察其對蔗糖水溶液偏轉的變化

(一)設計：

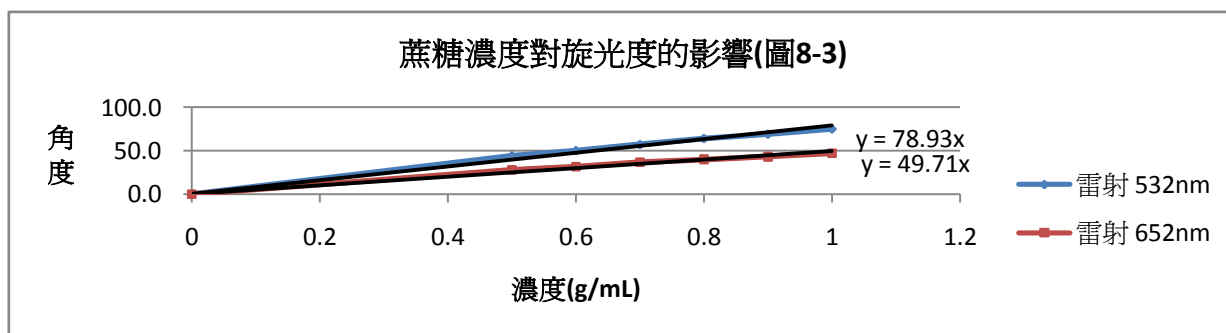
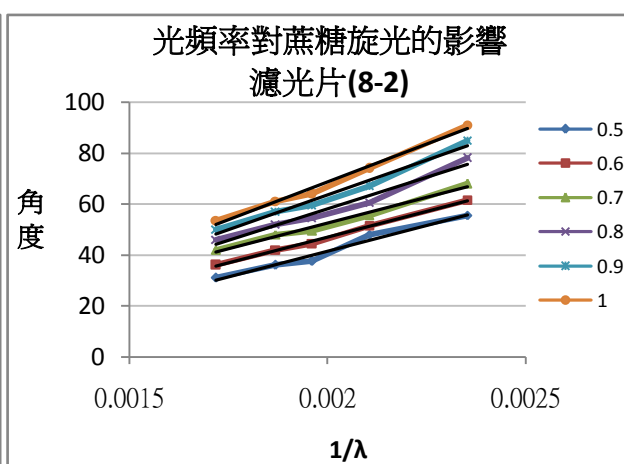
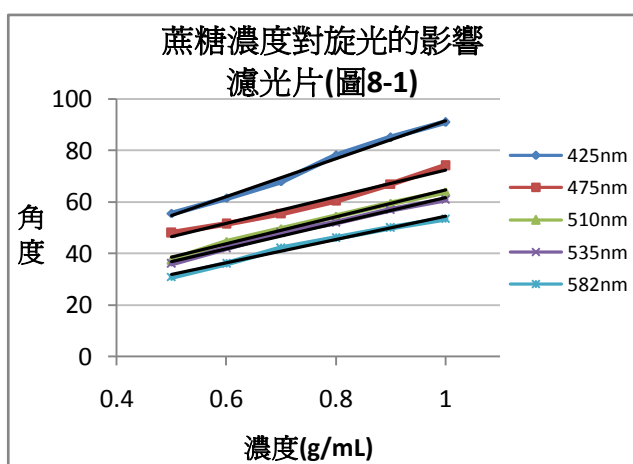
1. 由於之前實驗所用的糖漿並非 100% 的純糖漿，因此改用試藥級蔗糖調配水溶液以減少偏轉角度的誤差。並能準確繪出濃度與旋光度之關係圖。
2. 因之前實驗以混合的白光當光源，為精確觀測，將光源改用單一波長之光，以準確觀察其偏轉角度。
3. 用不同頻率的光當光源，了解頻率與旋光度的關係。
4. 以新的旋光度計觀測，以減少玻璃折射的影響。

(二)研究步驟：

1. 歸零：測量前，旋光度計用蒸餾水校正歸零。
2. 以水浴法將糖水溶液溫度調整至 25°C。
3. 將糖水溶液倒入高 14cm 的容器。
4. 經過檢偏後，觀察其偏轉角度(觀察明暗變化)。

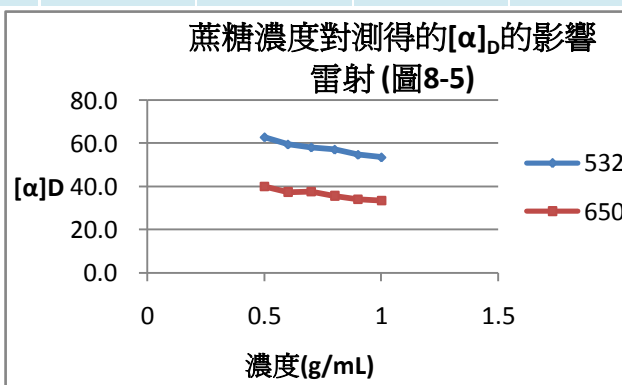
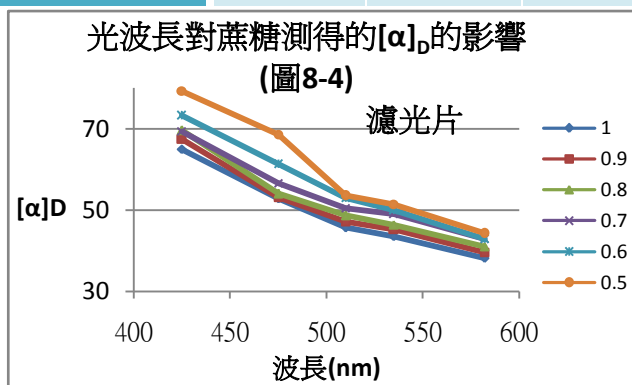
(三) 研究結果：

種類	濃度 (g/mL)	雷射 532nm	雷射 650nm	濾光片 425nm	濾光片 475nm	濾光片 510nm	濾光片 535nm	濾光片 582nm
蔗糖	1	75.0	47.0	91.0	74.0	64.0	61.0	53.5
	0.9	69.0	43.0	85.0	67.0	59.5	57.0	50.0
	0.8	64.0	40.0	78.0	60.5	54.5	52.0	46.0
	0.7	57.0	37.0	68.0	55.5	49.5	48.0	42.0
	0.6	50.0	31.5	61.5	51.5	44.5	42.0	36.0
	0.5	44.0	28.0	55.5	48.0	37.5	36.0	31.0



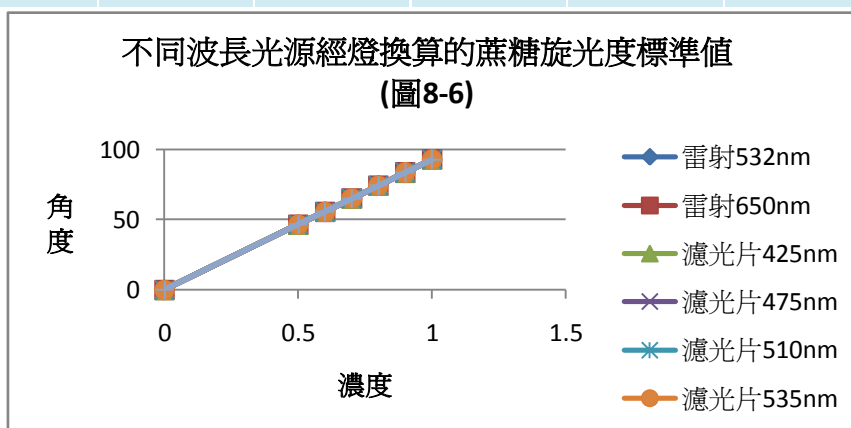
光波長、濃度對 $[\alpha]_D$ 的影響

蔗糖 濃度(g/mL)	雷射 532nm	雷射 650nm	濾光片 425nm	濾光片 475nm	濾光片 510nm	濾光片 535nm	濾光片 582nm
1	53.6	33.6	65.0	52.9	45.7	43.6	38.2
0.9	54.8	34.1	67.5	53.2	47.2	45.2	39.7
0.8	57.1	35.7	69.6	54.0	48.7	46.4	41.1
0.7	58.2	37.8	69.4	56.6	50.5	49.0	42.9
0.6	59.5	37.5	73.2	61.3	53.0	50.0	42.9
0.5	62.9	40.0	79.3	68.6	53.6	51.4	44.3

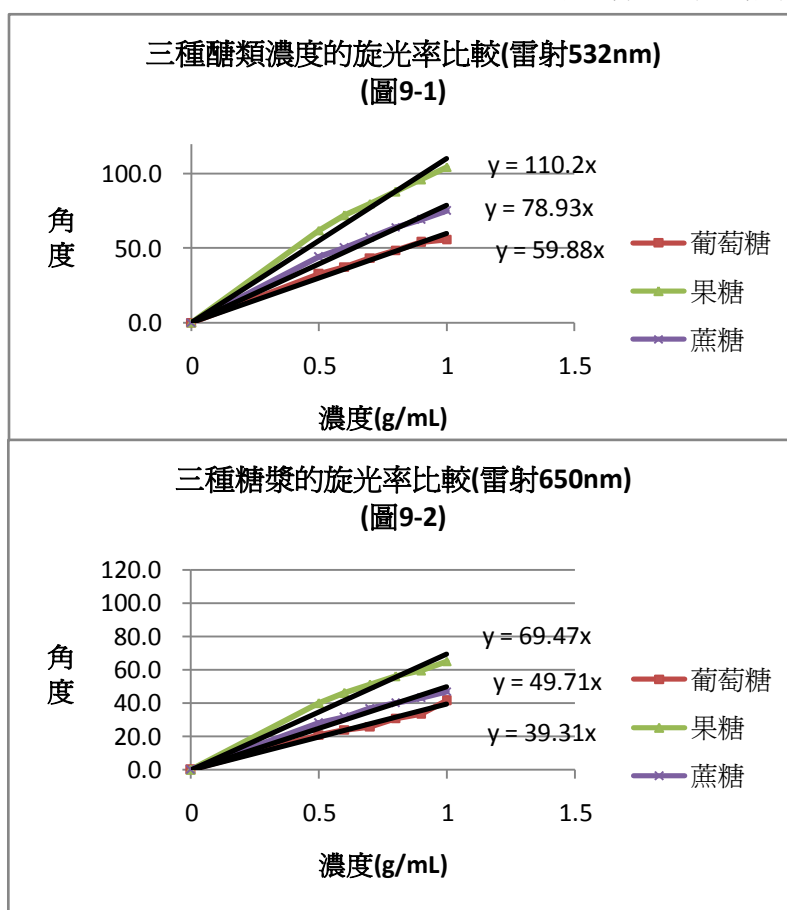


由不同波長光源測得的旋光度換算成鈉黃燈照射下的旋光度之(數據為 α_D)

蔗糖 濃度(g/mL)	雷射 532nm	雷射 650nm	濾光片 425nm	濾光片 475nm	濾光片 510nm	濾光片 535nm	濾光片 582nm
1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1
0.9	83.79	83.79	83.79	83.79	83.79	83.79	83.79
0.8	74.48	74.48	74.48	74.48	74.48	74.48	74.48
0.7	65.17	65.17	65.17	65.17	65.17	65.17	65.17
0.6	55.86	55.86	55.86	55.86	55.86	55.86	55.86
0.5	46.55	46.55	46.55	46.55	46.55	46.55	46.55



種類	濃度 (g/mL)	雷射 532nm	雷射 650nm
葡萄糖	1	56.0	41.5
	0.9	54.0	33.5
	0.8	48.5	31.0
	0.7	43.5	26.0
	0.6	37.5	24.0
	0.5	32.5	21.0
蔗糖	1	75.0	47.0
	0.9	69.0	43.0
	0.8	64.0	40.0
	0.7	57.0	37.0
	0.6	50.0	31.5
	0.5	44.0	28.0
果糖	1	104.5	65.0
	0.9	96.0	59.5
	0.8	88.0	56.0
	0.7	80.0	51.0
	0.6	72.0	46.0
	0.5	62.0	40.0

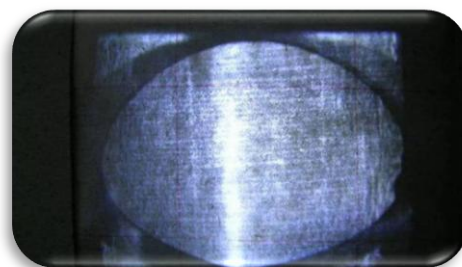


陸、討論

一、研究過程(錯誤歷程)

我原先是用壓克力材質的容器做實驗，但實驗結果與我預料的完全不一樣，投射板上的顏色有好多，而且每次做的結果都不一樣，照理講，應只有單一色光，但卻是多個色光，十分奇怪。

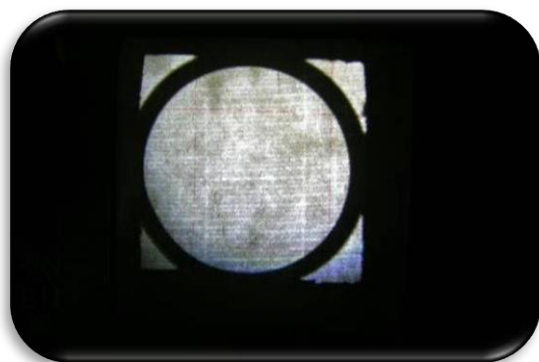
我試著不加糖漿做實驗，發現也是多個色光(如左下圖)，才知道是容器的問題，只要是壓克力，不管是任何東西，都會造成一樣的效果。



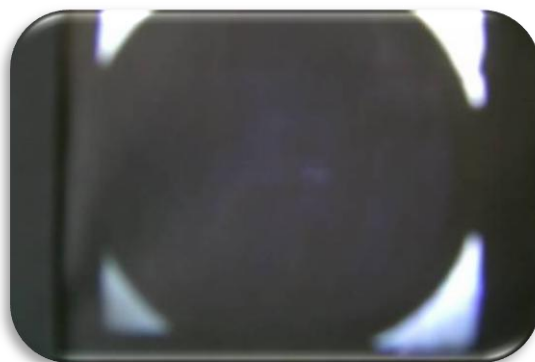
我改用玻璃容器，玻璃容器不會有如此狀況，就算會聚光，也是維持白光，未有任何其他色光出現。(如右上圖)

二、用偏光鏡看不到螢幕的原因

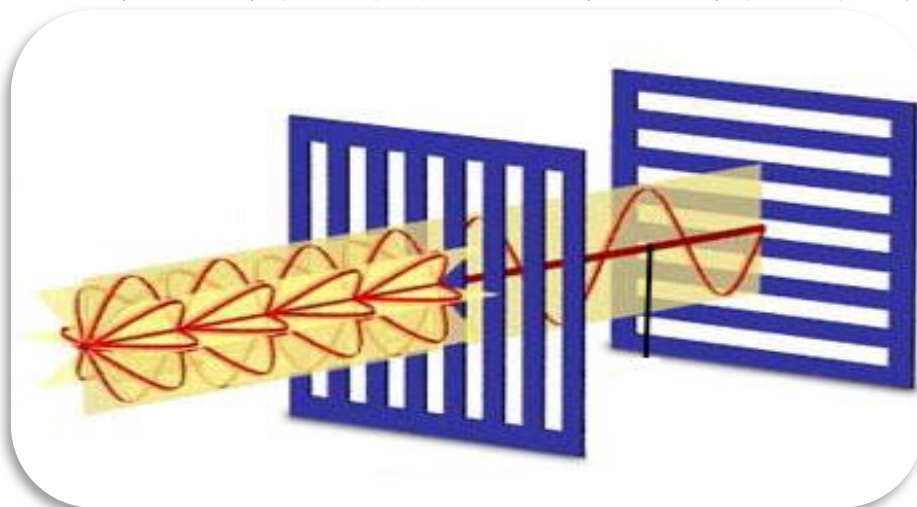
所有 LCD 面板都會加上偏光片，以突顯出顏色，當我們在用偏光鏡觀察時，在某個角度下，由起偏濾鏡產生出的偏振光會被檢偏濾鏡擋住，因而我們看不見任何光。



兩偏光鏡之偏振方向成平行



兩偏光鏡之偏振方向成垂直



三、實驗數據統整

爲了數據折線圖之觀察方便，有跨 0 度之數據（如：45, 0, 330, 240, 210），因爲吸收軸爲一直線，所以任意一直徑之兩端度數所呈現之光色會相同，所以會一同轉向（如變成：225, 180, 150, 60, 30），又爲了配合數據，也會出現超過 360 之度數（如：225, 265, 305, 350, 390），將度數減去 360 後即爲其真實度數。

由於 2 cm 厚度其偏轉角度不夠大，不易觀察到明顯的顏色分別，因此不納入圖表中。

另外，由於果糖爲左旋性，旋光度爲負，爲方便比較，我們將果糖的旋光度取絕對值討論。

在實驗過程中，發現不同時間做的同一杯蔗糖溶液數據不同，所以我又另外查到，蔗糖因爲是雙醣類，所以會水解成葡萄糖及果糖。所以做實驗時，蔗糖液都是當場配製。

1. 由實驗一得知：若濃度一定，則白光被玉米糖漿、寡糖糖漿偏轉的角度會遞增（紅光→紫光），所以可知玉米糖漿及寡糖糖漿均爲右旋光物質。但白光經過果糖糖漿後偏轉的角度卻遞減（紅光→紫光），所以果糖糖漿爲左旋光物質。
2. 由實驗二得知：若光通過的路徑長愈長，則偏振角愈大，且有線性關係。這是因路徑長愈長，則光通過的分子數會愈多，所以偏轉愈多。
3. 由實驗三得知：若糖漿的濃度愈大，則偏振角愈大。這是因濃度愈大，則單位體積所含的分子數愈多，所以照射光被偏轉的角度也愈多。
4. 由實驗四得知：偏振角度會隨著溫度增加而減少，這是因溫度增加會導致糖漿體積膨脹，密度變小，所以偏轉角度也隨之減小。

5. 爲了精確定量，實驗六~十改用試藥級的葡萄糖、果糖及蔗糖。由圖 6-1、7-1、8-1 所示，仍符合預期，即濃度與偏轉角度有正比關係。且由圖 6-3、7-3、8-3 的直線方程式可以從本實驗的簡易旋光計測得的旋光度得知未知糖水的濃度。

光源波長 \ 糖種類	葡萄糖	果糖	蔗糖
532nm	$y = 59.88x$	$y = 110.2x$	$y = 78.93x$
650nm	$y = 39.31x$	$y = 69.47x$	$y = 49.71x$

X 軸爲糖水濃度；y 軸爲簡易旋光計所測得的旋光度

6. 從圖 6-2、7-2、8-2(以波長倒數代表頻率)可發現：光源的波長不同會影響旋光度，波長愈大，則旋光角愈小；亦即頻率愈小，旋光角愈小。因光速一定，所以我們以 $\frac{1}{\lambda}$ 代表頻率。
7. 從圖 6-4、7-4、8-4，我們利用 $[\alpha]_D = \alpha / (C \times L)$ 公式，將測得的旋光度換算成 $[\alpha]_D$ ，我們發現光源的波長愈長，則 $[\alpha]_D$ 愈小。因雷射光 532nm 最接近鈉黃燈的波長(589.3nm)，所以算出的 $[\alpha]_D$ 也最接近 $[\alpha]_D$ 標準值。表中的濾光片因過濾出的波長非單一色光，所以只能做爲參考。
8. 從圖 6-5、7-5、8-5，我們發現：若光源波長一定時，則糖水溶液濃度對算出的 $[\alpha]_D$ 無影響，印證了在固定波長的光源下，若物質的種類一定，則 $[\alpha]_D$ 爲一定值。
9. 【換算方法】

$$\frac{\text{鈉黃燈照射所得的旋光度標準值}}{\text{簡易旋光計所得的旋光度}} = \frac{\text{鈉黃燈照射所得的比旋光度標準值}}{\text{簡易旋光計所得的比旋光度}}$$

	標準值(波長 589.3nm)	本實驗測得的比旋光度(波長 532nm)
葡萄糖	+52.5	+43.6
蔗糖	+66.5	+57.7
果糖	-92.0	-80.9

(1)葡萄糖：

$$\frac{\text{鈉黃燈照射所得的旋光度標準值}}{\text{簡易旋光計所得的旋光度}} = \frac{52.5}{43.6}$$

(2)蔗糖：

$$\frac{\text{鈉黃燈照射所得的旋光度標準值}}{\text{簡易旋光計所得的旋光度}} = \frac{66.5}{57.7}$$

(3)果糖：

$$\frac{\text{鈉黃燈照射所得的旋光度標準值}}{\text{簡易旋光計所得的旋光度}} = \frac{92.0}{80.9}$$

10. 由圖 9-1、9-2 發現在一定波長的光源下，因濃度變化而導致的旋光度變化，果糖 > 蔗糖 > 葡萄糖。印證了比旋光度 $[\alpha]_D$ ：果糖 > 蔗糖 > 葡萄糖

四、創意發想

1. 因國中課程只有提到光有折射性，並簡單提到色散現象。所以我們利用糖漿的旋光性製作出一支經轉動後可發出七彩燈光的手電筒，希望能提供課堂上有趣的輔助。
2. 由實驗知道在一定波長的光源照射下，旋光性物質的濃度與旋光度有正比關係，但因為鈉黃燈價錢過高，所以我們用市面上易取得的雷射筆(532nm 及 650nm)做為光源，找出濃度與旋光度的關係式，就可以用自製的旋光計測量未知糖水的濃度了。

柒、結論

1. 學問不一定來自課堂，從這次經驗中，我學到：當對一件事物有疑問時，可經由資料查詢及動腦操作，可讓我更容易了解原理。
2. 在糖漿旋光性的實驗中，我想到手電筒的顏色很單一，所以在很多聚會中常會拿螢光棒，但螢光棒的色彩選擇也不多，所以我從上述實驗發想製作出一支可發出七彩光的手電筒，這樣就可以達到多種螢光棒的效果。
3. 自行製作的儀器，雖沒有精密儀器的準確性，但若配合公式的修正，仍可達到同樣的效果，可以應用在課堂上，而不用花大錢買儀器。
4. 在儀器製作過程中，除了體會到自己動手做的樂趣，也為了使實驗數據更加準確，不斷的改良修正儀器結構，使我學到科學的思考方法。
5. 在資料查詢中發現了很多物質都有旋光性，甚至同一種物質有變旋現象，我希望能進一步改良裝置，能用最簡易的方法看出變旋現象。

捌、參考資料及其他

書籍資料

- 1.自然與生活科技 2 上。台北：康軒
- 2.自然與生活科技 2 下。台北：康軒
- 3.沃克著(2000)。物理馬戲團。台北：天下文化
- 4.田民波(2008)。TFT 液晶顯示原理與技術。台北：五南
- 5.耿繼業、何建娃(2008)。幾何光學。台北：全華科技
- 鐘錫華(2009)。現代光學基礎。北京：北京大學出版社

二、網路資料

- 1.偏光性(關鍵字)
http://www.google.com.tw/search?hl=zh-TW&rlz=1R2GGLJ_zh-TWTW361&q=%E5%81%8F%E5%85%89%E6%80%A7&meta=&aq=f&aqi=g1&aql=&oq=&gs_rfai=
- 2.臻攝影工坊。偏光鏡的使用。2008/10/27
<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!K.N1VLGUERnef3yqMsjeF8B1yfP8yHTyhy0-/article?mid=684>
- 3.偏光鏡的介紹
http://taiwan-photoschool.com/new_page_97.htm
- 4.百度「偏振光」百科搜尋
<http://baike.baidu.com/view/78638.htm>
- 5.維生素C的「旋」機。
<http://chem.kshs.kh.edu.tw/teachshare/teach18-9608.pdf>

6. 深圳市熒燁興電子。「LCD 偏光片的基本結構和原理」

<http://www.lcdinline.com/2006/html/11/2006-5-23/2006523025109.html>

7. <http://www.zxyl.cn/proshow.asp?id=7>

8. 生物模型

<http://biomodel.uah.es/en/model3/inicio.htm>

9. 糖類之鑑定及旋光度與濃度間之關係

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:oJD35Ena7SgJ:blog.roodo.com/owenboy/8702ee26.doc+%E6%97%8B%E5%85%89%E8%A8%88+%E5%8E%9F%E7%90%86&cd=2&hl=zh-TW&ct=clnk&gl=tw>

10. 蔗糖水解

<http://rywen.net/view/281600>

【評語】 030212

自製偏光鏡觀測各種醣類的旋光度，勇於嘗試；求知欲高，值得嘉許。但礙於國中的程度，對電訊干擾的認識略淺，以致於把電訊干擾之背景與真正的光訊號混淆不清。