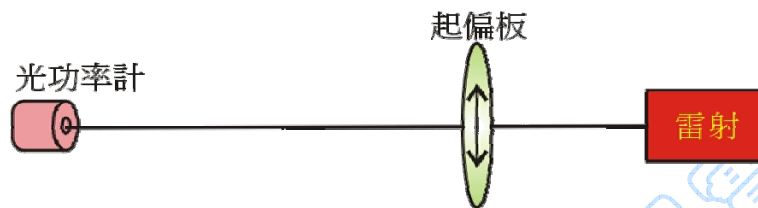


實驗五：雷射偏極實驗

 實驗步驟

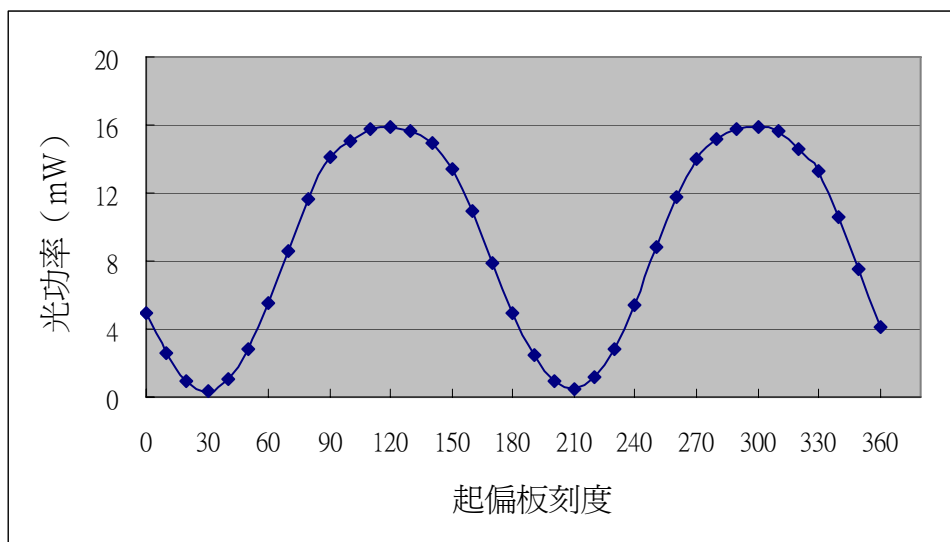
(一) 雷射的偏極特性：

儀器架設如下圖：將起偏板刻度由 0 到 360 度，每 10 度記錄一組數據。



起偏板刻度 v.s. 光功率 (mW)

刻度	光功率 (mW)	刻度	光功率 (mW)	刻度	光功率 (mW)
0	4.9190	130	15.6400	260	11.7200
10	2.5940	140	14.9600	270	13.9600
20	0.9023	150	13.4300	280	15.2200
30	0.4100	160	10.9100	290	15.7900
40	1.1130	170	7.9130	300	15.8900
50	2.7670	180	4.9130	310	15.6000
60	5.5070	190	2.4460	320	14.6100
70	8.6280	200	0.8920	330	13.3500
80	11.6600	210	0.4155	340	10.6200
90	14.0700	220	1.1800	350	7.4760
100	15.1000	230	2.8450	360	4.1740
110	15.7100	240	5.4690		
120	15.9000	250	8.7740		



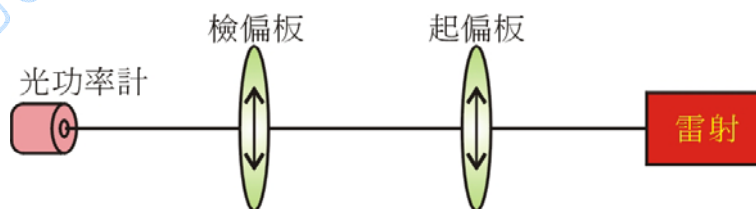
(表格 1) 光功率與線偏極板 A 角度之關係

結論：我們已知雷射偏極方向若和偏振片偏振方向平行時，此時輸出功率會最大；雷射偏極方向若和偏振片偏振方向垂直時，此時輸出功率會最小。由圖中可以看出，功率最大時與最小時差了 90 度。

$$\text{計算偏振度： } P = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} = \frac{15.9 - 0.41}{15.9 + 0.41} = \frac{15.49}{16.31} = 0.95$$

(二) 線偏極光的產生及檢驗

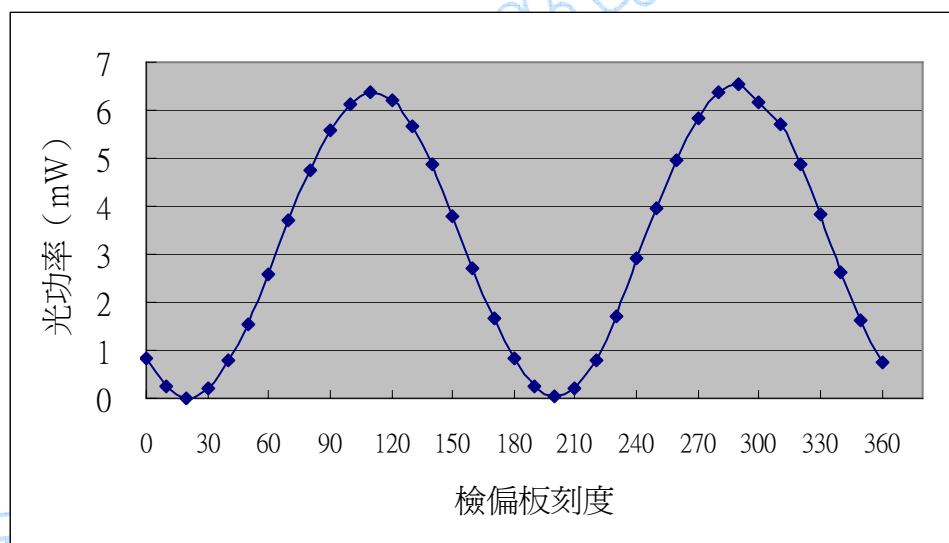
儀器架設如下圖：



- 1、由 (一) 的數據得知，起偏板在刻度 120 和 300 時，量得的光功率最大。因此先將起偏板調到刻度 300 的位置。
- 2、將檢偏板刻度由 0 到 360 度，每 10 度記錄一組數據。

檢偏板刻度 v.s. 光功率 (mW)

刻度	光功率 (mW)	刻度	光功率 (mW)	刻度	光功率 (mW)
0	0.8160	130	5.6710	250	3.9560
10	0.2365	140	4.8710	260	4.9490
20	0.0207	150	3.7940	270	5.8370
30	0.2000	160	2.7250	280	6.3940
40	0.7724	170	1.6660	290	6.5470
50	1.5490	180	0.8337	300	6.1560
60	2.5900	190	0.2673	310	5.7110
70	3.6910	200	0.0215	320	4.8640
80	4.7400	210	0.1929	330	3.8490
90	5.5950	220	0.7982	340	2.6310
100	6.1410	230	1.6900	350	1.6400
110	6.3800	240	2.9210	360	0.7345
120	6.1880				

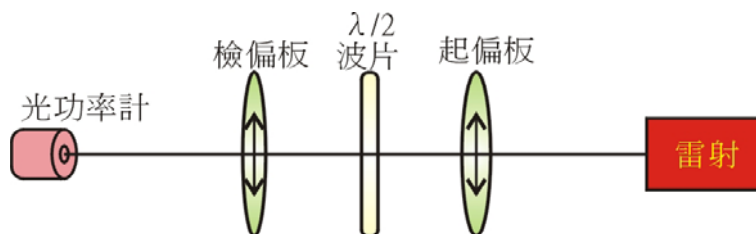


(表格 2) 光功率與線偏極板 B 角度之關係

結論：當兩片偏振片平行時，光功率會最大，當垂直時，光功率會最小。由圖中可以看出量到的最大功率時與量到最小功率時差 90 度。

(三) 偏極光控制元件之特性

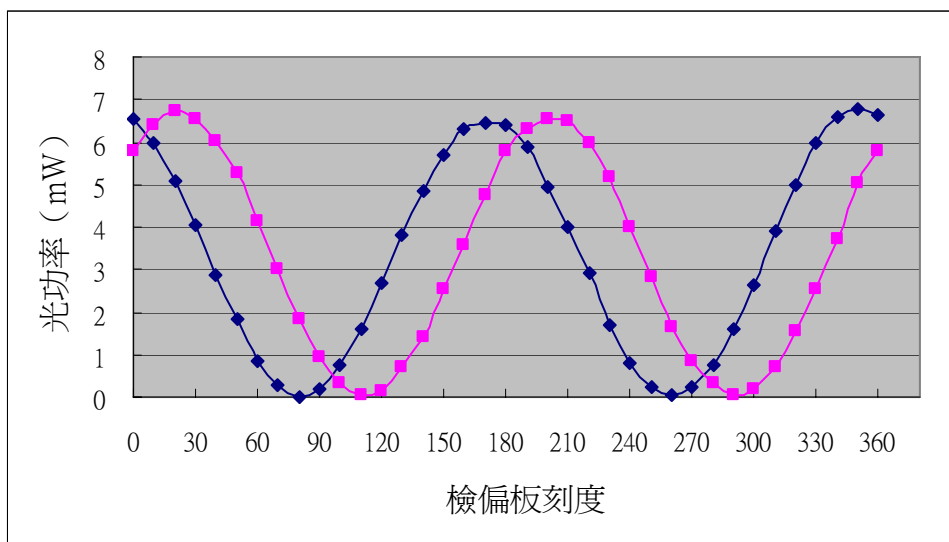
儀器架設如下圖：



- 1、先將起偏板調到 300 刻度，檢偏板調到 20 刻度，找出旋轉 $\lambda/2$ 波片，找出最小功率為 $22.56 \mu W$ 。此時 $\lambda/2$ 波片的刻度為 167。
- 2、將起偏板刻度由 0 到 360 度，每 10 度記錄一組數據。

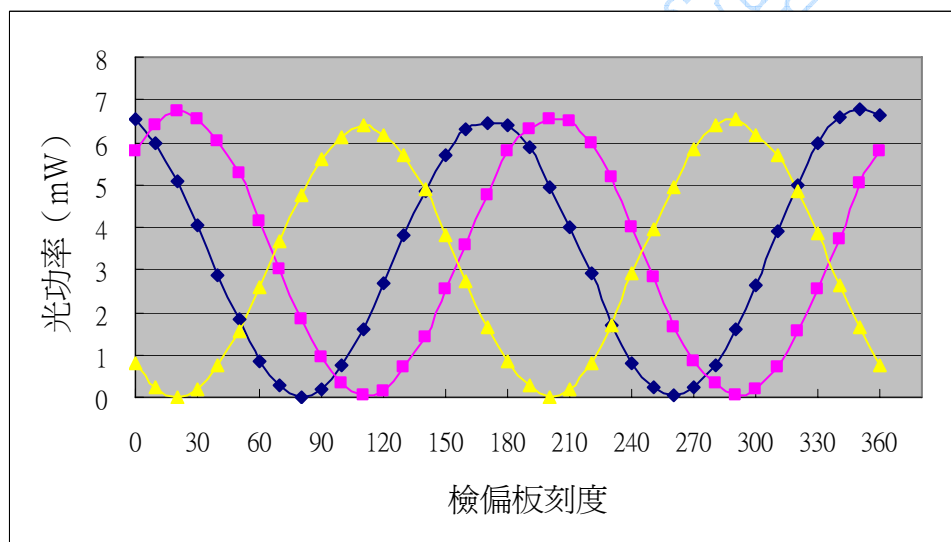
檢偏板刻度 v.s.光功率 (mW)

表格3： $\lambda/2$ 波片轉 30 度 此時刻度為 197				表格4： $\lambda/2$ 波片轉 45 度 此時刻度為 212			
刻度	光功率 (mW)	刻度	光功率 (mW)	刻度	光功率 (mW)	刻度	光功率 (mW)
0	6.5560	190	5.8790	0	5.7710	190	6.3080
10	5.9960	200	4.9450	10	6.4120	200	6.5590
20	5.0760	210	3.9950	20	6.7300	210	6.4950
30	4.0320	220	2.9250	30	6.5550	220	5.9650
40	2.8640	230	1.7170	40	6.0470	230	5.1870
50	1.8190	240	0.8205	50	5.2510	240	3.9830
60	0.8498	250	0.2485	60	4.1360	250	2.8060
70	0.2601	260	0.0237	70	3.0320	260	1.6330
80	0.0211	270	0.2180	80	1.8230	270	0.8502
90	0.1994	280	0.7316	90	0.9230	280	0.3082
100	0.7391	290	1.6190	100	0.3269	290	0.0251
110	1.5790	300	2.6130	110	0.0361	300	0.2024
120	2.6620	310	3.8840	120	0.1527	310	0.7085
130	3.8260	320	4.9840	130	0.7133	320	1.5670
140	4.8600	330	5.9620	140	1.4320	330	2.5560
150	5.6780	340	6.5750	150	2.5250	340	3.7080
160	6.2980	350	6.7570	160	3.5850	350	5.0220
170	6.4290	360	6.6150	170	4.7500	360	5.8090
180	6.3950			180	5.7740		



(表格 3、表格 4)

結論： $\lambda/2$ 波片由 30 度轉到 45 度，圖形偏移約 20-30 度。

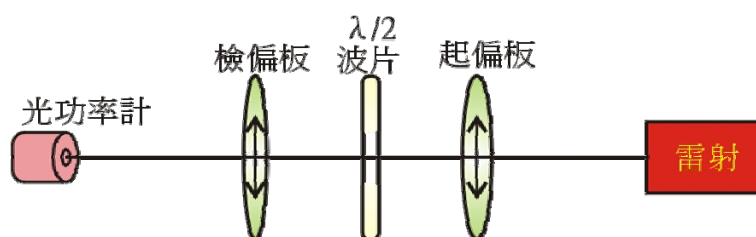


(表格 2、表格 3、表格 4)

結論：將表格 2 數據匯入（即不加入 $\lambda/2$ 的狀況）， $\lambda/2$ 波片轉 30 度，檢偏版偏移 70 度（理論值應該是 60 度）。 $\lambda/2$ 波片轉 45 度，檢偏版偏移 90 度。

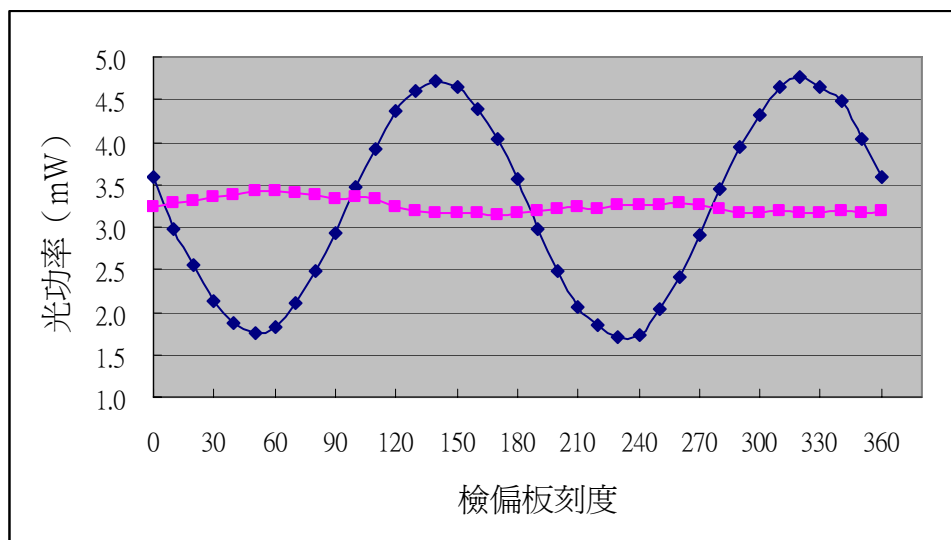
(三) 偏極光控制元件之特性

儀器架設如下圖：



- 1、將 $\lambda/2$ 波片換成 $\lambda/4$ 波片。
- 2、先將起偏板調到 300 刻度，檢偏板調到 20 刻度，旋轉 $\lambda/4$ 波片，找出最小功率為 21.02 μW 。此時 $\lambda/4$ 波片的刻度為 100。
- 3、將起偏板刻度由 0 到 360 度，每 10 度記錄一組數據。

檢偏板刻度 v.s.光功率 (mW)							
表格3： $\lambda/4$ 波片轉 30 度 此時刻度為 130				表格4： $\lambda/4$ 波片轉 45 度 此時刻度為 145			
刻度	光功率 (mW)	刻度	光功率 (mW)	刻度	光功率 (mW)	刻度	光功率 (mW)
0	3.597	190	2.974	0	3.244	190	3.181
10	2.977	200	2.487	10	3.290	200	3.207
20	2.564	210	2.058	20	3.304	210	3.238
30	2.133	220	1.851	30	3.346	220	3.206
40	1.860	230	1.695	40	3.377	230	3.265
50	1.743	240	1.740	50	3.414	240	3.267
60	1.828	250	2.037	60	3.430	250	3.258
70	2.108	260	2.419	70	3.396	260	3.278
80	2.483	270	2.903	80	3.369	270	3.258
90	2.937	280	3.443	90	3.341	280	3.218
100	3.469	290	3.948	100	3.355	290	3.165
110	3.923	300	4.329	110	3.327	300	3.165
120	4.368	310	4.653	120	3.240	310	3.182
130	4.599	320	4.763	130	3.183	320	3.164
140	4.725	330	4.655	140	3.164	330	3.156
150	4.648	340	4.479	150	3.161	340	3.179
160	4.387	350	4.045	160	3.156	350	3.157
170	4.039	360	3.584	170	3.142	360	3.188
180	3.559			180	3.161		

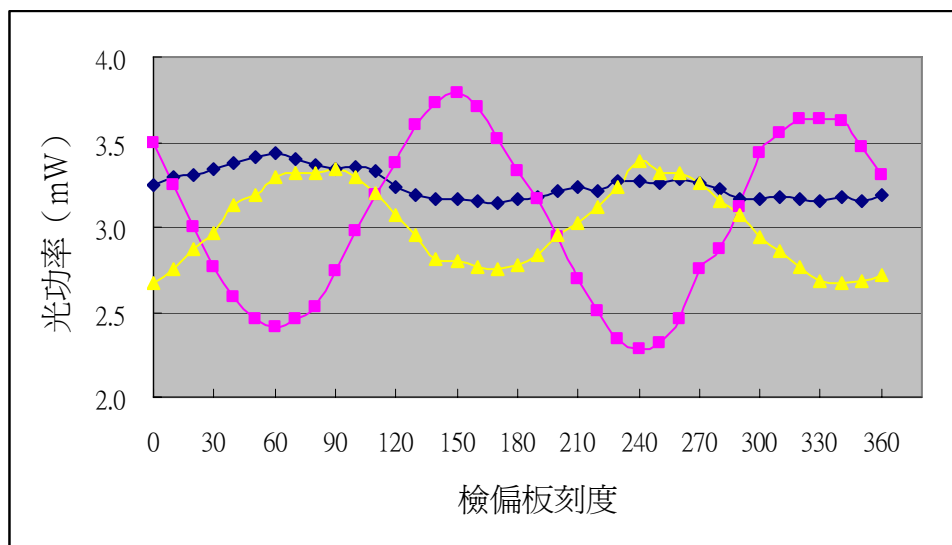


(表格 5、表格 6)

結論：當 $\lambda/4$ 波片轉 45 度時，功率變化不大，因此可以推斷它是圓偏振。但由圖中還是可以看出功率變化，原因可能在轉動 $\lambda/4$ 波片時，角度調整不是在 45 度的地方，可能轉到 47 度或 43 度的地方，導致有以上結果。因此另外做了一組對照實驗，數據和圖如下：

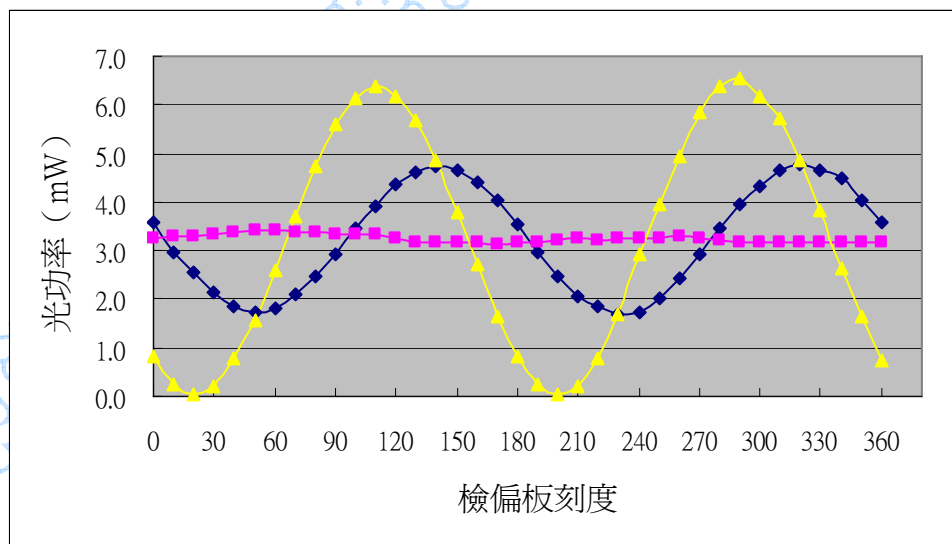
$\lambda/4$ 波片轉 40 度 此時刻度為 140				$\lambda/4$ 波片轉 50 度 此時刻度為 150			
刻度	光功率 (mW)	刻度	光功率 (mW)	刻度	光功率 (mW)	刻度	光功率 (mW)
0	3.499	190	3.162	0	2.676	190	2.830
10	3.246	200	2.947	10	2.752	200	2.957
20	3.004	210	2.697	20	2.866	210	3.020
30	2.761	220	2.511	30	2.963	220	3.112
40	2.590	230	2.340	40	3.126	230	3.241
50	2.456	240	2.287	50	3.184	240	3.383
60	2.415	250	2.313	60	3.299	250	3.318
70	2.458	260	2.459	70	3.323	260	3.322
80	2.529	270	2.757	80	3.318	270	3.259
90	2.742	280	2.866	90	3.339	280	3.155
100	2.977	290	3.115	100	3.292	290	3.065
110	3.193	300	3.436	110	3.198	300	2.936
120	3.372	310	3.553	120	3.074	310	2.855
130	3.597	320	3.637	130	2.952	320	2.759
140	3.733	330	3.635	140	2.809	330	2.680
150	3.790	340	3.621	150	2.798	340	2.673
160	3.706	350	3.473	160	2.762	350	2.684

170	3.519	360	3.309	170	2.750	360	2.712
180	3.331			180	2.778		



結論：上圖是 $\lambda/4$ 波片轉 40、45、50 度的圖。振幅變化由大到小依序為 40 度>50 度>45 度。越接近 45 度時，功率變化越小，理論上，40 度和 50 度的功率變化應該一樣，可能是轉動 $\lambda/4$ 波片時，角度沒確實轉到 45 度。

PS：轉 45 度和轉 40、50 度角度的數據不是同一天量測的...導致圖不對稱。有些東西沒法判斷。轉 40 和轉 50 度角是同一天做的數據，可以看出圖是上下對稱的。

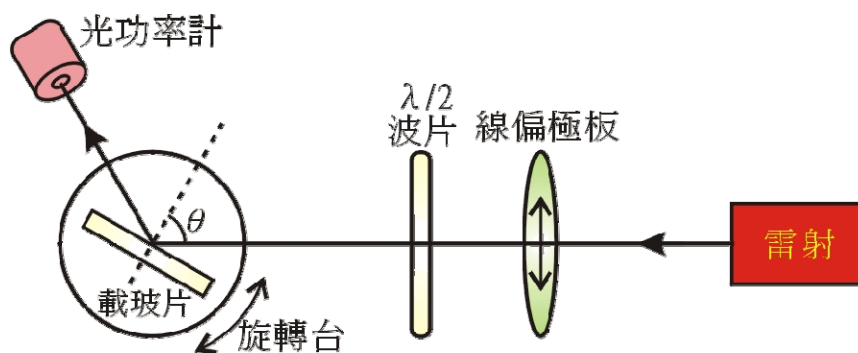


(表格 2、表格 5、表格 6)

結論： $\lambda/4$ 轉 30 度，檢偏版偏移 30 度。同時振幅減小。

(四) 載波片布魯斯特角的測量

儀器架設如下圖：

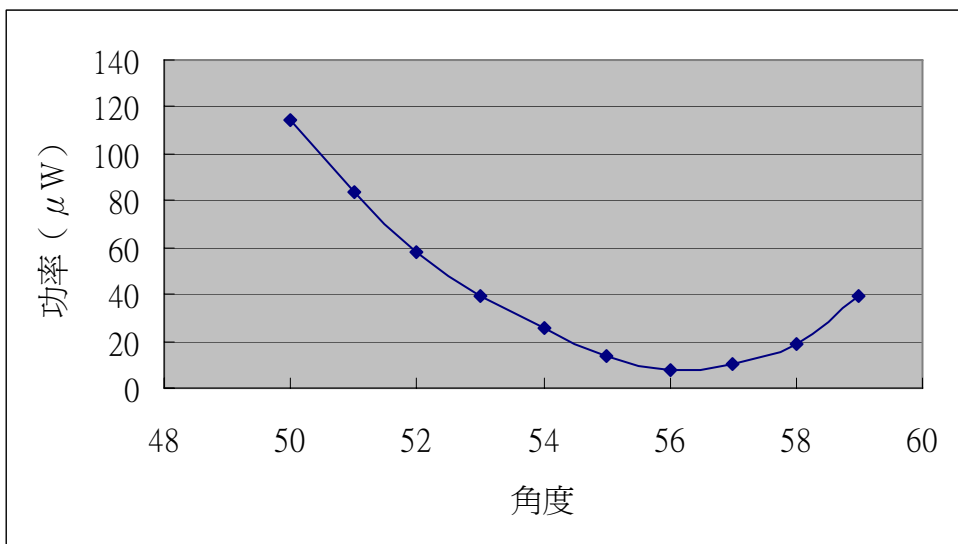


- 1、先將起偏板調到 300 刻度。確定此時雷射偏振方向與線偏極版平行。
- 2、調整旋轉台，確定入射光與反射光重合，設定此時旋轉台角度為 0 度。
- 3、再將旋轉台轉 50 度，光功率計移到反射光位置，轉動 $\lambda/2$ 波片，記錄此時最小光功率為何。

旋轉台（載玻片）角度 v.s.光功率（ μW ）

載玻片角度	光功率（ μW ）
0	× (反射光與入射光重合)
50	114.4
51	84.07
52	58.05
53	38.88
54	25.25
55	13.55
56	7.41
57	10.33
58	18.64
59	39.51

(表格 7)

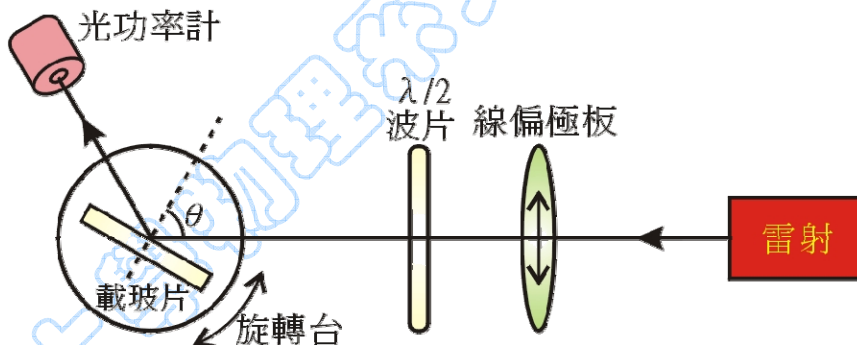


結論：很清楚的可以看出布魯斯特角為 56 度，此時反射率最低。

玻璃折射率 $n = \tan \theta_B = \tan 56 = 1.48$

(四) 載波片布魯斯特角的測量

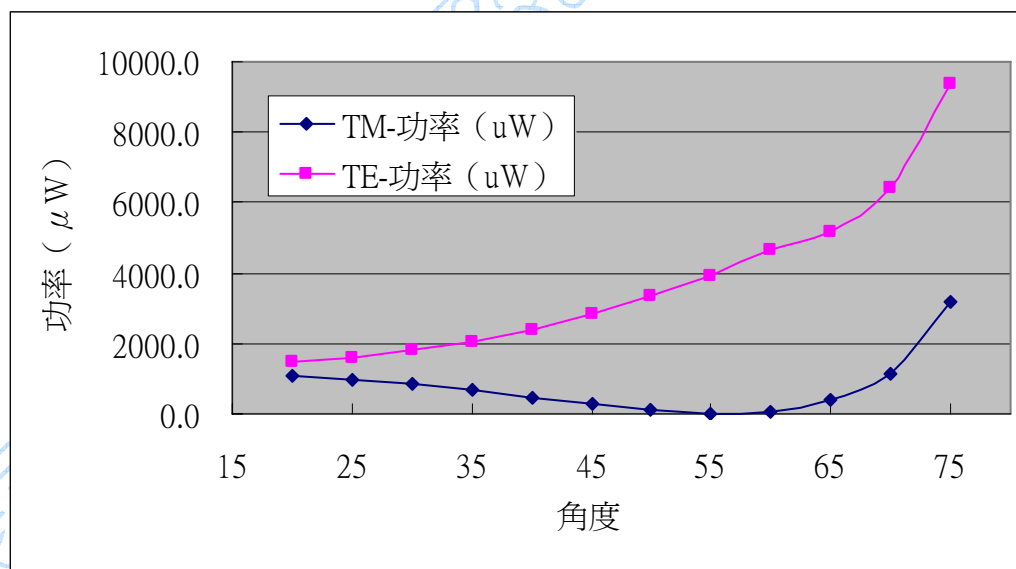
儀器架設如下圖：



- 1、載波片轉到布魯斯特角（56 度），轉動 $\lambda/2$ 波片使得光功率最小，固定此時的 $\lambda/2$ 波片，不再轉動。
- 2、調整旋轉台，確定入射光與反射光重合，設定此時旋轉台角度為 0 度。
- 3、再將旋轉台轉 20 度，光功率計移到反射光位置，記錄此時光功率為何。依表格將所有角度完成。此為 TM 光。
- 4、將 $\lambda/2$ 波片轉 45 度，完成所有表格。此為 TE 光。

旋轉台（載玻片）刻度 v.s. 光功率 (μW)

TM 偏振光-光功率 (μW)		TE 偏振光-光功率 (μW)	
載玻片角度	光功率	載玻片角度	光功率
0	× (反射光與入射光重合)	0	× (反射光與入射光重合)
20	1075.0	20	1463.0
25	955.7	25	1613.0
30	825.0	30	1800.0
35	658.0	35	2055.0
40	480.3	40	2382.0
45	281.5	45	2833.0
50	123.8	50	3346.0
55	12.3	55	3923.0
60	63.6	60	4638.0
65	387.3	65	5160.0
70	1150.0	70	6423.0
75	3181.0	75	9359.0



結論：由布魯斯特角來看，可以得知玻璃折射率 $n = \tan \theta_b = \tan 56 = 1.48$ ，因此可以知道，當入射角大於 42.5 度 ($\sin^{-1} \frac{1}{1.48}$) 時，不管是 TM 或 TE 偏振光，都會發生全反射。

98/10/28 (三) 整理更新

提醒：

- 1、不要抄我的數據與結論，我的作法與實驗講義作法不同，抄了也沒用！另外，實驗室裡的偏振片有不同廠牌，我會不斷更換... SO... 抄我的數據是沒用的！
- 2、被我抓到抄我的結論的... 該份報告直接 **0分** 計算！
- 3、如果你做出來的數據圖和理論差太多... 找助教約時間補做吧！

BY 助教。