中華民國第52屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組　物理科

030104

亮不亮由你

學校名稱：屏東縣立中正國民中學

作者：	指導老師：
國二 李姍珊	王明珠
國二 江新平	廖志鴻
國二 李佳穎	

關鍵詞：照度、LED、光的混色

作品名稱：亮不亮由你

摘要

本實驗探討照度受到哪些因素影響，發現燈泡種類、兩端電壓、電流大小均會影響照度。此外還探討節能的可能性，發現正確使用 LED 燈，確實能使耗電電功率降低，接著利用 LED 燈的光源來設計簡單實用的三原色光實驗裝置，希望能使國中課程的實驗更容易被觀察。最後試著去探究以 LED 做光源時，在平面及空間中不同位置的照度分布，期待將結果應用在日常生活中。

壹、 研究動機

和家人到賣場挑燈泡時，發現燈泡種類眾多如白熾燈泡、LED 燈，電功率也不同，讓我們好奇哪些因素對照度造成影響？如何選擇使用會比較節能呢？另外運用 LED 光源來設計簡單實用的三原色光實驗裝置，希望能使國中課程的實驗更容易被觀察理解。試著以 LED 做光源時，探索在平面及空間中不同位置的照度分布，希望能廣泛便利地應用在生活中。

貳、 研究目的

一、 探討白熾燈泡和白色 LED 燈兩端的電壓與照度的關係，比較兩者電功率及發光效率的關係，探討何者節能。

二、 探討白熾燈泡和白色 LED 燈的電流與照度的關係，比較兩者電功率及發光效率的關係，探討何者節能。

三、 探討白熾燈泡和白色 LED 燈的照度與電功率的關係。

四、 測量各色 LED 燈順向電壓與電流的關係，繪出其電流 I 與電壓 V 特性曲線，探討各色 LED 燈的障壁電壓。

五、 探討各色 LED 燈的電流與照度、電功率及發光效率的關係。

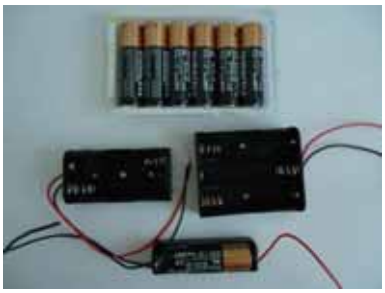
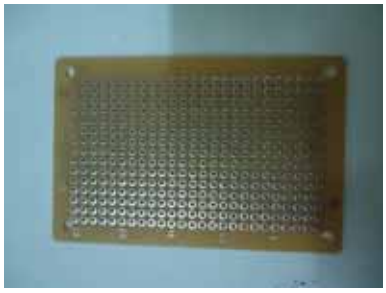
六、 探討各色 LED 燈的照度相同時，電流、電功率及發光效率的關係。

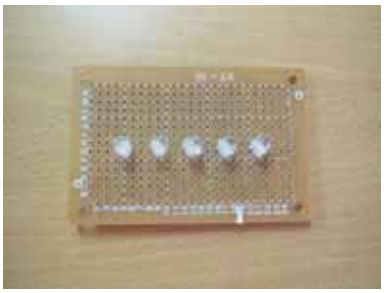
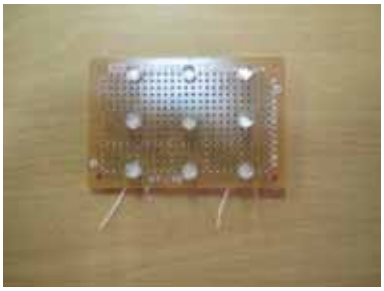
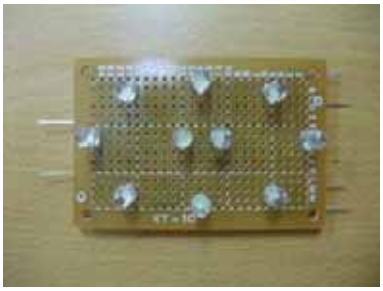
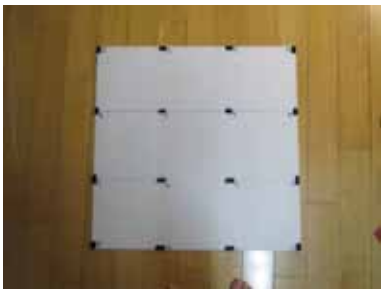
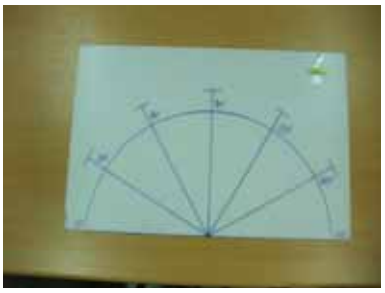
七、 設計簡單實用的三原色光實驗裝置，方便觀察光的三原色混合。

八、 探討以 LED 做光源時，在同一平面上不同位置的照度分布。

九、 探討以 LED 做光源時，在同一空間中不同位置的照度分布。

參、 研究設備及器材

1.數字式照度計	2. 白熾燈泡和燈座（2.5V 0.3A）	3. LED 燈（白光、藍光、綠光、紅光）(3V 20mA)
		
4. 照度計加工後	5. 電池及電池座	6.多用電表
7.導線	8. 可變電阻	9. 烙鐵和焊錫
		
10.洞洞板	11.自製 LED 燈燈架	12.LED 燈(加工後)白藍紅綠

		
13. 水平儀	14.鐵架、固定架	15.LED 燈製成的光源
		
16. LED 燈製成的光源	17. LED 燈製成的光源	18.大型量角器
		
19.照度計放置位置標示板	20.照度計放置位置標示板	

肆、 研究步驟與結果

一、實驗一：探討白熾燈泡（2.5V 0.3A）和白色 LED 燈(3V 20mA)兩端的電壓與照度的關係，比較兩者電功率及發光效率的關係，探討何者節能。

說明: 發光效率為「照度/電功率」。

（一） 步驟一：改變電池數目，探討燈具兩端的電壓與照度、電功率及發光效率的關係

1.方法：

（1） 實驗裝置如圖（一）。(光源與照度計距離約為 30 公分)。

（2） 測量一個電池的電壓，通電後紀錄白熾燈泡兩端的電壓、電流值與照度並計算出電功率及發光效率。

（3） 串聯電池兩個，重複步驟 2。

（4） 串聯電池三個，重複步驟 2

（5） 測量一個電池的電壓，通電後紀錄白色 LED 燈兩端的電壓、電流值與照度並計算出電功率及發光效率

（6） 串聯電池兩個，重複步驟 5

（7） 串聯電池三個，重複步驟 5

（8） 記錄結果如表 1-1

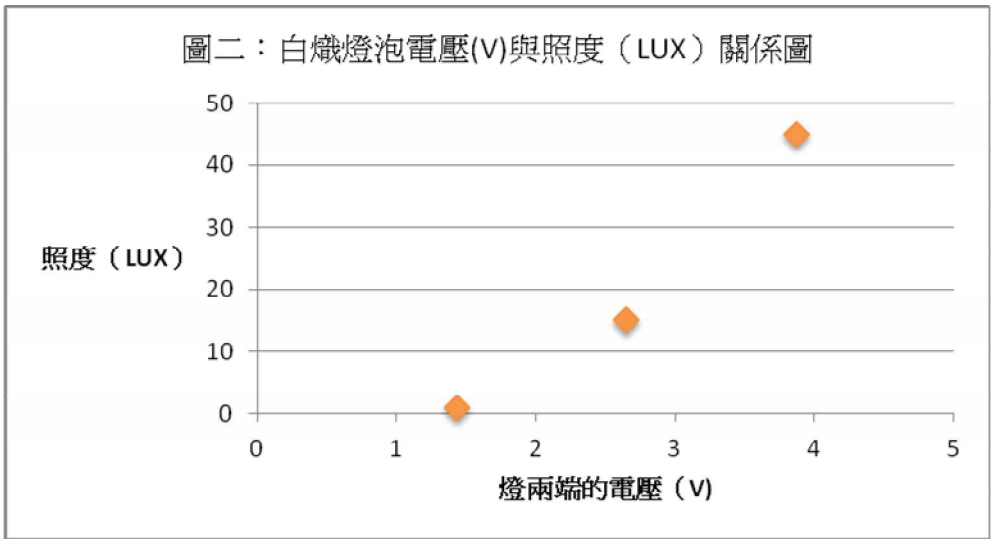
圖(一)為實驗一之步驟一的實驗裝置圖

表 1-1 改變電池數目，白熾燈泡及白色 LED 燈兩端的電壓與照度、電功率及發光效率的數值

燈泡種類	白熾燈泡			白色 LED 燈		
電池數（個）	1	2	3	1	2	3
燈兩端的電壓(V)	1.43	2.65	3.87	1.4	2.96	4.01
電流值(mA)	250	330	398	0	15	113
照度（LUX）	1	15	45	0	164	601
電功率（W）	0.36	0.87	1.54	0.00	0.04	0.45
發光效率（L/W）	2.80	17.15	29.22	0.00	3694	1326

2.討論：

由表 1-1 之結果可得圖二及圖三並且得知：



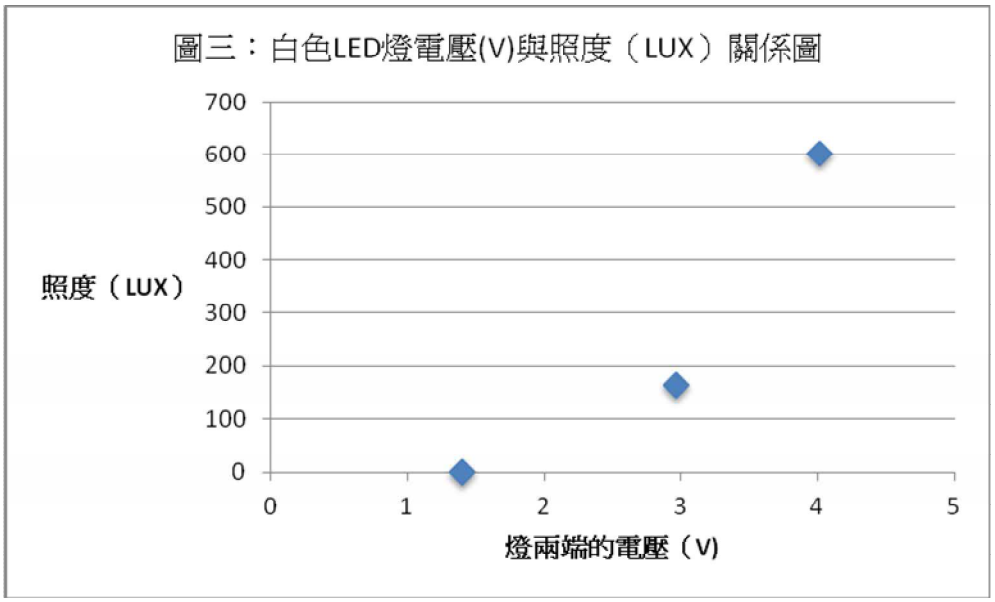
（1） 將照度計的感應部分裝入盒中固定，拉上窗簾，將空間光線減弱，使實驗前照度計讀數為 0。

（2） 接上一個電池時燈泡照度僅 1LUX，電流已達 250mA，白熾燈的特性就相當於一般電阻一樣，利用電流流經鎢絲產生熱。但其效率非常差，能量大約只有 10%轉成可見光，所以電流過小時照度不明顯。優點是穩定性好使得平均值極接近。

（3） 接上 2 個電池時，照度增至 15 LUX，電流為 330mA，接上 3 個電池時電流為 398mA，照度增為 45 LUX，照度增大極明顯，不久就燒壞了，推測照度與電壓有關，電壓增大，照度增大，但不成正比。

（4） 因增加電池時的電壓變化太大，因此設計出利用可變電阻改變電壓，使電壓間距減小，再一次探討電壓與照度的關係。

（5） 由數據猜想照度與電流可能也不成正比，因此設計另一實驗探討電流與照度的關係。



（6） 由於 LED 燈是點光源，所以實驗時將 LED 燈正對照度計的感應部分，將 LED 燈固定與白熾燈泡等高處。

（7） 白色 LED 燈通電時，發現白色 LED 燈在 1 個電池時完全不亮，，且沒有電流通過，接 2 個電池時照度卻增至 164Lux，因此猜想要使 LED 燈運作電壓應該達到一定值才行，接 3 個電池時因為電流增加太大，超出一般工作電流 20mA 太多，極亮，發出高熱，有燒毀疑慮，故立刻取下 LED 燈。為防止 LED 燈因為電流過高損毀，下列實驗控制在電流為 20mA 以內。

（8） 查閱資料瞭解 LED 也是種半導體，有其共同的特性---障壁電壓，如果從一伏特慢慢增高電壓，當達到特定的「障壁電壓」才會導通，阻抗迅速下降，電流大量通過，因此決定設計實驗找出 LED 燈的障壁電壓。

（9） 接上 3 個電池時，照度初始大至 601 Lux，但是照度隨即一直等速率下降，電流也一直改變，在接回 2 個電池時，發現數據已經大不相同，所以 LED 燈使用時需要特別注意，

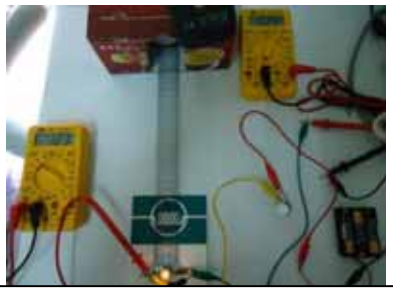
勿使其電壓過大，電壓過大時 LED 的特性會改變。

（10）白熾燈泡和白色 LED 燈計算的電功率和發光效率，加以比較後發現，LED 燈擁有較高的發光效率，電功率卻遠比白熾燈泡小很多，比白熾燈泡節能許多。不過白熾燈泡演色性較佳。

（二） 步驟二：固定電池數，利用可變電阻改變燈具兩端的電壓，探討燈具兩端的電壓與照度、電功率及發光效率的關係

1.方法：

（1） 實驗裝置如圖四。



圖（四）為實驗一之步驟一的實驗裝置圖

（2） 串聯 3 個電池為電源，測量電壓後利用可變電阻改變燈具兩端的電壓，分別調整電壓為 1V、1.5V、2V、2.5V、3V，紀錄通電後白熾燈泡電流值與照度並計算出電功率及發光效率

（3） 白熾燈泡將換成白色 LED 燈，重複步驟 2

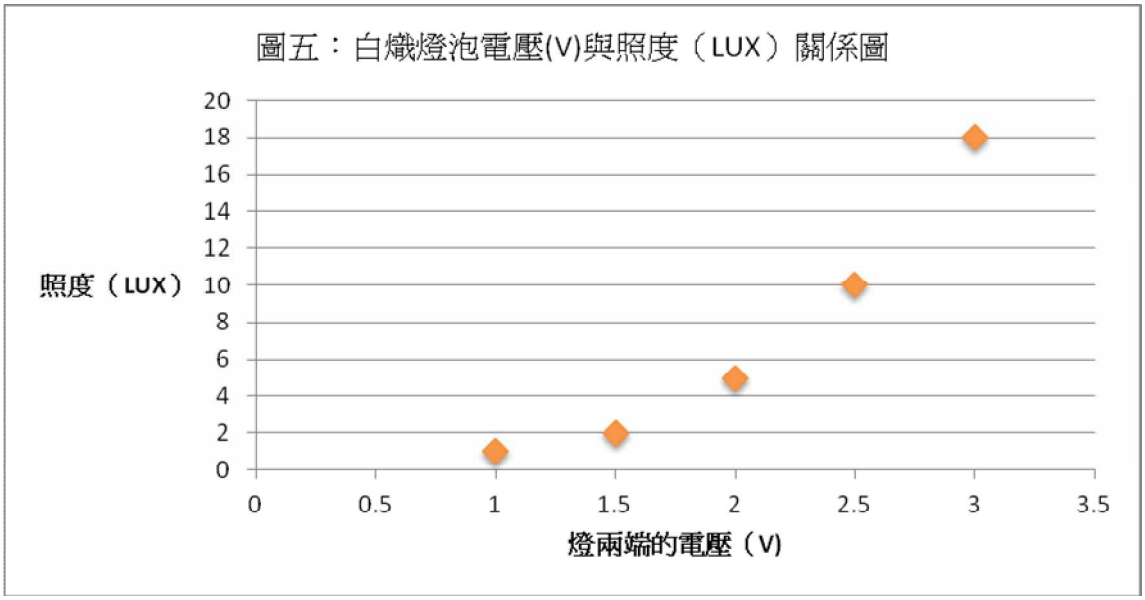
（4） 記錄結果如表 1-2

表 1-2 利用可變電阻改變燈具兩端的電壓，白熾燈泡及白色 LED 燈兩端的電壓與照度、電功率及發光效率的數值

燈泡種類	白熾燈泡					白色 LED 燈				
燈兩端的電壓（V）	1	1.5	2	2.5	3	1	1.5	2	2.5	3
電流值(mA)	200	240	280	310	330	0	0	0	0.12	17.9
照度（LUX）	1	2	5	10	18	0	0	0	2	188
電功率（W）	0.2	0.36	0.56	0.775	0.99	0	0	0	0.0003	0.0537
發光效率（L/W）	5	5.56	8.93	12.90	18.18	0	0	0	6667	3501

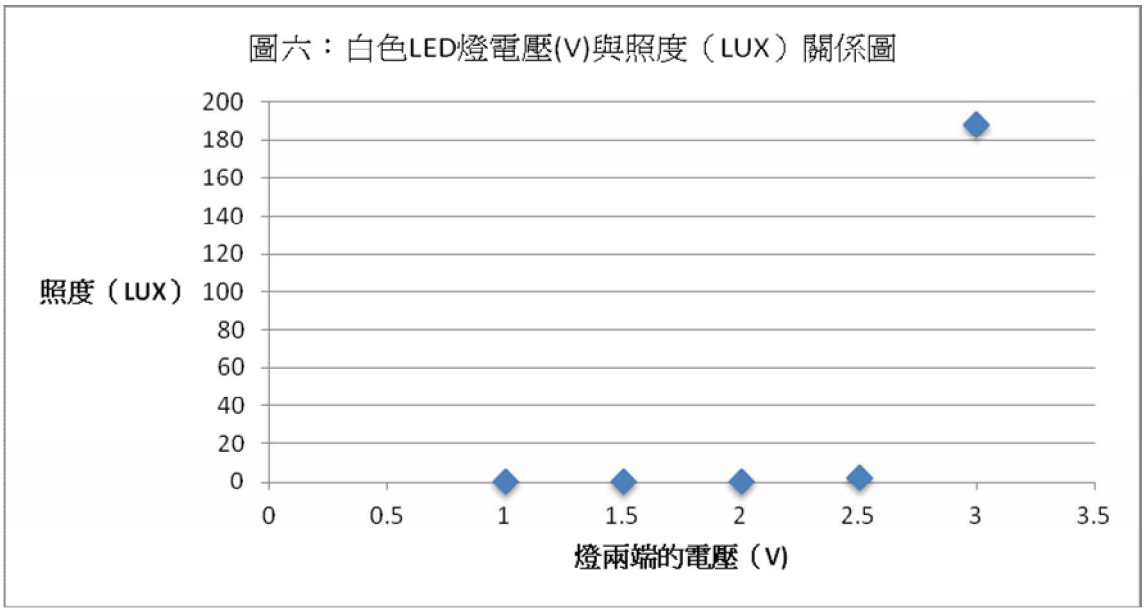
2.討論：

由表 1-2 之結果可得圖五及圖六並且得知：



(1) 串聯可變電阻改變電壓時要不斷嘗試，以便決定要使用 100Ω或 200Ω或 1 KΩ。白熾燈泡使用 100Ω即可。

(2) 隨著電壓規律上升，燈泡變亮，照度卻不成線性增加。



(3) 白色 LED 燈在電壓小於等於 2V 時，照度均為 0LUX。

(4) 電壓 2.5 V 時，電流僅 0.12mA，照度為 2 LUX，電壓 3V 時，電流增至 17.9mA，照度為 188 LUX。

(5) 電壓與照度不成正比，且電壓必須大到一定程度，照度才明顯增加。

二、實驗二：探討白熾燈泡和白色 LED 燈的電流與照度的關係，比較兩者電功率及發光效率的關係，探討何者節能。

1. 方法：

(1) 固定電壓下，利用可變電阻改變電流，探討電流與照度、電功率及發光效率的關係

(2) 串聯 3 個電池為電源，測量電壓後通電，利用可變電阻改變電流，分別調整電流為 100mA、200mA、300mA、400mA 紀錄白熾燈泡兩端的電壓與照度並計算出電功率及發光效率

(3) 串聯 3 個電池為電源，測量電壓後通電，利用可變電阻改變電流，分別調整電流為 5mA、10mA、15mA、20mA，紀錄白色 LED 燈兩端的電壓與照度並計算出電功率及發光效率

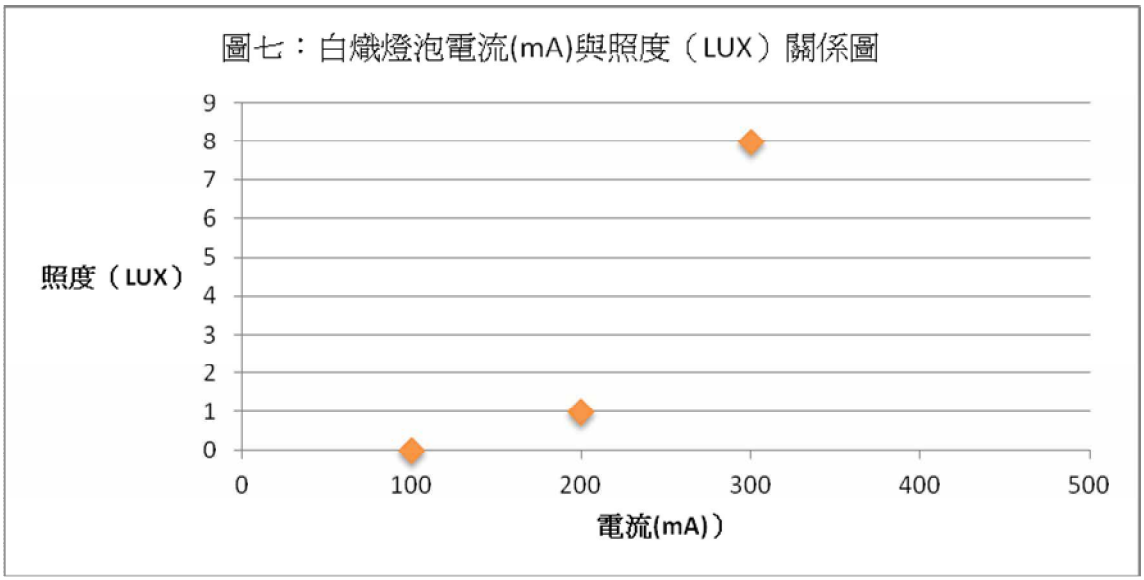
(4) 記錄結果如表 2-1

表 2-1　白熾燈泡和白色 LED 燈的電流與照度、電功率及發光效率的數值

燈泡種類	白熾燈泡				白色 LED 燈			
電流值（mA）	100	200	300	400	5	10	15	20
燈兩端的電壓（V）	0.14	1.1	2.6	燒毀	2.76	2.87	2.96	3.03
照度（LUX）	0	1	8		62	115	164	205
電功率（W）	0.014	0.22	0.78		0.014	0.029	0.044	0.061
發光效率（L/W）	0	4.55	10.26		4493	4007	3694	3383

2.討論：

由表 2-1 之結果可得圖七及圖八並且得知：

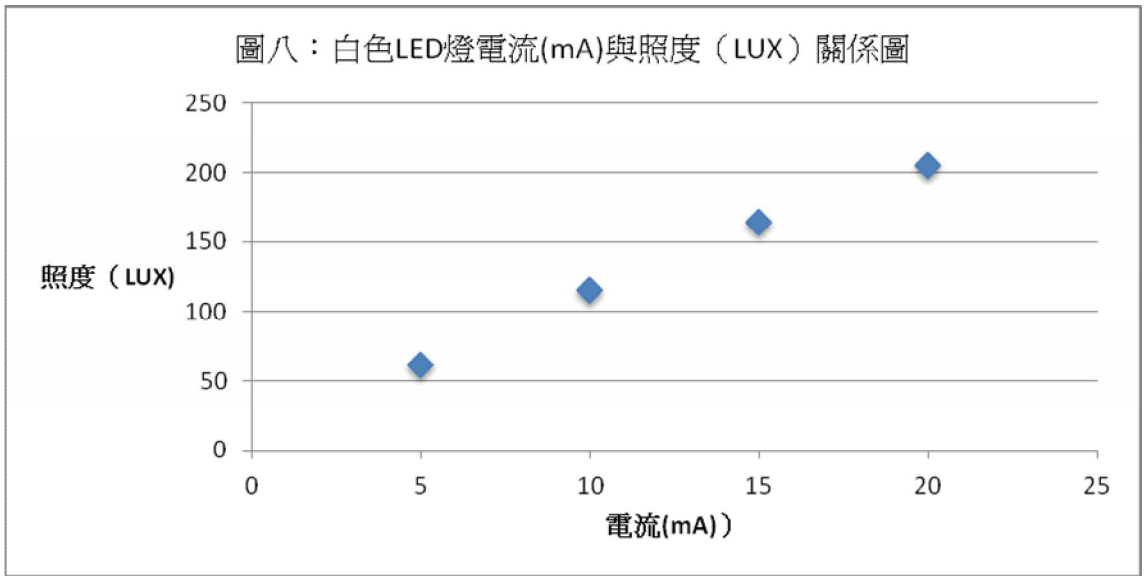


(1) 電流增大，照度變大，但兩者並不成正比。

(2) 照度在電流為 300mA 時大增。

(3) 不到 400mA（約 360mA）就燒毀了

(4) 使用時要注意電流大雖可以使照度大增，但卻可能減短使用壽命。



(5) LED 燈的照度隨著電流增大而增加，電流 15mA 之前有呈正比的趨勢。電流 20mA 時照度卻不成線性增加，照度增加的幅度未如預期的增加，發現 LED 燈的電流過大時，照度反而上升不多，因此使用 LED 燈時不是電流越大就越亮，電流越大，電功率增大只是越耗電，故使用 LED 燈只要適當電流即可。

(6) 白色 LED 燈白熾燈泡照度的差距極大，白熾燈泡照度比白色 LED 燈的照度小極多。

(7) 比較兩者數據，發現 LED 燈擁有較高的發光效率，電功率卻遠比白熾燈泡小很多，比白熾燈泡節能許多。

三、 實驗三：探討白熾燈泡和白色 LED 燈的照度與電功率及發光效率的關係

1. 方法：

(1) 串聯 3 個電池為電源，測量電壓後通電，調整可變電阻使白熾燈泡的照度為 10Lux、20Lux、30Lux、40Lux、50Lux，紀錄白熾燈泡兩端的電壓、電流值並計算出電功率及發光效率

(2) 白熾燈泡將換成白色 LED 燈，重複步驟 1

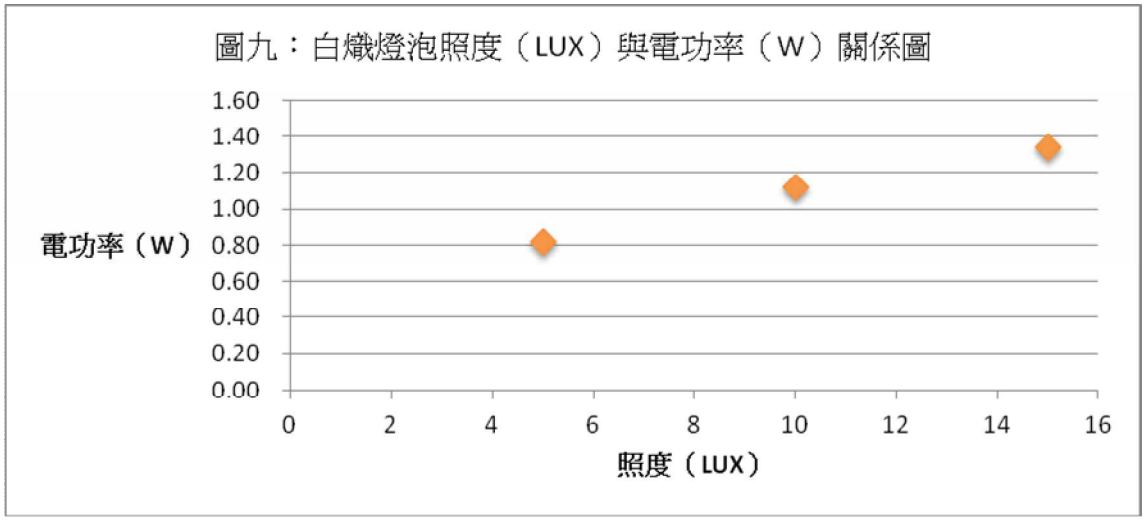
(3) 記錄結果如表 3-1

表 3-1 白熾燈泡和白色 LED 燈的照度、電流、電壓電功率及發光效率的數值

燈泡種類	白熾燈泡					白色 LED 燈				
照度（LUX）	5	10	15	20	25	10	20	30	40	50
燈兩端的電壓（V）	2.55	3.21	3.63	燒毀		2.59	2.64	2.68	2.71	2.73
電流值（mA）	320	350	370			0.73	1.53	2.3	3.15	3.99
電功率（W）	0.82	1.12	1.34			0.0019	0.0040	0.0062	0.0085	0.0109
發光效率（L/W）	6.13	8.90	11.17			5289	4951	4867	4686	4590

2.討論：

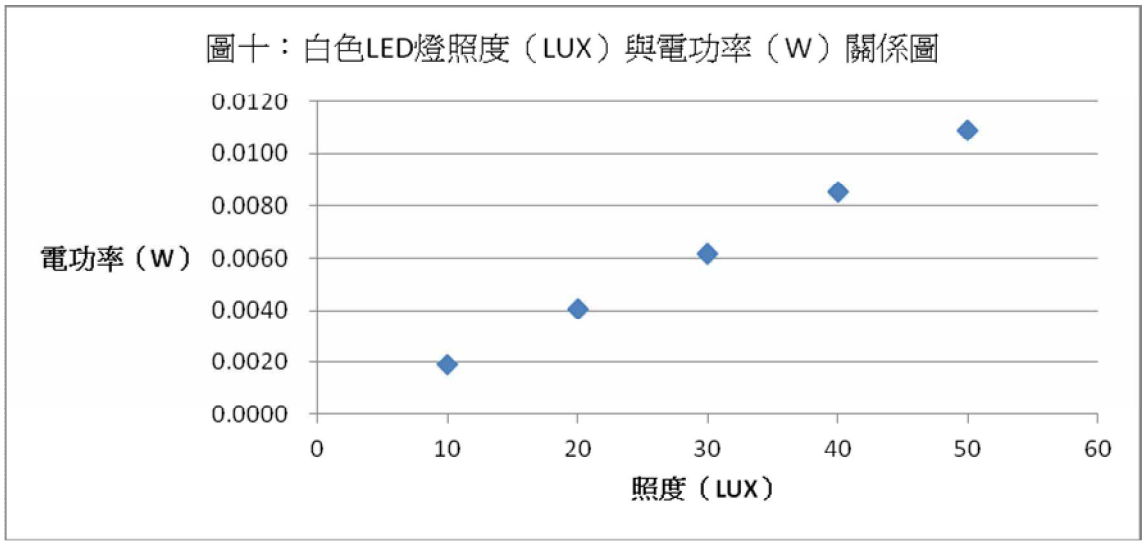
由表 3-1 之結果可得圖九及圖十並且得知：



(1) 白熾燈泡照度越大，電功率也越大，但兩者並不呈正比。

(2) 白熾燈泡照度超過 15 LUX 不到 20 LUX 就燒毀了。

(3) 白熾燈泡的照度增加時，電功率及發光效率也隨之增加。



(4) 白色 LED 燈的照度在 50 LUX 內與電功率成正比。

(5) 白熾燈泡明顯照度比白色 LED 燈的小極多，且白熾燈泡照度為 20LUX 就燒毀了，白色 LED 燈照度在 50LUX 還沒有問題。

(6) 比較兩者數據，發現 LED 燈擁有較高的發光效率，電功率卻遠比白熾燈泡小很多，比白熾燈泡節能許多。

四、實驗四：測量各色 LED 燈順向電壓與電流的關係，繪出其電流 I 與電壓 V 特性曲線，探討各色 LED 燈的障壁電壓

1. 方法：

（1）實驗裝置如圖十一。

（2）調整可變電阻使白 LED 燈電壓每次增加 0.02V，紀錄電流值。若電流達 20mA 以上，燈可能發熱燒壞，這時應將電壓調為 0，移開接通電池的導線。

（3）將所得數據轉換成 I 對 V 的關係曲線

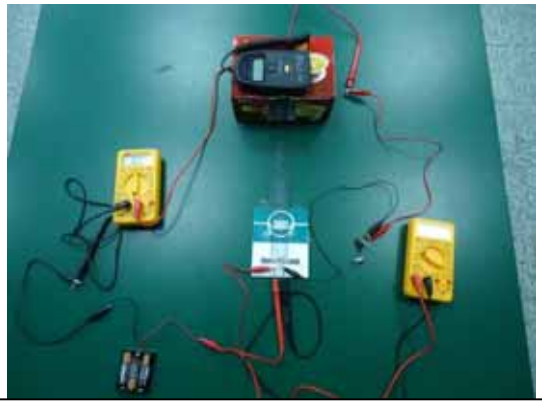
（4）調整可變電阻使藍 LED 燈電壓每次增加 0.05V，紀錄電流值。若電流達 20mA 以上，燈可能發熱燒壞，這時應將電壓調為 0，移開接通電池的導線。

（5） 將所得數據轉換成 I 對 V 的關係曲線

（6） 將藍 LED 燈分別換成綠 LED 燈、紅 LED 燈，重複步驟 4～5。

（7） 看圖讀出各色 LED 燈的障壁電壓。

（8） 記錄結果如表 4-1



圖（十一）為實驗四的實驗裝置圖

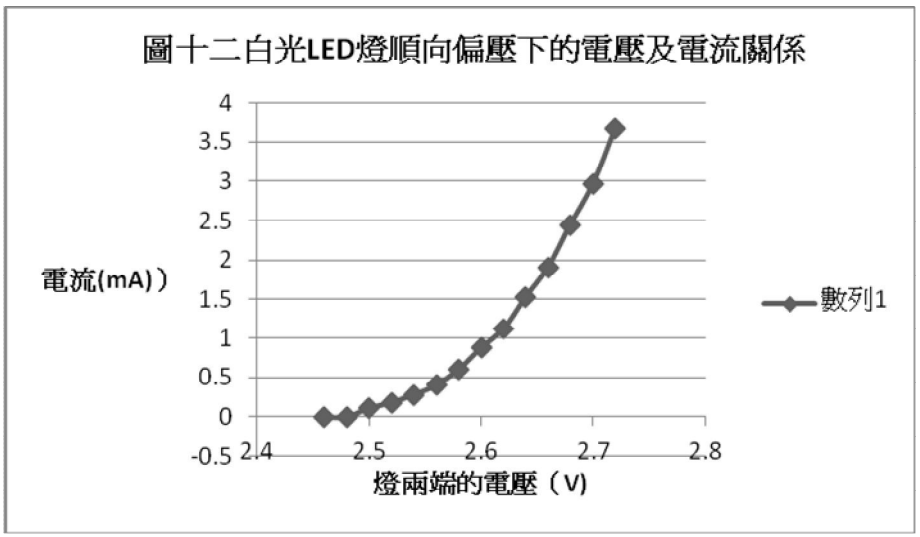
表 4-1. 順向偏壓下的電壓及電流關係

燈泡種類										
白光 LED 燈	V	2.46	2.48	2.50	2.52	2.54	2.56	2.58	2.60	2.62
	I（mA）	0	0	0.11	0.18	0.28	0.4	0.6	0.87	1.12
藍 LED 燈	V	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85	2.90		
	I（mA）	0	0.16	0.4	1.06	2.26	4.34	7.38		
綠 LED 燈	V	2.35	2.40	2.45	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.75
	I（mA）	0	0.13	0.21	0.35	0.64	0.95	1.38	2.05	3.01
紅 LED 燈	V	1.60	1.65	1.70	1.75	1.80	1.85			
	I（mA）	0	0.13	0.41	1.14	2.79	8.33			

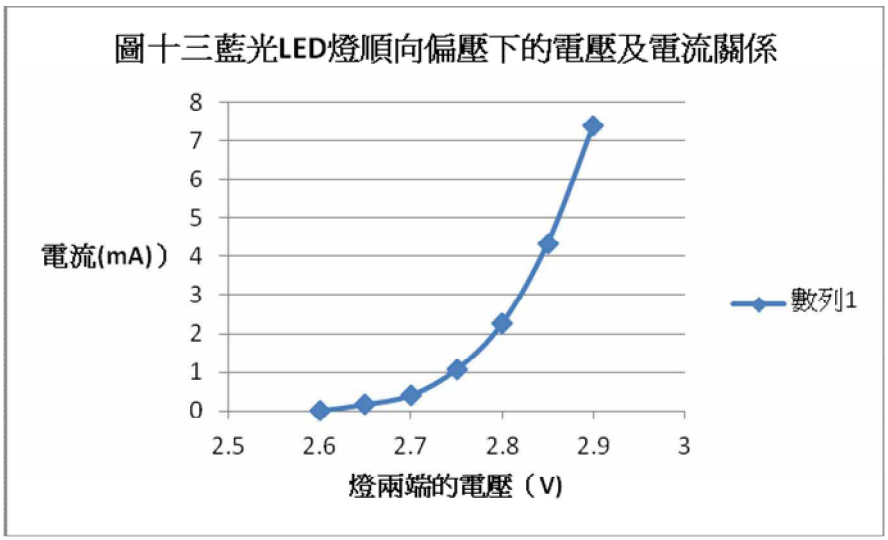
2.討論：

由表 4-1 之結果可得圖十二至圖十五並且得知：

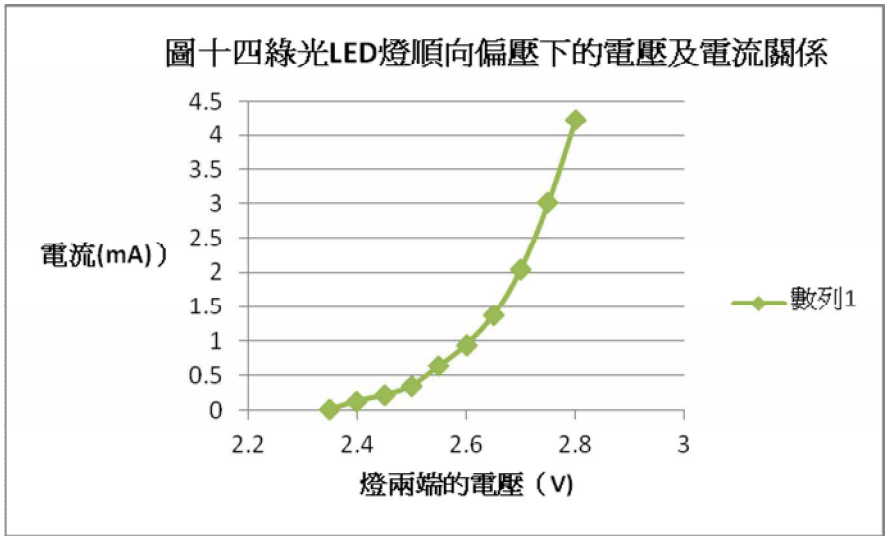
（1） 由圖十二可以看出白色 LED 燈的障壁電壓約為 2.5V。



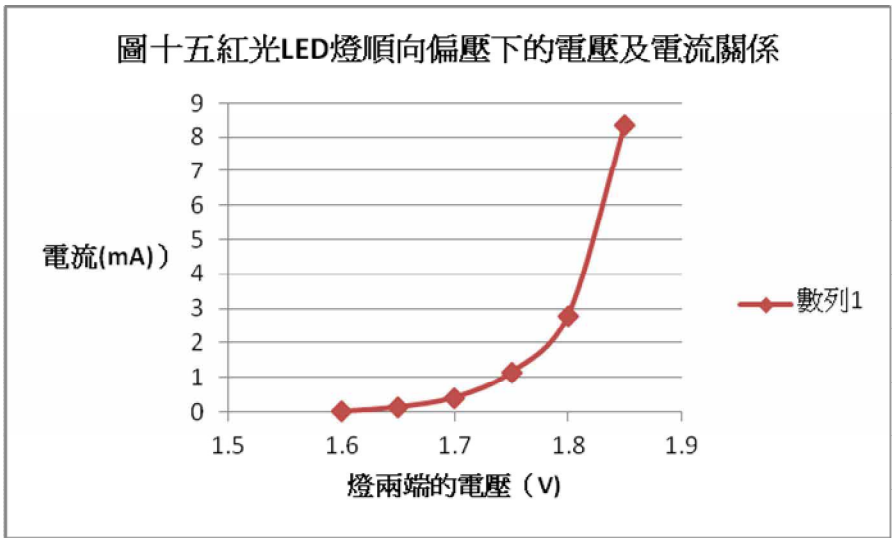
（2） 由圖十三可以看出藍色 LED 燈的障壁電壓約為 2.65V。



（3） 由圖十四可以看出綠色 LED 燈的障壁電壓約為 2.4V。



（4） 由圖十五可以看出紅色 LED 燈的障壁電壓約為 1.65V。



（5） 不同顏色 LED 燈的障壁電壓略有不同，使用各色 LED 燈時要留意障壁電壓。

五、　實驗五：探討各色 LED 燈的電流與照度、電功率及發光效率的關係

1. 方法：

（1） 串聯 3 個電池為電源，測量電壓後通電，利用可變電阻改變電流，分別調整電流為 5mA、10mA、15mA、20mA，紀錄藍色 LED 燈兩端的電壓與照度並計算出電功率及發光效率。

（2） 將藍 LED 燈分別換成綠 LED 燈、紅 LED 燈，重複步驟 1

（3） 記錄結果如表 5-1

表 5-1 紀錄通過 LED 燈電流、燈兩端的電壓與照度並計算出電功率及發光效率

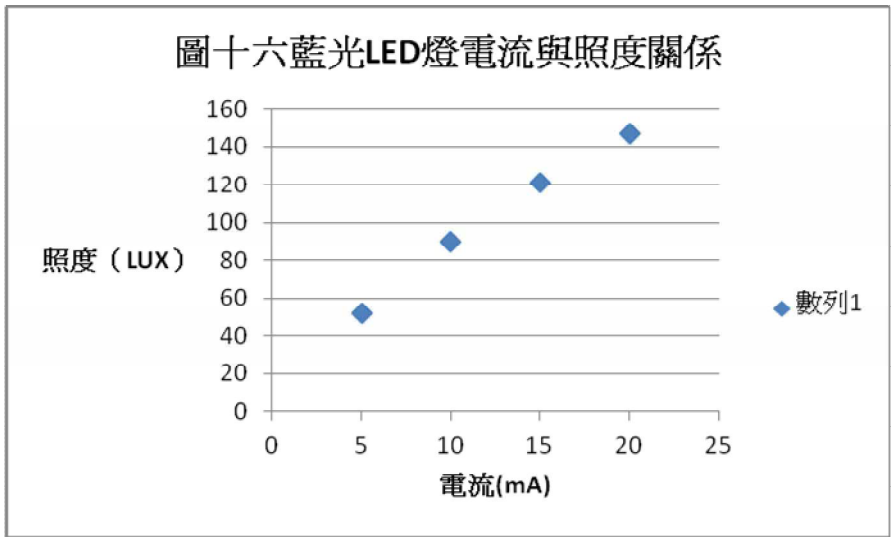
種類	藍 LED 燈				綠 LED 燈				紅 LED 燈			
電流 (mA)	電壓 (V)	照度 (Lux)	電功率 (W)	發光效率 (L/W)	電壓 (V)	照度 (Lux)	電功率 (W)	發光效率 (L/W)	電壓 (V)	照度 (Lux)	電功率 (W)	發光效率 (L/W)
5	2.86	52	0.014	3636	2.83	50	0.014	3534	1.82	13	0.009	1429
10	2.93	90	0.029	3072	2.95	87	0.030	2949	1.86	26	0.019	1398
15	2.99	121	0.045	2698	3.03	118	0.045	2596	1.89	37	0.028	1305
20	3.03	147	0.061	2426	3.1	142	0.062	2290	1.91	48	0.038	1257

2.討論：

由表 5-1 之結果可得圖十六至圖十八並且得知：

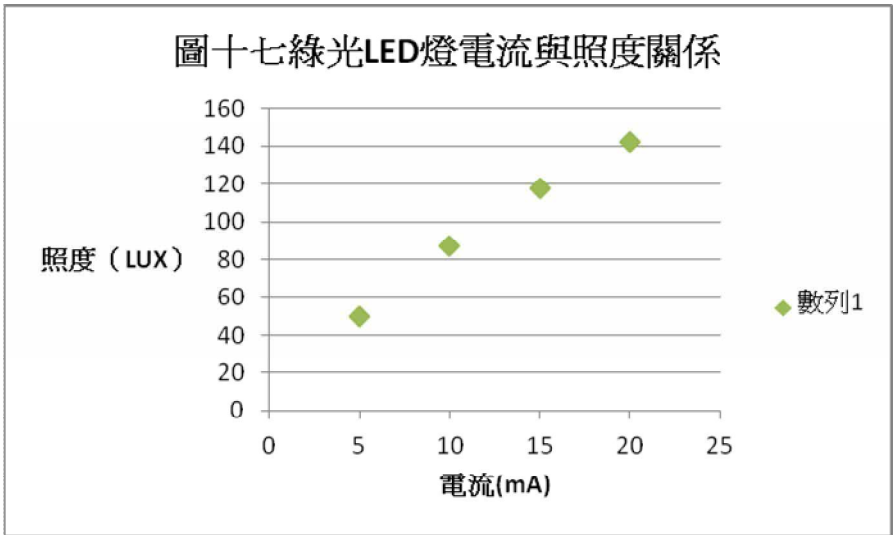
（1） 由圖十六可知，藍 LED 燈電流增加，照度隨著增大，兩者卻不成正比。

（2） 電流 20mA 時照度增加的幅度未如預期的增加，發現 LED 燈的電流過大時，照度反而上升不多，因此使用 LED 燈時不是電流越大就越亮，電流越大只是越耗電。



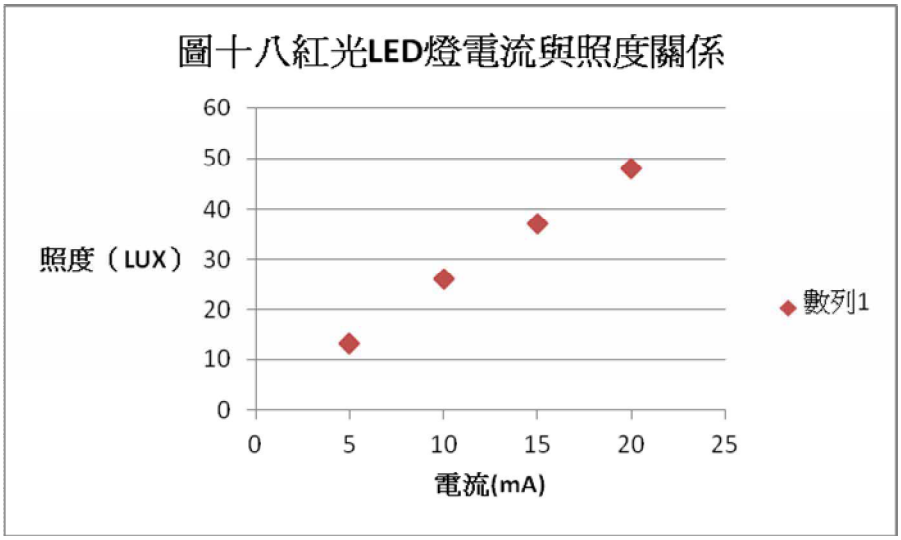
（3） 由圖十七可知，綠 LED 燈電流增加，照度隨著增大，兩者卻不成正比。

（4） 電流 20mA 時照度增加的幅度未如預期的增加，發現 LED 燈的電流過大時，照度反而上升不多，因此使用 LED 燈時不是電流越大就越亮，電流越大只是越耗電。



（5） 由圖十八可知，紅 LED 燈的照度隨著電流增大而增加，電流 15mA 內有呈正比的趨勢。

（6） 電流 20mA 時照度卻不成線性增加，照度增加的幅度未如預期的增加，發現 LED 燈的電流過大時，照度反而上升不多，因此使用 LED 燈時不是電流越大就越亮，電流越大只是越耗電。



（7） LED 燈電流增加，照度隨著增大，兩者卻不成正比。

（8） 電流 20mA 時照度增加的幅度未如預期的增加，發現 LED 燈的電流過大時，照度反而上升不多，因此使用 LED 燈時不是電流越大就越亮，電流越大只是越耗電。這點在觀察白 LED 燈時也曾發現到。

（9） 隨著電流增大，藍色 LED 燈的照度最大。紅色 LED 燈的照度最小。

（10）隨著電流增大，藍色 LED 燈的電功率與綠色 LED 燈的電功率差不多等大。紅色 LED 燈的電功率最小。

（11）藍色 LED 燈的發光效率最佳，綠色 LED 燈次之，紅色 LED 燈的發光效率最差。

六、實驗六：探討各色 LED 燈的照度相同時，電流、電功率及發光效率的關係

1. 方法：

（1） 串聯 3 個電池為電源，測量電壓後通電，調整可變電阻使藍 LED 燈的照度為 10Lux、20Lux、30Lux、40Lux、50Lux，紀錄藍 LED 燈的兩端的電壓、電流值並計算出電功率及發光效率。

（2） 將藍 LED 燈分別換成綠 LED 燈、紅 LED 燈，重複步驟 1

（3） 記錄結果如表 6-1

表 6-1 各色 LED 燈的照度、電壓、電流、電功率及發光效率的數值

種類	藍 LED 燈				綠 LED 燈				紅 LED 燈			
照度 (Lux)	電壓 (V)	電流 (mA)	電功率 (W)	發光效率 (L/W)	電壓 (V)	電流 (mA)	電功率 (W)	發光效率 (L/W)	電壓 (V)	電流 (mA)	電功率 (W)	發光效率 (L/W)
10	2.73	0.75	0.002	4884	2.59	0.83	0.002	4652	1.79	2.31	0.004	2418
20	2.78	1.62	0.005	4441	2.68	1.74	0.005	4289	1.84	6.73	0.012	1615
30	2.81	2.61	0.007	4090	2.74	2.76	0.008	3967	1.87	11.35	0.021	1413
40	2.83	3.63	0.010	3894	2.79	3.84	0.011	3734	1.88	14.6	0.027	1457
50	2.86	4.76	0.014	3673	2.83	5.00	0.014	3534	1.9	17.78	0.034	1480

2.討論：

由表 6-1 可知

（1） 照度相同時，紅色 LED 燈的電壓最小，電流最大。藍色 LED 燈的電壓最大，電流最小。

（2） 照度相同時，紅色 LED 燈的電功率最大最耗電，藍色 LED 燈的電功率與綠色 LED 燈的電功率約略相同，均比紅色 LED 燈的電功率小至少一半，發現紅色 LED 燈最耗電。

（3） 照度相同時，藍色 LED 燈的發光效率最大，綠色 LED 燈次之，紅色 LED 燈的發光效率最小。

（4） 由數據發現照度相同時，藍色 LED 燈的節能效果最好，紅色 LED 燈的節能效果最差。

七、 實驗七：設計簡單實用的三原色光實驗裝置，方便觀察光的三原色混合

1. 方法：

（1） 將紅、綠、藍 3 個 LED 燈泡以正三角形焊接在電路板，將 1K 可變電阻、串聯焊接於電路板。

（2） 將完成的裝置接上電源 ，使色光可投射在白色的屏幕上。

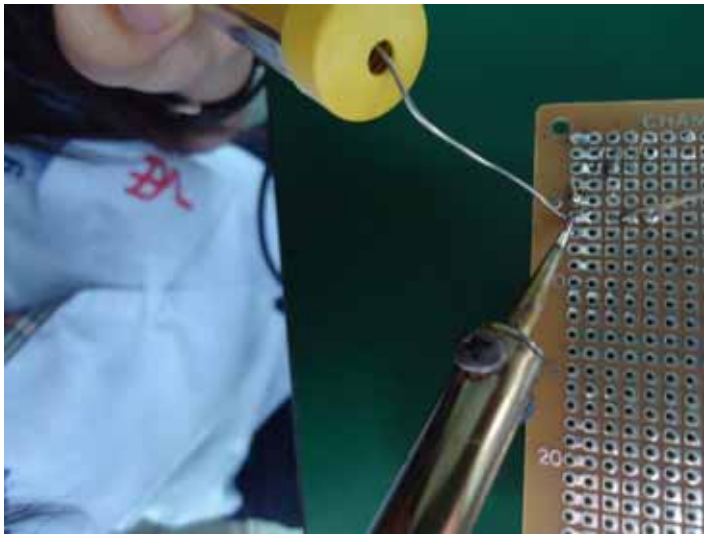
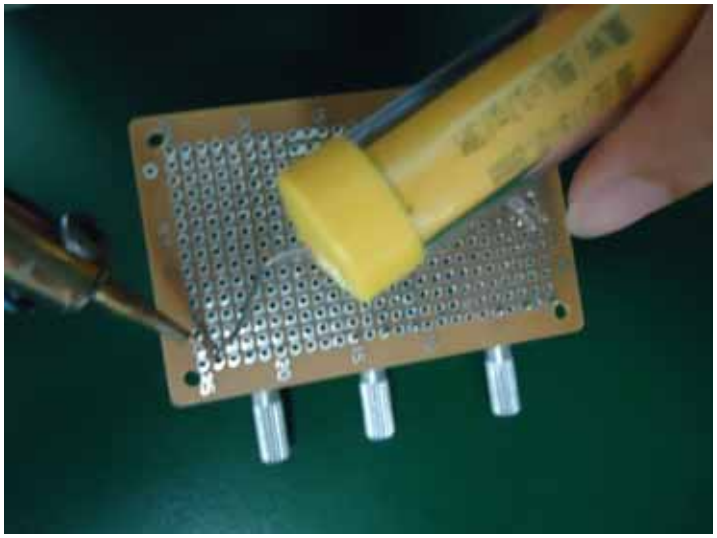
（3） 調整電阻，使各種色光照度恰當，同時呈現紅光、綠光、藍光、黃光、洋紅色光、青色光與三原色光混合後的白光。

2. 討論：

（1） 先將燈以正三角形排列，取出適當距離，彼此距離約 1 公分，焊接時候小心不要使燈的兩極短路，以免無法使用。如圖十九。

（2） 將 1K 可變電阻放在適當位置焊接於電路板，如圖二十。

（3） 將電池接上使形成通路並調整電阻使呈現適當色光，如圖二十一及圖二十二。

	
圖十九 LED 燈泡焊接在電路版	圖二十焊接可變電阻要留意勿接錯腳
圖二十一燈泡位置要正確，則混色效果會不明顯。	圖二十二反覆不斷測試，直至效果最佳。

（4） 考慮各色 LED 燈的障壁電壓及照度差異，思考電壓值及可變電阻該用多大。

（5） 各色 LED 燈的相對位置很重要，如果沒有取好，就看不出效果。

（6） 焊接前要考慮清楚各物件擺放的位置，以利操作。

（7） 調整電阻使色光混合時，要注意照度變化。

（8） 調整可變電組時，有時 LED 燈無法呈現照度穩定的增大，而是會有突然增大的情形，所以要多加練習使用技巧。

八、實驗八：探討以 LED 做光源時，在同一平面上不同位置的照度分布。

1. 方法：

（1）實驗裝置如圖二十三。

（2）找一桌面用水平儀確定成水平。

（3）將 PP 板平放在此桌面上，確定 PP 板也成水平。

（4） 將光源對準 PP 板正中央並使之間的距離為 30 公分，接上電池。

（5）打開 LED 燈後分別將照度計(感光部分)放在 A~P 點上測量照度。

（6）將燈源與 PP 版距離改為 21.6 公分重複步驟 4。

（7）記錄結果如表 8-1 至表 8-3

圖（二十三）為實驗八的實驗裝置圖

表 8-1 測量同一平面上不同位置的照度，比較離光源不同距離與各點照度的關係。
光源：5 顆 LED 燈

燈源距離桌面 30cm																
點	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
照度 (Lux)	3.0	5.7	5.0	2.0	6.0	26.3	16.0	5.0	6.3	48.0	22.7	5.0	3.0	5.7	5.0	2.3
燈源距離桌面 21.6cm																
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
照度 (Lux)	2.0	5.0	5.0	2.7	4.7	23.0	22.0	4.0	4.3	25.7	22.3	4.3	3.0	6.0	5.0	2.7

表 8-2 測量同一平面上不同位置的照度，比較離光源不同距離與各點照度的關係。
光源：9 顆 LED 燈

燈源距離桌面 30cm																
點	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
照度 (Lux)	6.0	12.3	12.3	5.7	12.7	52.3	40.3	10.0	12.0	61.7	53.7	10.3	6.0	12.7	11.7	5.7
燈源距離桌面 21.6cm																
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
照度 (Lux)	5.0	10.0	9.7	5.0	10.0	51.0	45.3	8.3	9.3	50.3	43.3	8.3	5.3	10.7	9.7	5.3

表 8-3 測量同一平面上不同位置的照度，比較離光源不同距離與各點照度的關係。
光源：10 顆 LED 燈

燈源距離桌面 30cm																
點	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
照度 (Lux)	3.3	7.0	7.3	3.7	7.0	39.0	33.0	7.0	7.3	54.3	37.7	7.3	4.0	7.3	7.3	3.7
燈源距離桌面 21.6cm																
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
照度 (Lux)	4.0	9.3	10.0	4.7	8.0	48.7	51.7	8.3	8.3	51.3	52.3	8.7	5.0	9.7	9.3	4.7

2.討論：

（1）實際空間中，天花板到地面的距離約 300cm，天花板到桌面的距離約 216cm，實驗設計以等比例縮小。

（2）由表 8-1 之結果可得圖二十四及圖二十五，由表 8-2 之結果可得圖二十六及圖二十七，由表 8-3 之結果可得圖二十八及圖二十九並且得知：

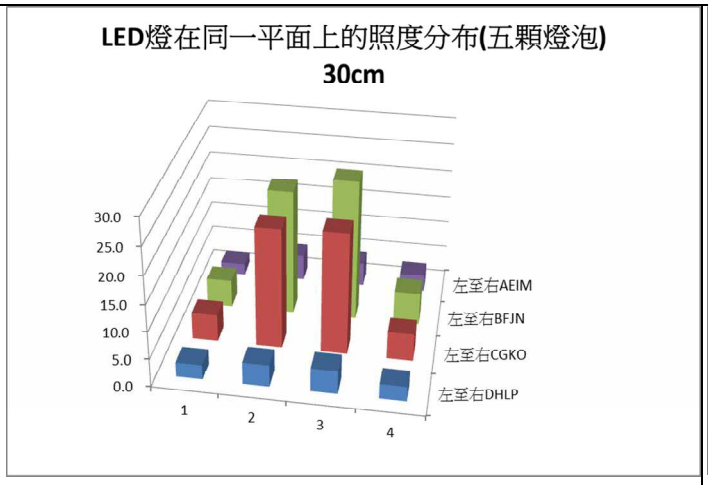
（3）發現同為 5 顆燈，光源和桌面距離不同時(30 和 21.6cm)，各點照度相差並不大，如:在 A 點上，30cm 時照度為 3.0；21.6cm 時照度為 2.0。

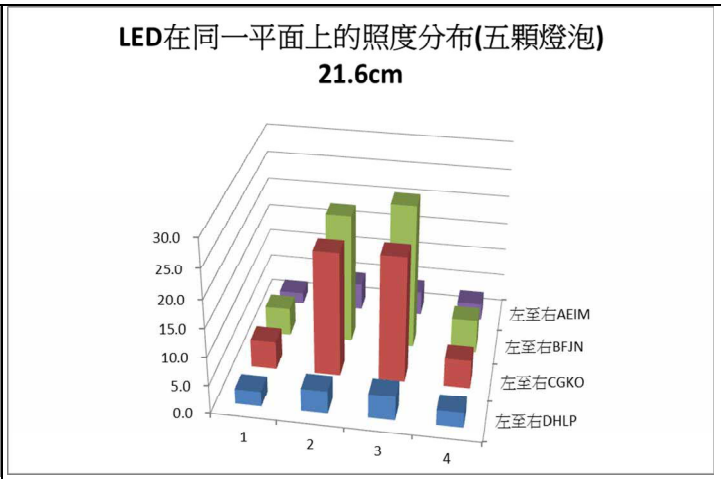
（4）發現光源和桌面距離相同時，光源為 9 顆燈測得的各點照度反而比光源為 10 顆燈時大，因此推測並不是燈愈多愈亮，與燈的排列方式也有關係。

（5）從實驗中發現：光源為 5 顆燈，距離桌面 30cm 時，A 點、M 點、D 點、P 點的照度(約 2.0~3.0)幾乎相等；B 點、C 點、E 點、I 點、H 點、L 點、N 點、O 點的照度(5.0~6.3)幾乎相等；F 點、G 點、J 點、K 點照度(16~48)也大約相等，再透過圖表可看出固定光源時，照度在同一平面上的分布大致呈對稱。

（6）同一平面上，離光源最近的四個點，即 F 點、G 點、J 點、K 點，在數次的測量結果中，數據皆較不穩定。

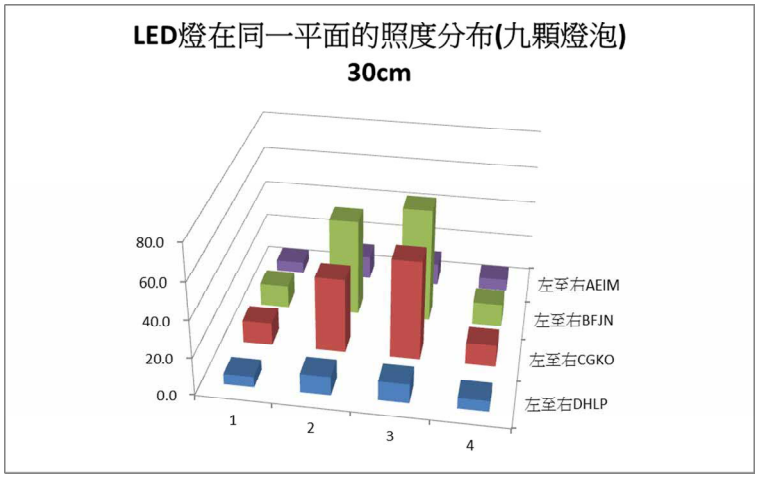
（7）此實驗結果可應用在餐廳座位的擺設，若是喜歡坐在較暗之處者，可選擇四個角落的位置(即 ADMP 點)；若喜歡坐在較亮之處者，可選擇四邊或中間的位置(即 BCEINOHL 點)和(即 FJGK 點)。

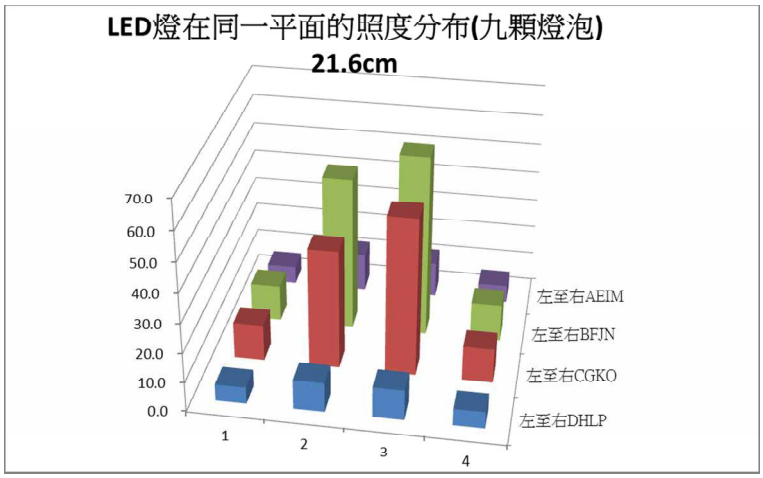




圖二十四 5 顆 LED 燈在同一平面上的照度分佈(30cm)

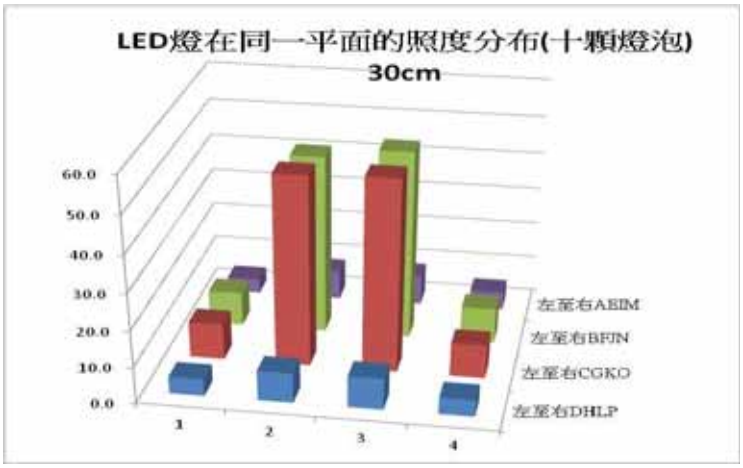
圖二十五 5 顆 LED 燈在同一平面上的照度分佈(21.6cm)

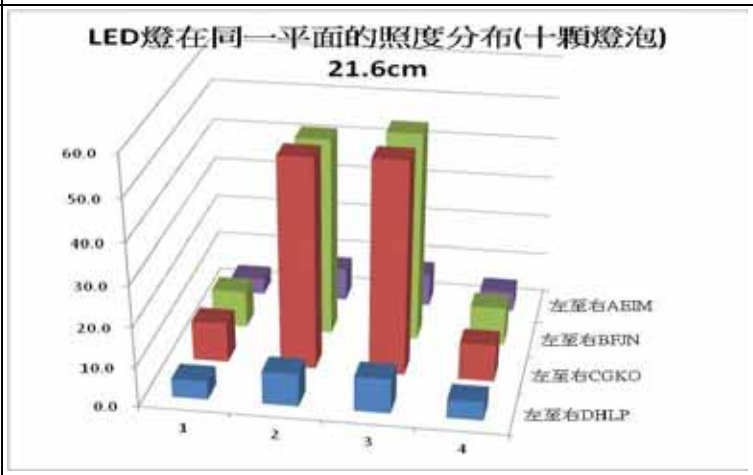




圖二十六 9 顆 LED 燈在同一平面上的照度分佈(30cm)

圖二十七 9 顆 LED 燈在同一平面上的照度分佈(21.6cm)





圖二十八 10 顆 LED 燈在同一平面上的照度分佈(30cm)

圖二十九 10 顆 LED 燈在同一平面上的照度分佈(21.6cm)

九、實驗九：探討以 LED 做光源時，在同一空間中不同位置的照度分布。

1. 方法：

（1）實驗裝置如圖三十。

（2）找一桌面用水平儀確定其與地面成水平。

（3）將 PP 板平放在此桌面上，確定 PP 板也與地面成水平。

（4）將燈源放置於圓心，接上電池。

（5）打開 LED 燈後分別將照度計(感光部分)對準 0°、30°、60°、90°、120°、 150°、180°的切線，測量照度。

（6）將照度計分別架高離桌面 10、20、30cm，重複步驟 4。

（7）記錄結果如表 9-1 至表 9-3

圖（三十）為實驗九的實驗裝置圖

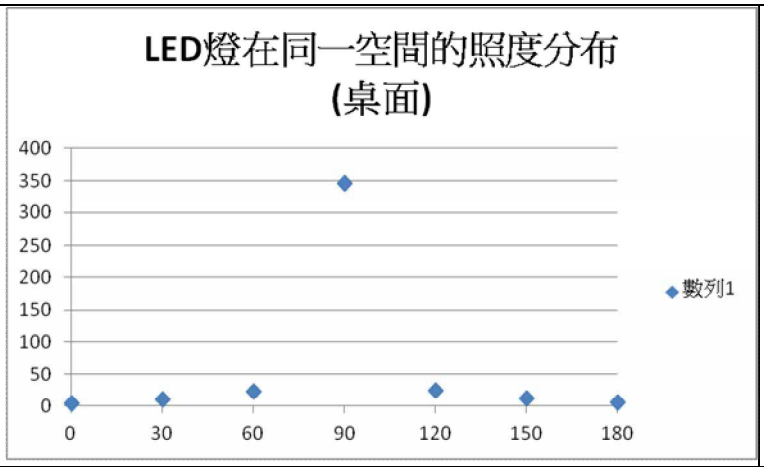
表 9-1 同一空間中不同位置(角度)的照度 光源：5 顆 LED 燈							
照度計在桌面上							
角度(°)	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
照度(Lux)	4.3	11.3	23.3	346.0	24.0	12.0	5.7
照度計架高離桌面 10cm							
角度(°)	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
照度(Lux)	7.3	13.0	18.7	48.7	18.7	13.0	7.0
照度計架高離 20cm							
角度(°)	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
照度(Lux)	5.0	10.0	10.7	14.3	11.0	8.7	5.3
照度計架高離 30cm							
角度(°)	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
照度(Lux)	4.3	5.0	6.0	6.0	6.0	5.0	4.0

表 9-2 同一空間中不同位置(角度)的照度 光源：9 顆 LED 燈							
照度計在桌面上							
角度(°)	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
照度(Lux)	7.7	20.0	45.3	686.0	47.7	18.3	6.7
照度計架高離 10cm							
角度(°)	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
照度(Lux)	9.7	17.7	29.7	117.0	13.0	17.7	9.0
照度計架高離 20cm							
角度(°)	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
照度(Lux)	7.3	13.0	18.0	21.0	18.0	13.7	8.0
照度計架高離 30cm							
角度(°)	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
照度(Lux)	4.7	8.3	9.3	11.0	10	9.0	5.7

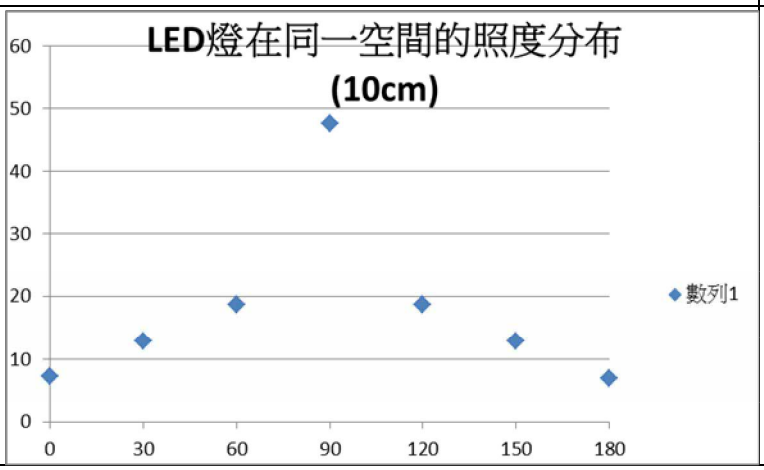
表 9-3 同一空間中不同位置(角度)的照度 光源：10 顆 LED 燈							
照度計在桌面上							
角度(°)	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
照度(Lux)	13.0	26.3	53.0	829.0	71.3	30.3	11.0
照度計架高離 10cm							
角度(°)	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
照度(Lux)	12.7	24.7	36.0	141.0	40.0	25.0	12.7
照度計架高離 20cm							
角度(°)	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
照度(Lux)	9.0	18.0	21.0	29.0	23.0	17.0	9.3
照度計架高離 30cm							
角度(°)	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
照度(Lux)	6.7	11.0	11.0	13.0	12.0	11.0	7.0

2.討論：

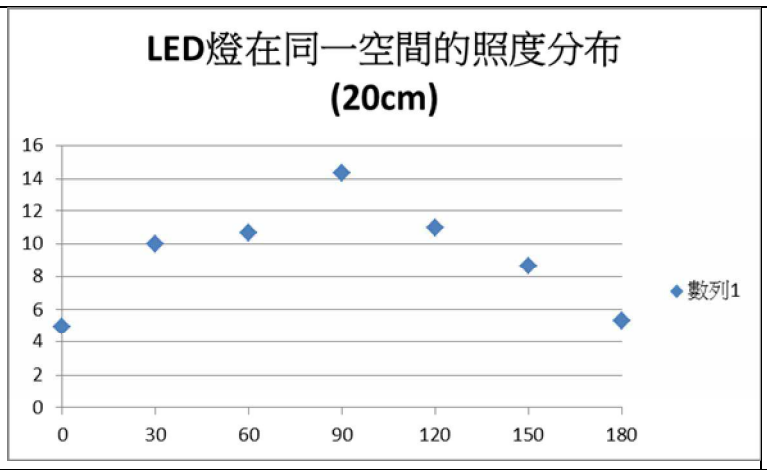
（1）由表 9-1 之結果可得圖三十一至圖三十四，由表 9-2 之結果可得圖三十五及圖三十八，由表 9-3 之結果可得圖三十九及圖四十二並且得知：



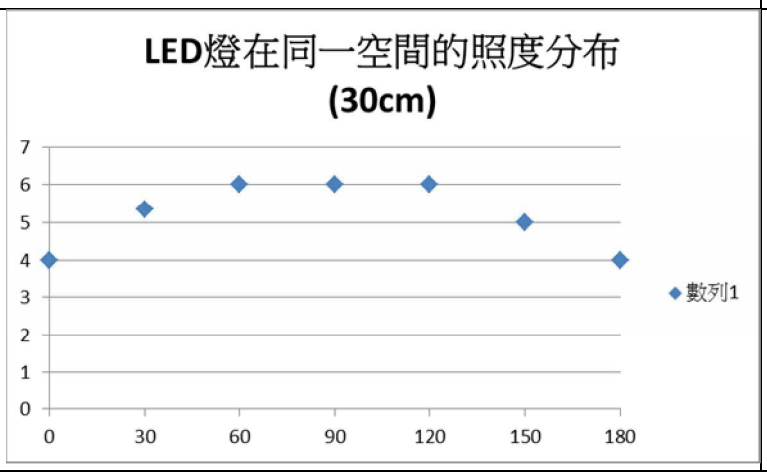
圖三十一 同一空間中不同位置(角度)的照度。光源：5 顆 LED。照度計在桌面上。



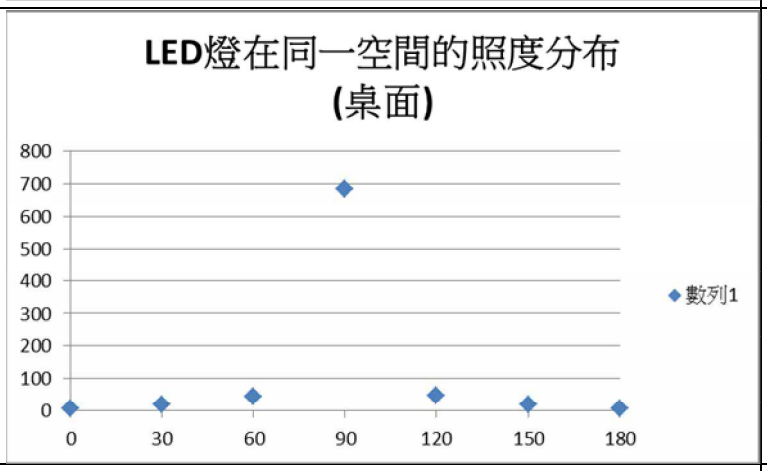
圖三十二 同一空間中不同位置(角度)的照度。光源：5 顆 LED。照度計架高離 10cm



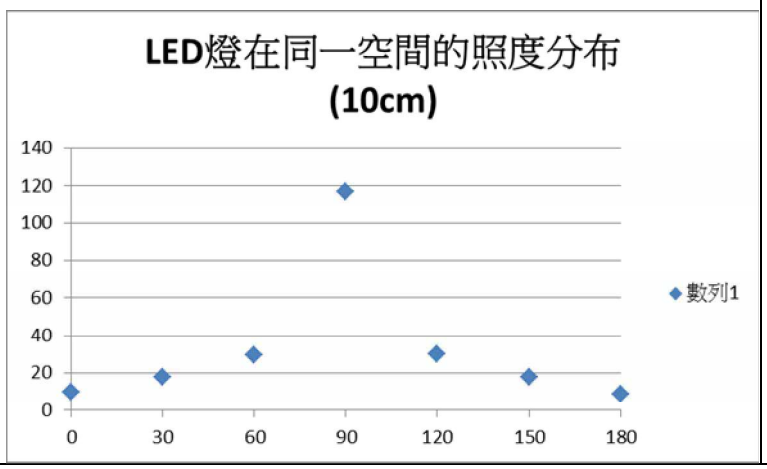
圖三十三 同一空間中不同位置(角度)的照度。光源：5 顆 LED。照度計架高離 20cm



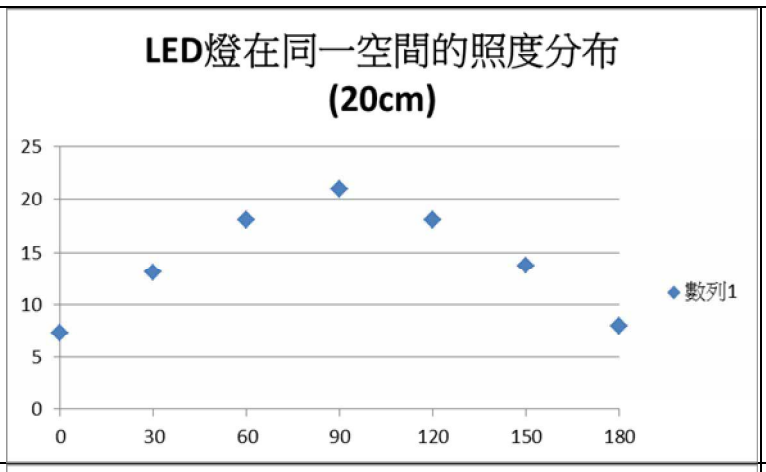
圖三十四 同一空間中不同位置(角度)的照度。光源：5 顆 LED。照度計架高離 30cm



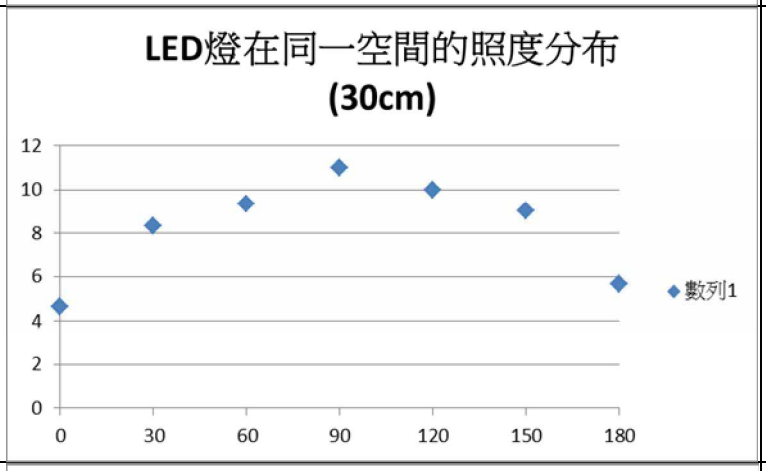
圖三十五 同一空間中不同位置(角度)的照度。光源：9 顆 LED。照度計在桌面上。



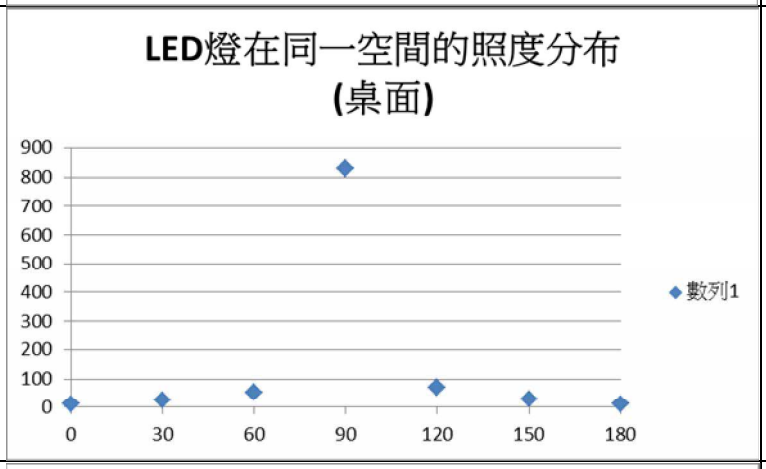
圖三十六 同一空間中不同位置(角度)的照度。光源：9 顆 LED。照度計架高離 10cm



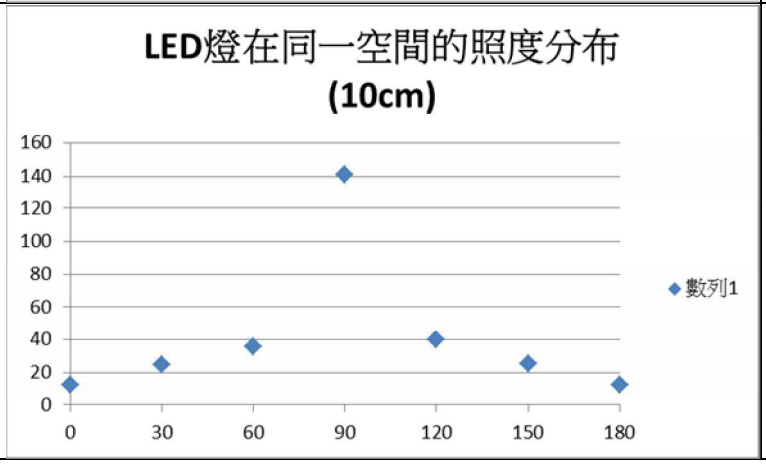
圖三十七 同一空間中不同位置(角度)的照度。光源：9 顆 LED。照度計架高離 20cm



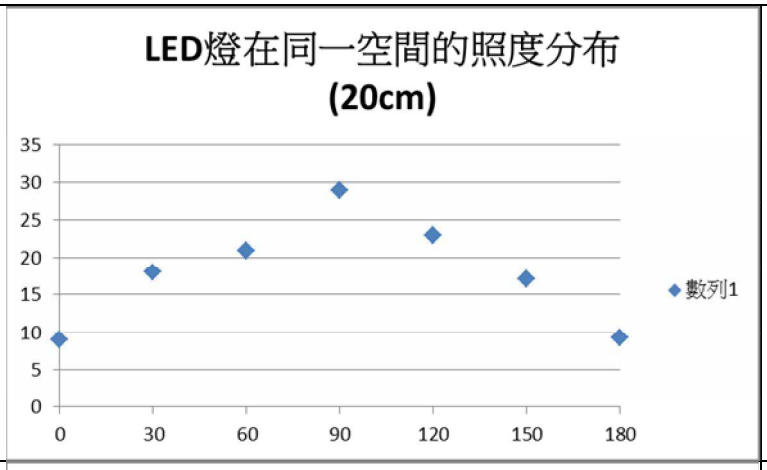
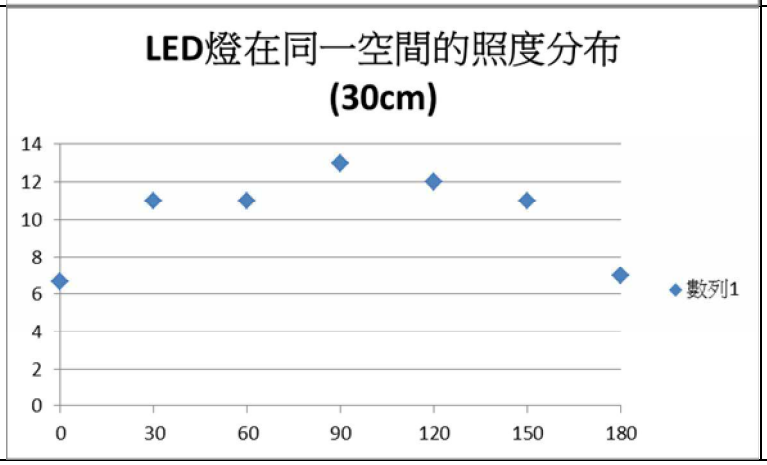
圖三十八 同一空間中不同位置(角度)的照度。光源：9 顆 LED。照度計架高離 30cm



圖三十九 同一空間中不同位置(角度)的照度。光源：10 顆 LED。照度計在桌面上。



圖四十 同一空間中不同位置(角度)的照度。光源：10 顆 LED。照度計架高離 10cm

		圖四十一 同一空間中不同位置(角度)的照度。光源：10 顆 LED。照度計架高離 20cm
		圖四十二 同一空間中不同位置(角度)的照度。光源：10 顆 LED。照度計架高離 30cm

（2）發現同樣為 5 顆燈，照度計架的愈高(即與光源的距離越大)，在同一點上測得的照度就愈小。

（3）發現照度計和桌面距離相同時，在同一點上測得的照度會因為 LED 燈數量不同而異：5 顆燈時照度最小，9 顆燈時次之，10 顆燈時最大。

（4）從實驗中發現：光源為 5 顆燈時，90 度點的照度最大；120 度及 60 度點的照度大致一樣；150 度及 30 度點的照度大致一樣；0 度及 180 度點的照度大致一樣。透過圖表可推知固定光源時，照度在同一空間中的分布大致呈對稱。

（5）燈源正對照度計時測得的數據(即 90 度點上)極不穩定，已於實驗八發現此現象。

（6）由圖表可知：在三度空間中照度分布的對稱情形比在二度空間中來的明顯。

（7）從實驗中發現：在照度計離桌面 20 或 30cm 時，90 度點上測得的照度不但大幅變小，且和 60 度和 120 度點的照度幾乎一樣，從 0 度到 180 度點的照度也差不多。因此我們發現在光源與桌面的距離超過某一程度後，不論在何處的照度，其值並不會相差太大。

伍、結論

一、白熾燈泡和白色 LED 燈的照度會因電壓增加而變大但電壓與照度不成正比；LED 燈擁有較高的發光效率，電功率卻遠比白熾燈泡小很多，比白熾燈泡節能許多。

二、白熾燈泡和白色 LED 燈的照度隨著電流增加，白熾燈泡的照度也隨之增加，照度與電流大小並沒有呈正比。

三、白熾燈泡照度增大，電功率變大，，但兩者並不成正比。白色 LED 燈的照度在 50 LUX 內與電功率成正比。LED 燈擁有較高的發光效率，電功率卻遠比白熾燈泡小很多，比白熾燈泡節能許多。

四、不同顏色 LED 燈的障壁電壓略有不同。

五、1. LED 燈電流增加，照度隨著增大，兩者卻不成正比。使用 LED 燈時不是電流越大就越亮電流越大只是越耗電。

2. 隨著電流增大，藍色 LED 燈的照度最大。紅色 LED 燈的照度最小；藍色 LED 燈的電功率與綠色 LED 燈的電功率差不多等大。紅色 LED 燈的電功率最小；藍色 LED 燈的發光效率最佳，綠色 LED 燈的發光效率次之，紅色 LED 燈的發光效率最差。

六、照度相同時，紅色 LED 燈的電壓最小，電流最大。藍色 LED 燈的電壓最大，電流最小。紅色 LED 燈的電功率最大最耗電，藍色 LED 燈的電功率與綠色 LED 燈的電功率約略相同。藍色 LED 燈的發光效率最大，綠色 LED 燈次之，紅色 LED 燈的發光效率最小。藍色 LED 燈的節能效果最好，紅色 LED 燈的節能效果最差。

七、經由生活中容易取得之材料，利用電路製作出簡易光混色裝置，教學演示時只要控制各色光的開關即可完成混色的條件，協助教學上的觀察。

八、1 固定 5、9 或 10 顆燈，光源和桌面距離不同，各點照度相差不大。

2. 光源和桌面距離相同，不一定燈愈多照度就愈大，還與燈的排列有關。

3. 固定光源時，照度在同一平面上的分布大致呈對稱。

4.利用照度分布的特性，可應用在各種不同的場所。

九、1.照度計和光源的距離愈大，照度愈小(同一點上)。

2.照度計和桌面距離相同時，光源為 5 顆燈時照度最小，9 顆燈時次之，10 顆燈時最大(同一點上)。

3. 在三度空間中照度分布的對稱情形比在二度空間中來的明顯。

4.在與光源距離超過某一範圍後各點照度不會相差太多，甚至相同。

陸、參考資料及其他

一、國民中學自然與生活科技二上，翰林南一出版社。（105-108 頁）民國 100 年。

二、國民中學自然與生活科技 3 下（教師手冊），翰林出版社。民國 100 年。

三、林宣安（2009）。光的三原色。上海科技雜誌。2009 年 7 月號，取自：
http://enjoy.phy.ntnu.edu.tw/mod/resource/view.php?id=17912

四、湯烈漢（ ）二極體實驗。物理實驗總匯。（319-331 頁）詮達文教

五、陳瓊森、顧炳宏（2005）。運用 LED 光源來設計簡單實用的三原色光實驗裝置。科學教育月刊 第 284 期，60-64

【評語】030104

1. 本研究能將熱門的 LED 燈節能的議題作分析與探討是可讓同學更能了解節能商品。若能從更廣的觀點分析白熾燈與 LED 燈的優缺點將使研究更完整。期盼能持續研究，藉由動手做更能使所學更精實。