

# 嘉義縣第 53 屆國民中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理科

組 別：國中組

作品名稱：太陽燈泡

關鍵詞：燈泡 太陽 照度

編號：

# 太陽燈泡

## 摘要

保特瓶內並不需要加入漂白水就可以當做太陽燈泡使用，而加入的漂白水可以室內的照射面積。受光愈大的保特瓶可以導入更多的光線。

## 壹、研究動機

太陽能瓶燈泡最初是一個菲律賓馬尼拉的工程師所發明的，然後由 MyShelter Foundation 的創始人 Illac Diaz 帶頭展開，只需要塑膠水瓶和一點點的漂白水，就能為黑暗帶入光明。陽光經過「瓶中的水折射出去」後，製造了免費的太陽照明系統，相當於 55 或 60 瓦的白燈！瓶中的漂白水可以防止藻類在瓶裡形成，瓶子也不會變熱，估計可以持續五年產生乾淨的光線。

而太陽瓶燈泡的優勢包括永續性以及安全性；相較於蠟燭或不完善的電力連接，它們不會引發火災。雖然只有晴朗的白天才能使用，但，對節約能源仍可有不少的貢獻。我們想要利用國二上『光的反射及折射』及『濃度』等觀念，來了解太陽燈泡的特性及如何做出最佳的效果。

## 貳、研究目的

當一束光線透過膠體，從入射光的垂直方向可以觀察到膠體里出現的一條光亮的「通路」，這種現象叫廷得耳現象，也叫廷得耳效應 ([Tyndall effect](#))、丁澤爾現象、丁澤爾效應。散射光的強度，還隨著微粒濃度增大而增加，但太濃卻也可能出現反射光太多或是光線在溶液中作用時太久而對照明效果不佳。因此，我想想要研究：

- 一、溶液濃度對折射後光線均相性之關係？
- 二、溶液濃度與照度之間的關係？
- 三、光線照射面積與燈炮照度之關係？

## 參、研究設備及器材

燒瓶一個、鹵素燈一台、照度計一台、黑色塑膠瓦楞紙全開一塊、燒瓶支撐架、圓規裁紙刀、不紙布一塊、鐵力士架一台、漂白水一瓶、量杯 50CC 一個、剪刀、美工刀、鐵尺、膠袋、毛根數條

## 肆、研究過程或方法

### 一、研究器材組裝

如圖 1 所示，由上而下為鐵力士架、鹵素燈、不紙布、燒瓶、黑色塑膠瓦楞紙、燒瓶支撐架(照片未顯示)

- (一) 鐵力士架：做為主幹，可以懸掛鹵素燈、放置燒瓶等…
- (二) 鹵素燈：利用毛根固定在鐵力士架，整個實驗過程皆不改變位置。
- (三) 不紙布：圍起鐵力士架並用膠袋黏在鐵架上，盡量做好遮光以減少外界照明的影響。
- (四) 黑色塑膠瓦楞紙：中間用圓規裁紙刀挖一個洞，洞的大小依照要實驗入光面積裁切。選黑色的原因是，黑色可以幾乎將光都吸收，減少透光至下方影響光照計的測量。
- (五) 燒瓶支撐架：用 CD 的布丁盒製作，中間挖一個直徑約四公分的洞，以便可以固定燒瓶，側面剪一個長七公分、高 6.5 公分的洞，以便放入照度計測量燒瓶底部的照度。如圖 2。
- (六) 開燈測試，如圖 3。可看出大致遮光效果良好。



圖 1



圖 2



圖 3

## 二、溶液濃度對折射後光線均相性、照度關係之研究

(一) 先將燒瓶做好 13 個記號，分四個區域中間(離底部垂直高度 5.5 公分)、上半部(離底部垂直高度 8.0 公分)、下半部(離底部垂直高度 3.0 公分)、底部，而中間、上半部及下半部皆再標出前、右、左及後四個點。實驗記錄標號及位置相對關係，如表 1。然後將整個裝置移到光害最少的地方。

表 1

標號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
位置	中前	中右	中左	中後	上前	上右	上左	上後	下前
標號	10	11	12	13					
位置	下右	下左	下後	底部					

- (二) 在黑色塑膠瓦楞紙中間挖取一個半徑 2cm 的洞，將燒瓶套入此洞中。
- (三) 未開鹵素燈下，利用照度計量取空燒瓶上述 13 個位置的照度並紀錄之。
- (四) 開啟鹵素燈下，分別在燒瓶內裝滿 500CC 水、10CC 漂白水+490CC 水、20CC 漂白水+480CC 水、30CC 漂白水+470CC 水、40CC 漂白水+460CC 水及 50CC 漂白水+450CC 水下，分別記下各次 13 個位置的照度。

### 三、光線照射面積與燈炮照度之關係

(一) 分別在黑色塑膠瓦楞紙中間挖取半徑 3.5、4.5、5.5cm 的洞，然後如步驟二-(一) 做好 13 個記號，並固定 50CC 漂白水+450CC 水溶夜，在開啟鹵素燈下，記錄三次的數據。

## 伍、研究結果

一、未開燈、漂白水 0CC、水 0CC、瓦楞紙孔洞半徑 2 公分

表 2

標號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
照度	14	13	14	26	13	12	14	20	11
標號	10	11	12	13					
照度	15	13	24	20					

二、.開燈、漂白水 0CC、水 0CC、瓦楞紙孔洞半徑 2 公分

表 3

標號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
照度	898	625	616	606	1300	1170	1090	1070	4530
標號	10	11	12	13					
照度	1580	1506	1740	18500					

三、.開燈、漂白水 0CC、水 500CC、瓦楞紙孔洞半徑 2 公分

表 4

標號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
照度	1300	423	401	416	1230	526	620	672	7680
標號	10	11	12	13					
照度	4320	3640	4850	22300					

四、.開燈、漂白水 10CC、水 490CC、瓦楞紙孔洞半徑 2 公分

表 5

標號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
照度	1590	579	536	565	1340	1080	930	997	8410
標號	10	11	12	13					
照度	4020	4560	4020	19100					

五、.開燈、漂白水 20CC、水 480CC、瓦楞紙孔洞半徑 2 公分

表 6

標號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
照度	1870	810	775	802	1430	1280	1126	1330	9320
標號	10	11	12	13					
照度	3680	3860	3451	20300					

六、.開燈、漂白水 30CC、水 470CC、瓦楞紙孔洞半徑 2 公分

表 7

標號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
照度	1490	1080	857	898	170	983	856	211	1710
標號	10	11	12	13					
照度	1340	1300	1320	21500					

七、.開燈、漂白水 40CC、水 460CC、瓦楞紙孔洞半徑 2 公分

表 8

標號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
照度	1860	974	954	884	1170	1340	1230	1250	7580
標號	10	11	12	13					
照度	4630	2910	3540	15200					

八、.開燈、漂白水 50CC、水 450CC、瓦楞紙孔洞半徑 2 公分

表 9

標號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
照度	1740	909	869	813	990	1210	1270	1060	4610
標號	10	11	12	13					
照度	4230	5340	5200	15400					

九、.開燈、漂白水 50CC、水 450CC、瓦楞紙孔洞半徑 3.5 公分

表 10

標號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
照度	1890	1880	2390	1920	-	-	-	-	6330
標號	10	11	12	13					
照度	4890	4260	5870	41600					

十、. 開燈、漂白水 50CC、水 450CC、瓦楞紙孔洞半徑 4.5 公分

表 11

標號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
照度	2550	3010	2040	3060	-	-	-	-	7610
標號	10	11	12	13					
照度	6010	5910	7690	51600					

十一、. 開燈、漂白水 50CC、水 450CC、瓦楞紙孔洞半徑 5.5 公分

表 12

標號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
照度	3530	3766	5020	9600	-	-	-	-	14100
標號	10	11	12	13					
照度	9560	6430	9800	64900					

## 十二、燈泡照片

(一) 圖 4 為漂白水 30CC、水 470CC 的溶液、瓦楞紙孔洞半徑 2 公分

(二) 圖 5 為漂白水 50CC、水 450CC 的溶液、瓦楞紙孔洞半徑 2 公分



圖 4

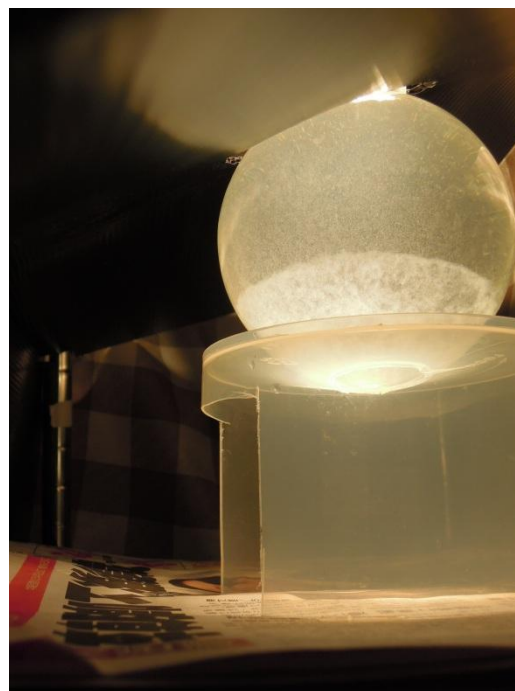


圖 5

## 陸、討論

### 一、溶液濃度對折射後光線均相性

照度(英語: Illuminance)是每單位面積所接收到的光通量。SI制單位是勒克斯 (lx=lux)，1(勒克斯)=1(流明/平方公尺)

從表 4~表 9 中，分成上半部、中間及下半部三個區域來分析前、右、左及後照度的均相性時發現，如表 13，前方的照度相對大很多，推論可能原因為鹵素燈的光線斜照燒瓶，因此，在研究濃度對均相性之影響時，只探討濃度與上半部、中間、下半部及底部之間的關係，而每個區域的照度為其前、右、左及後照度平均值，如表 14。

表 13

表 4~9	前(平均)	右(平均)	左(平均)	後(平均)
上半部	1055	1070	1005	920
中間	1642	796	732	730
下半部	6552	3703	3602	3730



表 14

濃度(%)	上半部	中間	下半部	底部
無光無水	15	17	16	20
有光無水	1158	686	2339	18500
0	762	635	5123	22300
2	1087	818	5253	19100
4	1292	1064	5078	20300
6	555	1081	1418	21500
8	1248	1168	4665	15200
10	1133	1083	4845	15400

接著將每組的照度除以各組的底部照度，再乘上 100，如表 15。

表 15

濃度(%)	上半部	中間	下半部
無光無水	73	83	78
有光無水	6	3	12
0	3	2	22
2	5	4	27
4	6	5	25
6	2	5	6
8	8	7	30
10	7	7	31

接著將表 15 製成關係圖 6，

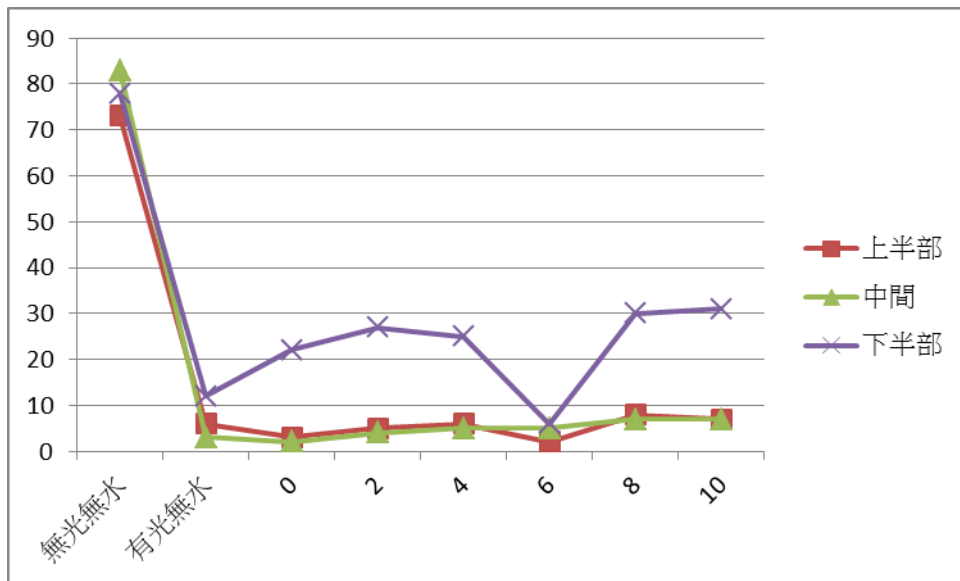


圖 6

由圖 6 知，未開啟鹵素燈時，各處的照度相當接近，可見實驗裝置的遮光效果尚可堪用。而開燈後，燒瓶內有無溶液對燒瓶下半部的發光影響最大，而對中間及上半部區域影響不大。至於漂白水濃度對光的散射，雖然隨著濃度增加而變大，但，影響不大。

而需要特別一提的是，濃度 6% 的溶液有個反常的趨勢，若參照圖 4、5 來分析，有可能在配製濃度 6% 的漂白水時，其膠體分佈較平均如圖 4，並沒有像其他濃度會有圖 5 的現象，膠體大部份分佈在下方。

## 二、溶液濃度對照度的關係

以表 14 來製作濃度與照度的關係，結果如圖 7

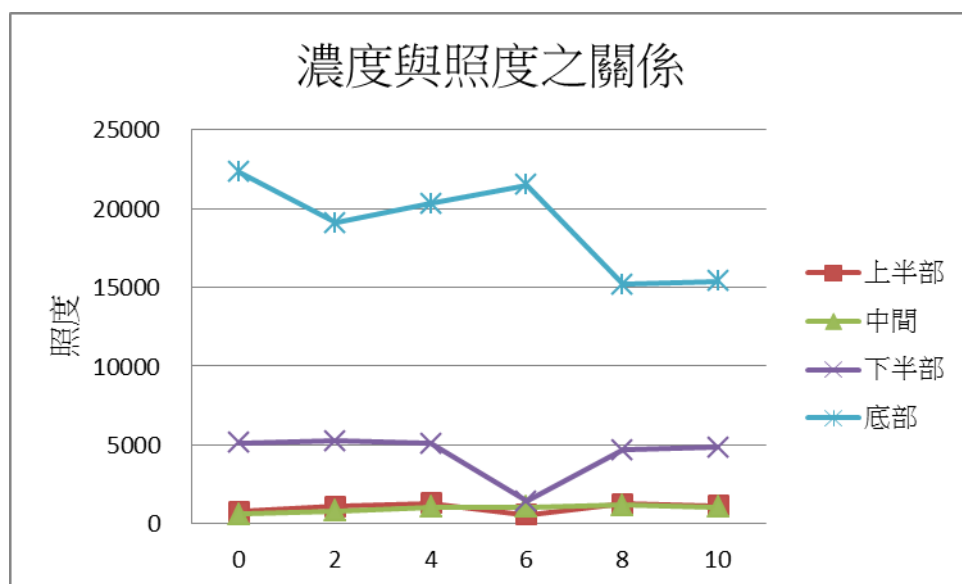


圖 7

如同上個步驟討論，濃度 6% 的部份在此捨棄，從圖 7 可看出，上半部、中間、下半部三個區域隨著濃度增加，照度影響不大。但，底部的照度卻會減少。因此，濃度的增加會減少光量的傳遞。

## 三、光線照射面積與燈炮照度之關係

利用表 9~12 重製面積對照度關係，如表 16。再製成關係圖 8。可很明顯看出，受光面積愈大，對燒瓶中間、下半部及底部區域都會有明顯的增加照度，特別是底部，其增加幅度特別明顯，這跟常識認知相符合。

表 16

孔洞半徑(cm)	中間	下半部	底部
2	1083	4845	15400
3.5	2020	5338	41600
4.5	2665	6805	51600
5.5	5479	9973	64900

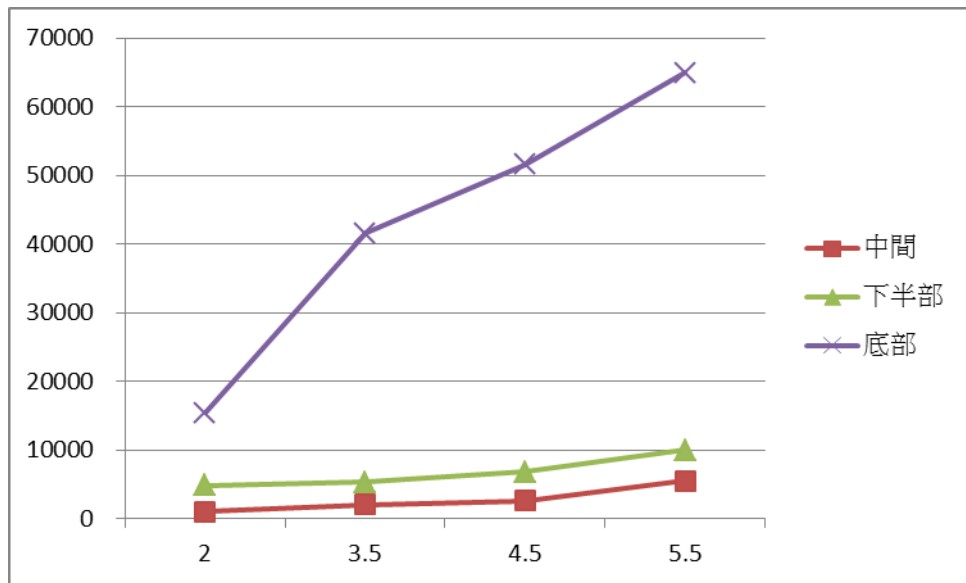


圖 8

## 柒、結論

一、瓶子內只要裝水就大概可以做為太陽燈泡使用，而加入漂白水後稍微可以增加瓶子下半部的散射照度，對瓶子上半部影響很小。而漂白水的加入也會和光產生相對的反應而減少光的射出。所以，加入漂白水不需要太多，只要能增加散射不至於光線集中在一處即可。

二、受光面積當然可以增加太陽燈炮的效果，若在安裝太陽燈泡沒有技術上的困難，當然受光面積愈大愈好，這就像沒有屋頂是最好的，只是這就沒有遮風遮雨的功能。若再考慮成本問題，就需要考慮更多的狀況了。

三、本次的實驗尚未考慮不同瓶子形狀，不同的瓶子所造成的散射現象或許對不同的環境有不同效果，值得再深入實驗做詳細研究。

## 捌、參考資料及其他

- 一、<http://aliteroflight.org/>
- 二、<http://www.greeninside.com.tw/?p=1409>
- 三、<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!pXwue4yIFhav2YOS.v0Afpc-/article?mid=9286>
- 四、<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%81%E8%BE%BE%E5%B0%94%E6%95%88%E5%BA%94>
- 五、<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%85%A7%E5%BA%A6>