

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會

科別:生活應用科學（二）（環保與民生）

組別:國小組

作品名稱:尋找那道光

關鍵詞：光的折射、傳播介質

# 作品名稱:尋找哪道光

## 摘要

本實驗利用水的折射原理，設計一個能替代燈泡的「太陽能瓶燈泡」。欲比較光源透過塑膠瓶和玻璃瓶的照明度，與比較光源透過不同溶液水瓶的照明度，以及光源透過在瓶身上塗上不同物質後水瓶的照明度。希望此研究結果對室內環保照明設施提供參考。

## 壹、研究動機

我是小希，在康軒版的四年級自然與生活科技領域中學習到「光的折射」，也在課堂中進行光在水中行進的實驗，對於光的傳播現象產生興趣，再加上老師曾經播放「一公升的光線」影片給我們看，原來「1 公升的光線」是美國麻省理工學院的一個團體針對馬尼拉都會區與鄰近拉古拿省的低收入住宅區所推出的計畫，讓無電可使用的居民可以利用太陽能作為照明的來源。

我看完後，對這個「太陽能瓶燈泡」產生興趣。希望能得知玻璃瓶的照明強度是否會比塑膠瓶好？除了水之外，其它溶液是否會增加照明效果？以及瓶子上的塗層是否會增加照明效果？

小勻是我的好朋友，雖然她才三年級，但是平時就喜愛閱讀科學領域的書籍，在看了我介紹的「一公升的光線」影片後，也對這個研究主題感興趣，所以，就成為了我的好搭檔，相信我們兩個可以在實驗的過程中，獲得有趣的經驗，並從中學習到新知識。

## 貳、研究目的

一、研究不同瓶子材質對照明度的影響

二、研究不同溶液對照明度的影響

三、研究瓶子上的塗層對照明度的影響

## 參、研究設備及器材

一、研究設備

LED 燈 1 個	照度計 1 個	瓦楞紙箱 1 個
玻璃瓶 1 個（與塑膠瓶形狀類似，直徑 7 公分）		
塑膠瓶 1 個（與玻璃瓶形狀類似，直徑 7 公分）		

二、研究器材

糖 1 包	鹽 1 包	味精 1 包	醋 1 罐	漂白水 1 罐
汽水 1 罐	舒跑 1 罐	膠水 1 罐	透明指甲油 1 罐	亮光漆 1 罐

## 肆、研究過程和方法

一、研究過程

（一）研究裝置

請學生用瓦楞紙箱製成一個類似小屋的空間，在瓦楞紙箱的頂部中間挖一個洞，用來裝置水瓶。在箱子的上方放置照明燈當作光源，將照度計依次分別放在箱內水瓶的正下方、瓶下跟箱子角落的中間、紙箱內的一個角落，共三個地方。



## (二) 研究一實驗過程

1.研究一目的：研究不同瓶子材質對照明度的影響。

2.研究一實驗過程：

- (1) 使用形狀相似的塑膠瓶和玻璃瓶，是直徑 7CM 的容器。
- (2) 將塑膠瓶和玻璃瓶分別裝入 5CM、10CM 和 15CM 高度的水。
- (3) 測量光源透過水瓶，在瓶子下、瓶下跟箱子角落的中間和箱內角落的 3 處照明度。



## (三) 研究二實驗過程

1.研究二目的：研究不同溶液對照明度的影響。

2.研究二實驗過程：

(1) 在玻璃瓶中依序裝入 5CM 高度的 8 種液體:

a.純水

b.10%濃度糖溶液 c.10%鹽溶液 d.10%味精溶液 e.10%醋

f.漂白水 g.汽水 h.舒跑。

(2) 測量光源透過瓶中溶液，在箱內瓶子下和角落之間的 1 處照明度。



(四) 研究三實驗過程

1.研究三目的：研究瓶子上的塗層對照明度的影響。

2.研究三實驗過程：

(1) 在瓶中裝入 5CM 高度的水。

(2) 在玻璃瓶外分別塗上 a.透明指甲油 b.膠水 c.亮光漆。

(3) 測量光源透過水瓶，在瓶子下和箱內角落之間的 1 處照明度。



## 伍、研究結果

### 一、研究一:不同瓶子材質對照明度的影響

#### (一)實驗說明

研究一使用塑膠瓶與玻璃瓶探討:

- 1.瓶中水位高度對於瓶子下照明度的影響。
- 2.瓶中水位高度對於瓶下跟箱子角落的距離中間照明度的影響。
- 3.瓶中水位高度對於箱子角落照明度的影響。
- 4.依據研究一結果，決定研究二與研究三採用材質與照度計位置。

#### (二)結果說明

1.光源透過塑膠水瓶照射，在瓶子下的照明度:

- (1) 未放置塑膠瓶，洞下照明度為 364 Lux。
- (2) 光源照射盛裝水 5CM 水位的塑膠瓶，瓶子下照明度為 586 Lux。
- (3) 光源照射盛裝水 10CM 水位的塑膠瓶，瓶子下照明度為 1008 Lux。
- (4) 光源照射盛裝水 15CM 水位的塑膠瓶，瓶子下照明度為 689 Lux。
- (5) 未放置玻璃瓶，洞下照明度為 364 Lux。
- (6) 光源照射盛裝水 5CM 水位的玻璃瓶，瓶子下照明度為 229 Lux。
- (7) 光源照射盛裝水 10CM 水位的玻璃瓶，瓶子下照明度為 334 Lux。
- (8) 光源照射盛裝水 15CM 水位的玻璃瓶，瓶子下照明度為 489 Lux。
- (9) 從表一可以發現:光源照在放置水的塑膠瓶與放置水的玻璃瓶時，瓶子下照明度相較:放置水的塑膠瓶較強。

表一、光源透過塑膠水瓶照射，在瓶子下的照明度(Lux)

水位高度 水瓶材質	未置放瓶	5CM	10CM	15CM
塑膠瓶	364	586	1008	689
玻璃瓶	364	229	334	448

2.光源透過塑膠水瓶照射，在瓶下跟箱子角落的中間的照明度:

- (1) 未放置塑膠瓶，瓶子下跟箱子角落的中間照明度為 5 Lux。
- (2) 光源照射盛裝水 5CM 水位的塑膠瓶，瓶子下跟箱子角落的中間照明度為 16 Lux。
- (3) 光源照射盛裝水 10CM 水位的塑膠瓶，瓶子下跟箱子角落的中間照明度為 7 Lux。
- (4) 光源照射盛裝水 15CM 水位的塑膠瓶，瓶子下跟箱子角落的中間照明度為 6 Lux。
- (5) 未放置玻璃瓶，瓶子下跟箱子角落的中間照明度為 5 Lux。
- (6) 光源照射盛裝水 5CM 水位的玻璃瓶，瓶子下跟箱子角落的中間照明度為 13 Lux。
- (7) 光源照射盛裝水 10CM 水位的玻璃瓶，瓶子下跟箱子角落的中間照明度為 6 Lux。
- (8) 光源照射盛裝水 15CM 水位的玻璃瓶，瓶子下跟箱子角落的中間照明度為 4 Lux。
- (9) 從表二可以發現:光源照在放置水的塑膠瓶與放置水的玻璃瓶，瓶子下跟箱子角落的中間照明度相較:放置水的塑膠瓶較強。

表二、光源透過塑膠水瓶照射，在瓶下跟箱子角落的中間的照明度(Lux)

水位高度 水平材質	未置放瓶	5CM	10CM	15CM
塑膠瓶	5	16	7	6
玻璃瓶	5	13	6	4

3. 光源透過塑膠水瓶照射，在箱子角落之照明度:

- (1) 未放置塑膠瓶，箱子角落的照明度為 3 Lux。
- (2) 光源照射盛裝水 5CM 水位的塑膠瓶，箱子角落的照明度為 3 Lux。

- (3) 光源照射盛裝水 10CM 水位的塑膠瓶，箱子角落的照明度為 2 Lux。
- (4) 光源照射盛裝水 15CM 水位的塑膠瓶，箱子角落的照明度為 1 Lux。
- (5) 未放置玻璃瓶，箱子角落的照明度為 3 Lux。
- (6) 光源照射盛裝水 5CM 水位的玻璃瓶，箱子角落的照明度為 4 Lux。
- (7) 光源照射盛裝水 10CM 水位的玻璃瓶，箱子角落的照明度為 3 Lux。
- (8) 光源照射盛裝水 15CM 水位的玻璃瓶，箱子角落的照明度為 1 Lux。
- (9) 從表三可以發現:光源照在放置水的塑膠瓶與放置水的玻璃瓶，箱子角落的照明度相較，放置 5CM 與 10CM 水的玻璃瓶較強。
- (10) 從表三可以發現:光源照在放置水的塑膠瓶與放置水的玻璃瓶，箱子角落的照明度相較，放置 15CM 水的玻璃瓶與塑膠瓶一樣。

表三、光源透過塑膠水瓶照射，在箱子角落的照明度(Lux)

水位高度 水平材質	未置放瓶	5CM	10CM	15CM
塑膠瓶	3	3	2	1
玻璃瓶	3	4	3	1

總結上面說明結果:

- 1.表一與表二顯示，照度計放在瓶子下和瓶下跟箱子角落的中間時，光源透過塑膠水瓶的照明度，比透過玻璃水瓶的照明度強。
- 2.表三顯示，照度計放在箱子角落時，光源透過 5CM.10CM 水位玻璃瓶的照明度比透過 5CM.10CM 水位塑膠瓶的照明度強。
- 3.箱子角落的照明度均很弱，放置塑膠水瓶及玻璃水瓶並沒有增強照明的效果。

## 二、研究二:研究不同溶液對照明度的影響

### (一)實驗說明



- 1.依據研究一的結果發現:瓶子下就是光源最充足的地方，箱子角落的照明度太弱，所以，我們選擇瓶下跟箱子角落的中間，作為研究二的照明度測量點。
- 2.依據研究一的結果發現:塑膠瓶的照明度，比玻璃瓶的照明度強。所以，我們選擇塑膠瓶作為研究二器材。
- 3.我們選擇 5CM 水位的塑膠瓶作為研究二的器材，因為 5CM 水位的塑膠瓶跟箱子的比例，較符合生活中燈具與房子的比例。
- 4.糖、鹽、味精、醋和小蘇打均是濃度 10%的溶液。

## (二)結果說明

- 1.以盛裝清水 5CM 水位高的塑膠瓶來測試光源，其照明度為 16 Lux。
- 2.以盛裝濃度 10%糖水 5CM 水位高的塑膠瓶來測試光源，其照明度為 21 Lux。
- 3.以盛裝濃度 10%的鹽水 5CM 水位高的塑膠瓶來測試光源，其照明度為 16 Lux。
- 4.以盛裝濃度 10%的味精水 5CM 水位高的塑膠瓶來測試光源，其照明度為 19 Lux。
- 5.以盛裝濃度 10%的醋水來 5CM 水位高的塑膠瓶測試光源，其照明度為 20 Lux。
- 6.以盛裝 5CM 水位高的漂白水塑膠瓶來測試光源，其照明度為 25 Lux。
- 7.以盛裝 5CM 水位高的汽水塑膠瓶來測試光源，其照明度為 27 Lux。
- 8.以盛裝 5CM 水位高的舒跑塑膠瓶來測試光源，其照明度為 22 Lux。
- 9.從表四可以發現，光源照在盛裝糖溶液、味精溶液、醋溶液、漂白水、汽水和舒跑的塑膠瓶時，照明度皆比照在只有承裝水的塑膠瓶強。
- 10.從表四可以發現，光源照在盛裝水的塑膠瓶與盛裝鹽溶液的塑膠瓶的照明度沒有差別。

表四、光源照在盛裝不同溶液塑膠瓶的照明度(Lux)

溶液	水	糖	鹽	味精	醋	漂白水	汽水	舒跑
照明度	16	21	16	19	20	25	27	22

### 三、研究三:研究瓶子上的塗層對照明強度的影響

#### (一)實驗說明

- 1.依據研究一的結果發現:瓶子下就是光源最充足的地方，箱子角落的照明度又太弱，所以，我們選擇瓶下跟箱子角落的中間，作為研究二的照明度測量點。
- 2.依據研究一的結果發現:塑膠瓶的照明度，比玻璃瓶的照明度強。所以，我們選擇塑膠瓶作為研究二器材。
- 3.我們選擇 5CM 水位的塑膠瓶作為研究二的器材，因為 5CM 水位的瓶子跟箱子的比例，較符合生活中燈具與房子的比例。
- 4.在塑膠瓶的外面分別塗上從瓶底算起，依序塗上 6CM 寬的膠水、透明指甲油、亮光漆。

#### (二)結果說明

- 1.以 5CM 水位的塑膠瓶且瓶身為未塗上物質來測試光源，其照明度為 16 Lux。
- 2.以 5CM 水位的塑膠瓶且瓶身塗上 6CM 寬的膠水來測試光源，其照明度為 14 Lux。
- 3.以 5CM 水位的塑膠瓶且瓶身塗上 6CM 寬的透明指甲油來測試光源，其照明度為 75 Lux。
- 4.以 5CM 水位的塑膠瓶且瓶身塗上 6CM 寬的亮光漆來測試光源，其照明度為 20 Lux。
- 5.從表五可以發現，光源照在瓶身塗上透明指甲油和亮光漆的水瓶時，照明度比照在未塗上任何物質的水瓶強，光源照在瓶身塗上膠水的水瓶時，照明度則沒有增強的效果。

表五、光源照在瓶身塗上不同物質塑膠瓶的照明度(Lux)

瓶身 塗上不同的物質	未塗上物質	膠水	透明指甲油	亮光漆
照明度	16	14	75	20

## 陸、討論

### 一、研究發現

(一)在【實驗一】不同瓶子材質對照明度的影響實驗中，我們發現：

1.照度計放在瓶子下時:

光源透過塑膠水瓶的照明度 > 光源透過玻璃水瓶的照明度。

2.照度計放在瓶子跟箱子角落的中間時:

光源透過塑膠水瓶的照明度 > 光源透過玻璃水瓶的照明度。

3.照度計放在箱子角落時:

光源透過塑膠水瓶的照明度 < 光源透過玻璃水瓶的照明度。

4.箱子角落的照明度均很弱，放置水瓶並沒有增強照明的效果。

5.我們儘量尋找形體相似的塑膠瓶和玻璃瓶，但是仍然沒有完全相同，可能造成實驗的誤差。若能使用完全相同的塑膠瓶和玻璃瓶，實驗結果會更準確。

(二)在【實驗二】不同溶液對照明度的影響實驗中，我們發現：

1.光源照在盛裝水位高 5CM 與分別濃度 10%糖溶液、濃度 10%味精溶液、濃度 10%醋溶液、漂白水、汽水和舒跑的塑膠瓶時，照明度皆比照在只有盛裝水的塑膠水瓶強。增強照明度的效果依序為：汽水 > 漂白水 > 舒跑 > 糖溶液 > 醋溶液 > 味精溶液 > 水。

2.光源照在盛裝濃度 10%鹽溶液塑膠瓶的照明度與盛裝水塑膠瓶的照明度是相同的。

(三)在【實驗三】研究在盛裝水位 5CM 塑膠瓶子上的塗層對照明強度的影響實驗中，我們發現：

1.光源照在瓶身塗上透明指甲油和亮光漆塑膠水瓶時，照明度比照在未塗上任何物質的塑膠水瓶強。

2.瓶身塗上透明指甲油的效果 > 瓶身塗上亮光漆的效果 > 瓶身未塗上任何物質。

3.瓶身塗上透明指甲油與瓶身未塗上任何物質照明度相比:75 除以 16 等於 4.69 倍。

## 柒、結論

- 一、不論是塑膠瓶或玻璃瓶，裝水的瓶子的確可以增強光源在屋子內的照明度，但是，無法增加房子角落的照明度。
- 二、麻省理工學院推動計畫時，原本在水中加上漂白水的用意是讓水不易腐敗，但從實驗結果顯示，漂白水還有很好的增強照明效果。
- 三、從實驗結果顯示，汽水亦有很好的增強照明效果，可能是汽水中的氣泡能夠擴大光的折射範圍。
- 四、在瓶身上塗上透明指甲油的照明度是未塗上任何物質的 4.69 倍，有非常好的增強效果，是故，透明指甲油中的何種成分可以導致此良好效果，是值得探討之處。
- 五、此次的研究除了可以作為增加太陽能燈泡照明度的參考外，也可以作為增強太陽能板吸收太陽光的效率之參考。亦即若是在太陽板上加上一片塗上透明指甲油的塑膠板，是否能增強太陽能板吸收太陽光的效率。

## 捌、參考資料及其它

- 一、Youtube 影片：「一公升的光」
- 二、經典雜誌第 197 期：【探索世界】一公升的光 像日出一樣可靠的寶特瓶燈
- 三、華視新聞 2011-07-13：1 公升的光線！寶特瓶照亮貧民區
- 四、一瓶子的日光－太陽能瓶燈泡：

[http://science.cyc.edu.tw/upfile/science101/work\\_files/12263649910239.pdf](http://science.cyc.edu.tw/upfile/science101/work_files/12263649910239.pdf)