

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 自然科

081512

留不住的水滴

高雄縣永安鄉新港國民小學

作者姓名：

小五 陳俊延 小五 吳孟軒

指導老師：

林朝根 黃智淵

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：自 然 科

組 別：國小組

作品名稱：留不住的水滴

關 鍵 詞：碳黑、疏水性、蓮花效應

編 號：

## 壹、摘要

我們從蠟燭燃燒不完全產生的碳黑層發現，它放在水中會有全反射的現象，進而得到碳黑層和蓮葉一樣具有疏水性，推想碳黑層也具有奈米結構，這種疏水性使得在兩碳黑層的夾層中的水位是下降的，與毛細現象的結果相反，我們還比較不同表面層的疏水性質，得到碳黑層甚至比蓮葉效果還好，只要小角度就可使水滴滾下，在測試不同液體時，我們發現，酒精及肥皂水會破壞碳黑層表面結構，使它不再具有疏水性，而蓮葉就不受影響，最後，驗證有疏水性的碳黑層在水中所受的阻力比沒碳黑層還小。

## 貳、研究動機

五上的自然與生活科技課程裡，空氣與燃燒的單元中，我們在進行蠟燭燃燒的實驗時，發現把鐵絲放在燭火上加熱時，鐵絲上面會有一層黑黑的碳黑層，驗證了鐵絲不會燃燒，但是在我們整理實驗器材，把燒黑的鐵絲拿去洗的時候發現，燒黑的鐵絲放在水裡卻是銀白色的，拿出水面後所看到的又是黑色，這個現象引起了我們的好奇心，對燃燒產生的碳黑層做進一步的探討。

## 參、研究目的

1. 探討燃燒產生的碳黑放在水裡為何是銀白色的。
2. 探討燃燒不同的物質，產生碳黑層的程度。
3. 比較碳黑層與蓮葉、一般玻片及塗蠟的玻片的疏水性。
4. 以不同液體或水溶液滴入碳黑層與蓮葉做比較。
5. 比較有碳黑層夾層內水位與毛細現象的不同。
6. 探討碳黑層是否具有自潔作用。
7. 比較碳黑層的小船及無碳黑層的小船在水中的阻力。

## 肆、研究設備及器材

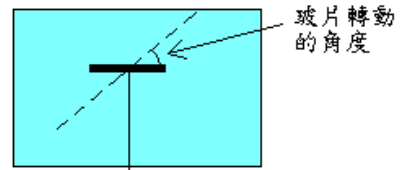
蠟燭、酒精燈、載玻片、滴管、去漬油、試管夾、鐵片、鐵湯匙、蓮葉、酒精、鹽水、肥皂水、鐵架、鋁製小船、教具箱、螺帽、天平。

## 伍、研究過程、方法及結果

一、將載玻片放在點燃的蠟燭火焰上，不久後載玻片表面就會有一層黑色的碳

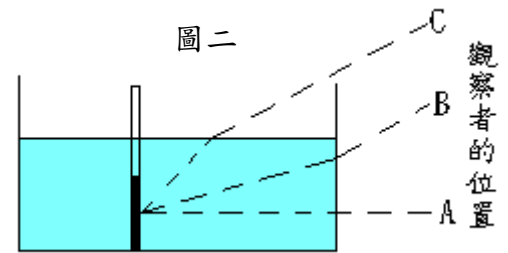
黑層，等到玻片冷卻後，我們把它放到裝水的透明水盆中，觀察玻片表面。

(一) 觀察者眼睛與玻片大約同高，轉動玻片角度，裝置圖如圖一，當玻片轉到超過 50 度後，玻片在觀察者的位置看起來為銀白色，觀察結果如圖三、圖四。



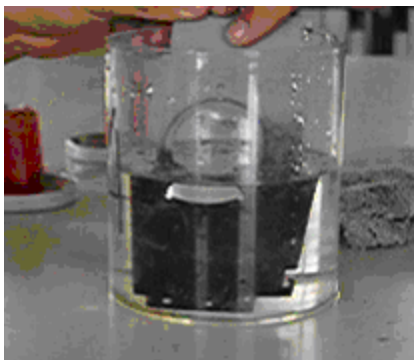
圖一  
觀察者

(二) 玻片固定不轉動，觀察者的位置改變，從與玻片等高的地方慢慢往上移動，如圖二，這時發現，當眼睛高於水面時，看到的玻片呈現銀白色，觀察結果如圖五。

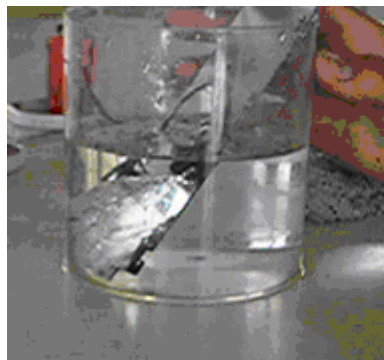


圖二

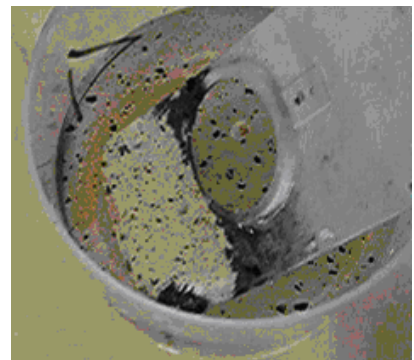
(三) 在水盆底部鋪著紅色的色紙，這時候看到的就變成紅色，如圖六、圖七，我們可以把原先銀白色樣子想像成是一面鏡子，紅色就是它反射的光線。



圖三 眼睛正面直視放在水中的燒黑鐵片時，看到的顏色是黑色。



圖四 當燒黑鐵片轉到某個角度後，所看到的顏色為銀白色。



圖五 從上面觀察可以發現，在水面上為黑色，而在水面下是銀白色。


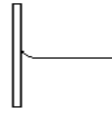

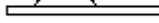


圖六 杯底放紅色色紙後，發現原先銀白色現在反射杯底的紅色。



圖七 側面觀察時也是原先銀白色現在反射杯底的紅色

二、我們把有碳黑層的玻片和無碳黑層的玻片放在水中、表面滴入水滴、以及放在熱水上方處，觀察水在上面附著的情況，實驗觀察結果如下：

玻片表面狀態	有碳黑層	無碳黑層
玻片和水交接處水位 (從玻片的側面觀察)		
水滴滴入玻片表面觀察水滴的形狀		
放在熱水上面約3公分的地方，觀察水蒸氣凝結的情形	沒有水蒸氣凝結	水蒸氣凝結成水珠，附著在玻片上

我們發現：

- (一) 有碳黑層的玻片放入水中後，水面與碳黑層交界處是向下凹的，而無碳黑層的玻片水面是向上附著在玻片上的，一般無經過特殊處理的玻片放入水裡，都像是無碳黑層一樣，因為玻片對水有附著力，在水與玻片的交接處，好像玻片把水拉上來的樣子，而有碳黑層的玻片卻沒有這個現象。
- (二) 當以水滴滴入表面的時候，水滴在有碳黑層的玻片形成圓球狀，而滴在無碳黑層的玻片裡，就像是攤開來一樣，往四周散開。
- (三) 我們推想可能是碳黑層對水的附著力很小的緣故，我們把有碳黑層的玻片傾斜後，滴入水滴發現水滴馬上滾下去，完全不會把碳黑層沾溼，把它放在煮開的熱水上方，表面也完全沒有凝結的水滴，這跟蓮花的葉子很類似，也許這碳黑層也具有像蓮花效應一樣的疏水性。

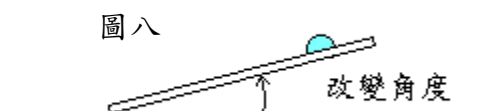
三、比較碳黑層和蓮葉的疏水性，我們以不同液體或水溶液滴入，觀察結果如下：

滴入的液體	碳黑層	蓮葉
水	球狀水珠	球狀水珠
鹽水	球狀水珠	球狀水珠
酒精	散開成一片	散開成一片
肥皂水	散開成一片	散開成一片

我們發現：(一)碳黑層及蓮葉滴入水和鹽水都可以形成球狀的水珠，但滴入酒精、肥皂水就會散開成一片，不會形成水珠。

(二)雖然蓮葉和碳黑層都在滴入酒精、肥皂水時會散開成一片，但等到它乾了或以清水洗乾淨後，蓮葉還是具有疏水性，但是碳黑層這時候已經完全沒有疏水性了，這時候仔細觀察碳黑層時，它有稍微透光的現象，好像變薄了些，碳黑層上的構造可能已經被酒精、肥皂水破壞了，造成它沒有疏水性。

四、比較不同接觸面的疏水性程度，我們準備四種不同接觸面(1)碳黑層 (2)蓮葉 (3)玻片中塗蠟 (4)未經任何處理的玻片，裝置圖如圖八：先在接觸面上滴一滴水，慢慢增加接觸面的角度，等到水滴往下滑時，記錄這時候的角度，五次實驗平均結果如下：



試驗的玻片	有碳黑層玻片	蓮葉	玻片中塗蠟	未經任何處理的玻片
水滴下滑時斜面傾斜角度	4.2 度	12 度	28.6 度	35.2 度
水滴下滑後是否還有水殘留在下滑的路徑上	否	否	是	是

由實驗結果我們知道，碳黑層與蓮葉一樣都具有超疏水性，碳黑層甚至比蓮葉還好，稍微傾斜時水滴就流下來，雖然塗蠟的玻片也有一些疏水性，但遠小於碳黑層與蓮葉，未經處理的玻片疏水性最差，從它表面的水滴流下時的路徑可以看出，還會有一些殘留在它流過的路徑中。

五、(一)改變玻璃片距燭火的距離，測量產生碳黑層時所花的時間如下：

玻片與燭火的相關位置	在火焰內	在火焰的頂端	在火焰外 2 公分
產生碳黑時所花的時間	39 秒	9 秒	沒產生碳黑層

結果發現，玻片在火焰的頂端時很容易就產生碳黑層，而在火焰外就比較不容易形成碳黑層。

(二)在碳黑層中刮下一些碳黑，放在鐵片上，再置於酒精燈上燒，結果碳黑有慢慢被燒紅的現象，漸漸的碳黑被燒掉了，以致於鐵片上的碳黑越來越少。

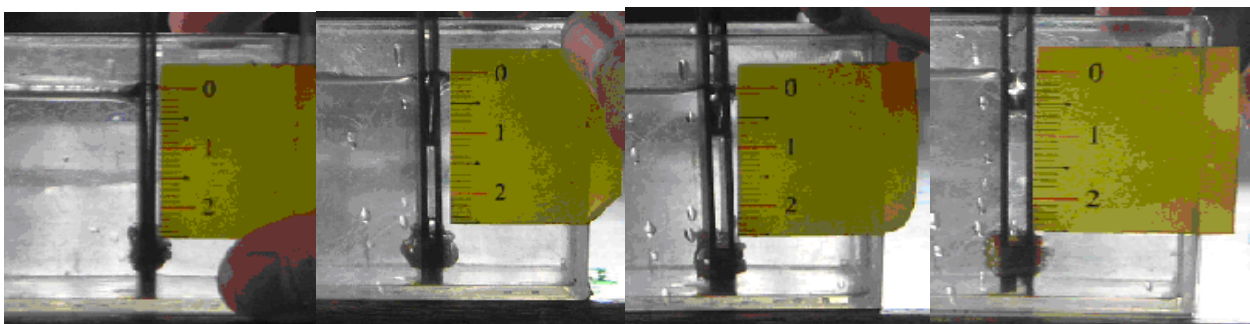
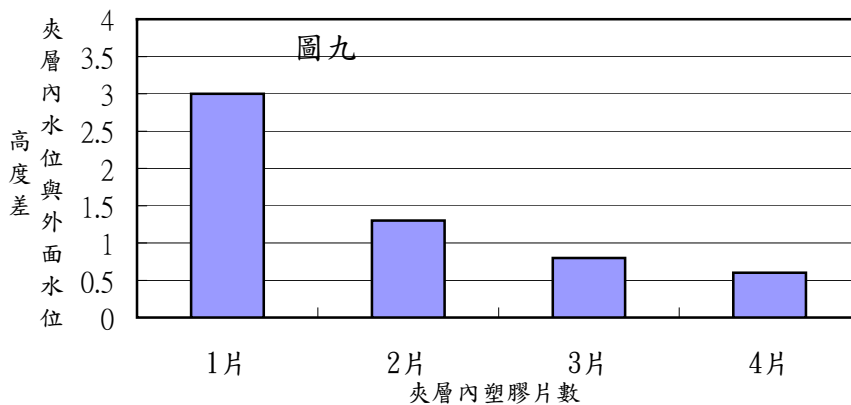
六、為了試驗燃燒是否都會產生這個具有疏水性的碳黑層，我們以不同的物質做燃燒實驗，結果如下表：

燃燒的物質	蠟燭	酒精燈	紙張	竹筷	去漬油
產生碳黑層的程度	容易	不易	不易	不易	容易

蠟燭和去漬油較容易產生碳黑層，放入火焰中不久就有碳黑層的產生，燃燒去漬油時的火焰較大，很快就產生碳黑層了，而竹筷、紙張燒很久後，才只有一點點的黑色，燃燒酒精燈很難看出有黑色碳黑層的現象。

七、我們在四下時毛細現象單元中，了解水會沿著兩片玻璃間的細縫上升，我們把兩片有碳黑層的玻片夾著塑膠片結果如下：

夾著的塑膠片數	1片	2片	3片	4片
夾層內水位與外面水位高度差	3公分	1.3公分	0.8公分	0.6公分



夾層 1 片塑膠片

夾層 2 片塑膠片

夾層 3 片塑膠片

夾層 4 片塑膠片

圖十

我們發現有碳黑層的玻片中間的水位不是上升，反而是下降的，而且細縫越窄時，下降距離越多，這也可以證明碳黑層具有疏水性，水不容易沾附在它上面，而使水位下降。

八、蓮葉有自潔作用，那麼碳黑層是否也同樣有自潔作用呢？我們測試碳黑層它的自潔能力，如圖十一～十四，鐵湯匙在去漬油上燒至表面一層碳黑層，放些麵粉在上，再滴水在碳黑層中，輕輕的傾斜湯匙來滾動水珠，漸

漸的，水可以把麵粉清理乾淨，可見碳黑也具有自潔作用。



圖十一 鐵湯匙燒成表面一層碳黑層



圖十二 在上面灑一些麵粉

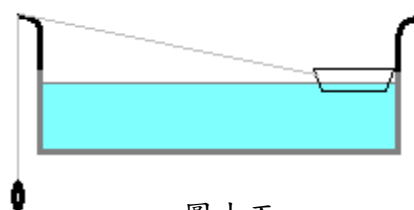


圖十三 滴下水滴後，發現水滴滾過的地方麵粉都被水滴帶走



圖十四 漸漸的，整個湯匙上的麵粉都被附著在水滴上

九、比較疏水性表面與一般表面在水裡的阻力，我們以一鋁碗，折成船的樣子，裝置如圖十五：



圖十五

操縱變因：船底有、無碳黑層。

控制變因：固定以一個重量為 0.8 克

的塑膠片拉船、小船內放置一重 15.7 克的螺帽、在長 59.3 公分的水盆裡行進，空小船重 2.4 克。

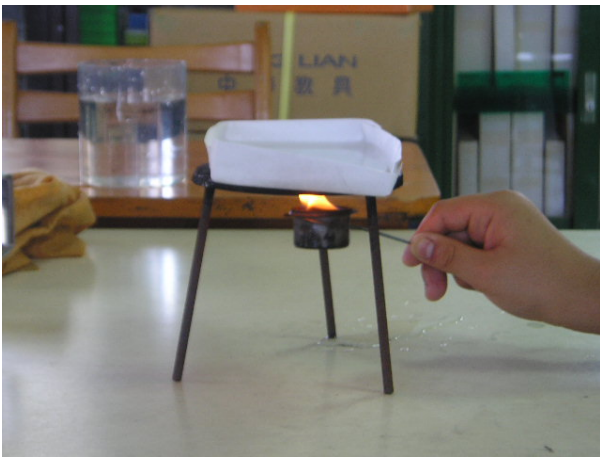
測量小船由起點到終點所需的時間如下：

	船底無碳黑層	船底有碳黑層
第一次	4.6 秒	3.61 秒
第二次	4.83 秒	3.62 秒
第三次	4.23 秒	3.67 秒
第四次	4.17 秒	3.46 秒
第五次	4.3 秒	3.50 秒
平均	4.43 秒	3.57 秒



實驗結果知，船底有碳黑層的小船行走的速度較快，顯示有疏水性的碳黑層在水中所受水的阻力較小。

- 十、 試著在紙上燒出碳黑層，我們將圖畫紙折成容器的樣子，裡面加水，以去漬油在底下燃燒，裝置如圖十六，圖畫紙上燒成的碳黑層如圖十七，以水滴入時發現，碳黑層附著得較緊，較不容易被水漸漸的沖走，而且用手觸摸後，雖然有些碳黑沾到手，但還是有疏水性，比起玻璃片、鐵片，碳黑層在圖畫紙上的附著力較強。

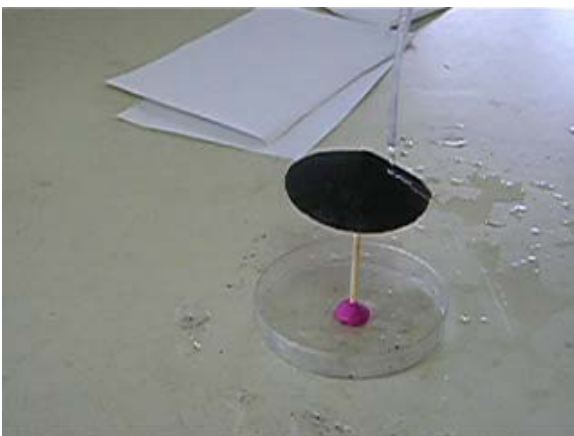


圖十六 圖畫紙折成淺容器，裡面裝水後，以去漬油把底下燒成具有碳黑層

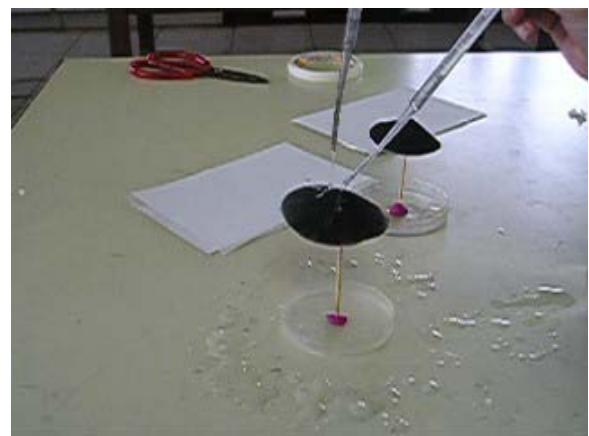


圖十七 圖畫紙容器底下燒成的碳黑層

- 十一、 以燒有碳黑層的圖畫紙做成小型雨傘，在上面滴水，可見圖畫紙都不會被沾溼如圖十八、十九，把小型雨傘折疊後再展開試試折疊處的疏水性狀況，雖然碳黑層在圖畫紙上附著較好，但是圖畫紙折過以後，折痕處的碳黑還是會脫落。



圖十八 燒成有碳黑層的圖畫紙折成雨傘形狀，進行滴水實驗



圖十九 滴了很多水後，仍然具有疏水性

## 陸、討論

- 一、 碳黑層放在水中，在同一個水平上觀察時，當碳黑層轉到某一個角度後，它表面看起來不是黑色的而是變成銀白色，放上紅色紙時，看起來就它就紅色，這時候碳黑層反射色紙，造成我們看到是紅色，這是因碳黑層轉到某個角度後，造成全反射，這時候的碳黑層就像是一面鏡子一樣。
- 二、 碳黑層具有疏水性，把它放入水中時，在碳黑層表面和水的交界處，有一層薄薄的空氣隙，當光線從水中要到達碳黑層時，必先經過空氣隙，所以當角度到達某一角度時，就產生全反射，水中的碳黑層看起來不是黑色而是銀白色。
- 三、 當水滴在碳黑層表面滾過時，同時也會慢慢的把表面的碳黑顆粒帶走，最後剩下無疏水性的玻璃表面，碳黑層既然有疏水性，表示它跟水附著不很強，那麼它為什麼又會被水帶走呢？水滴在碳黑層上滾時，把上面的碳黑顆粒當作是雜質而帶走，碳黑是因燃燒不完全而附著在玻片表面，附著的力量不強，用紙片輕輕刮就可把它刮下來，水滴每滾過一次就帶走一些，慢慢的就只剩下玻璃表面。
- 四、 水的毛細現象中，因為一般玻璃片對水的附著力強，細縫越小水升得越高，但如果細縫中是具有疏水性的材料，水就不容易附著在上面，這時候細縫越小，水下降得越多。
- 五、 具有疏水性的表面，水不容易沾附，因此，在水中所受到的阻力也比較小，如果把船的外殼，或游泳衣外面加一層疏水性的材質，應可提高船速及游泳速度。
- 六、 科學家們研究蓮葉，發現表面有疏水性，進而研究蓮葉表面是具有奈米結構，而我們以實驗室的方法得知碳黑層跟蓮葉一樣也有這種特性，只是碳黑層是因燃燒不完全產生的，它是輕輕附著在物體表面，因此，輕輕刮就可以把它刮下，也會慢慢受到水的自潔作用而被帶走，若是要把它應用在自潔塗料上，必須使它強力的附著在物體上，才不致於脫落。

## 柒、結論

奈米科技是最近最熱門的研究主題，蓮花表面因有奈米結構，使得水不容易沾附在上面，我們以蠟燭或去漬油的不完全燃燒所產生的碳黑層進行實驗，知道它有很好的疏水性和自潔作用，但是若用酒精或肥皂水等表面張力較小的液體滴入時，就沒有這種現象，我們也驗證了疏水性的表面在水中的阻力較小，可惜的是，碳黑層附著在物體的表面上不很牢固，也會隨著表面自潔作用，而慢慢流失，若能加強它與物體表面的附著力，也許可以用在房屋塗料上，水上器材的表面等用途，雖然碳黑層離應用方面還有一段距離，但是它是在實驗室中最容易得到具有奈米結構的物質，把它融入在中、小學有關奈米科技的課程裡，相信應更能引發學生的興趣。

## 捌、參考資料及其它

- 一、快樂學習營(5) 科學實驗 KIDS 蘇阿亮 譯 漢欣文化事業
- 二、蠟燭的科學遊戲(上)(下) 郭騰元 牛頓開發教科書公司
- 三、科學發展(2003/10) 370 期 70-75 頁 取自國科會網站  
[www.nsc.gov.tw/sd](http://www.nsc.gov.tw/sd) 從法拉第的演講看蠟燭科學 倪簡白
- 四、科學發展(2002/06) 354 期 60-63 頁 取自國科會網站  
[www.nsc.gov.tw/sd](http://www.nsc.gov.tw/sd) 蓮花的自潔功能與奈米科技的應用 徐世昌
- 五、中華民國第四十四屆中小學科學展覽會參展作品專輯  
國小組物理科 蓮蓮看—奈米小精靈 國立台灣科學教育館
- 六、蓮花效應影片 取自  
[http://www.botanik.uni-bonn.de/system/bionik\\_flash\\_en.html](http://www.botanik.uni-bonn.de/system/bionik_flash_en.html)

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會  
評 語

---

國小組 自然科

081512

留不住的水滴

高雄縣永安鄉新港國民小學

評語：

本作品討究碳黑層的疏水性，發現此性質和蓮葉表面的奈米結構類似，其研究主題及研究方法創意頗佳，唯分析之定量性稍嫌不足，以致降低了本作品的實用性。