

# 蓮葉效應—奈米碳黑

## 實驗 (一)

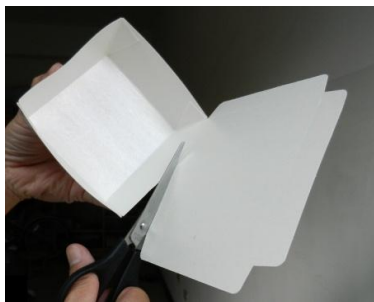
### 物質表面的疏水性

目的：\_\_\_\_\_

實驗器材：紙盒 1 個、蠟燭 1 支、滴管 1 支、水及裝水容器

實驗步驟：

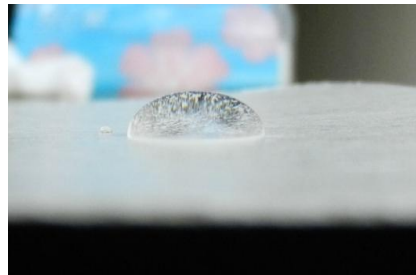
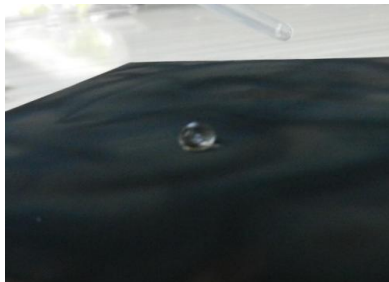
1. 將紙盒的蓋子用剪刀剪下來，將點燃的蠟燭滴些蠟油固定蠟燭在剪下來的紙盒蓋子上。



2. 將紙盒裝水置放於點火的蠟燭上方，開始燻黑紙盒底，越黑越好。將燻好的紙盒翻面放置。



3. 使用滴管將水滴，滴於紙盒燻黑處與剪下的紙盒蓋上。



4. 觀察水滴在兩處的情形，並記錄在下表中。
5. 讓水珠在兩處滾動觀察兩者有何不同，並記錄在下表中。

觀察記錄：

水珠在碳黑表面的情形	水珠在紙盒蓋上的情形
水珠在碳黑表面滾動的情形	水珠在紙盒蓋上滾動的情形

問題與討論：

1. 步驟 2 中紙盒為何要裝水？

答：

2. 步驟 2 中燻好的紙盒為何要翻面，放置在桌上？

答：

3. 水珠在碳黑與紙盒蓋上，何者較圓？何者較易滾動？

答：

## 實驗 (二) 水在物質表面的接觸角

目的：\_\_\_\_\_

### 實驗步驟：

1. 將實驗(一)中，燻黑紙盒底部滴一滴水珠，放在桌子邊緣。
2. 架設像機使像機鏡頭水平對準水珠與紙盒底部的接觸面拍攝（如右架設示意圖）。
3. 將拍好的照片，由電腦軟體繪圖以量角器量出接觸角大小，並記錄在下表中。
4. 將蠟油滴在紙盒上約 3~4 平方公分，同上步驟量出水與蠟油的接觸大小，並記錄在下表中。
5. 將水滴在玻璃片上，同上步驟量出水與玻璃片的接觸角大小，並記錄在下表中。



### 水在物質表面的接觸角

	碳黑	蠟油	玻璃片
接觸角			

### 問題與討論：

1. 碳黑、蠟油、玻璃片的接觸角大小順序？是否接觸角愈大，水珠在表面愈容易滾動？  
答：

實驗 (三)  
水在碳黑表面的自潔性

目的：\_\_\_\_\_

實驗步驟：

1. 將實驗(一)中，紙盒底燻黑處撒上麵粉並將紙盒拿傾斜。
2. 用滴管將水滴入，觀察水滴通過麵粉時的情形，並記錄在下表中。

觀察記錄

當水滴通過麵粉時的情形	
-------------	--

問題與討論：

1. 為何水珠通過麵粉時，會將麵粉帶走？  
答：

## 實驗 (四)

### 光能與碳黑的交互作用

目的：\_\_\_\_\_

實驗步驟：

1. 點燃蠟燭再將實驗(三)中的紙盒底燻黑。
2. 將數位相機閃光燈打開距離紙盒底燻黑處 2 公分，按下快門使閃光照射碳黑 (如圖 7)，仔細聽及觀察，並記錄所聽到的聲音及觀察的結果於表 1 中。
3. 增加數位相機閃光燈與紙盒底燻黑處的距離，仔細聽及觀察，並記錄所聽到的聲音及觀察的結果於表 1 中。
4. 用木炭塗抹在白紙上 (如圖 8)，將數位相機閃光燈打開距離木炭痕跡 2 公分，按下快門使閃光照射木炭痕跡 (如圖 9)，仔細聽及觀察，並記錄所聽到的聲音及觀察的結果於表 1 中。



圖 7



圖 8



圖 9

5. 增加數位相機閃光燈與木炭痕跡的距離，仔細聽及觀察，並記錄所聽到的聲音及觀察的結果於表 1 中。
6. 用鉛筆塗抹在白紙上 (如圖 10)，將數位相機閃光燈打開距離鉛筆痕跡 2 公分，按下快門使閃光照射鉛筆痕跡 (如圖 11)，仔細聽及觀察，並記錄所聽到的聲音及觀察的結果於表 1 中。

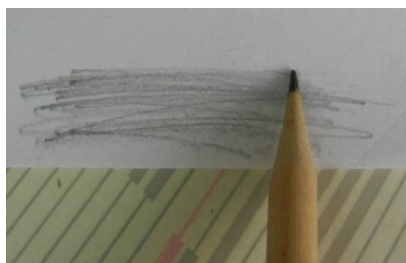


圖 10



圖 11

7. 增加數位相機閃光燈與鉛筆痕跡的距離，仔細聽及觀察，並記錄所聽到的聲音及觀察的結果於表 1 中。
8. 改用外接式的閃光燈(閃光強度比像機內建的閃光燈強度強) 距離 2 公

分，照射碳黑、木炭及鉛筆痕跡，並記錄所聽到的聲音及觀察的結果於表 2 中。

- 承步驟 7，增加外接式的閃光燈距離，照射碳黑、木炭痕跡及鉛筆痕跡，仔細聽及觀察，並記錄所聽到的聲音及觀察的結果於表 2 中。

**觀察記錄：**

表 1.使用數位像機閃光燈

表面物質	觀察結果	增加閃光燈距離觀察結果
碳黑		
木炭		
鉛筆		

表 2.使用外接式的閃光燈(閃光強度比像機內建的閃光燈強度強)

表面物質	觀察結果	增加閃光燈距離觀察結果
碳黑		
木炭		
鉛筆		

**問題與討論：**

- 數位像機閃光燈照射在碳黑、木炭痕跡、鉛筆痕跡表面發生拍手擊掌聲音，何者最大聲，何者最小聲？為什麼會有聲音大小的差異？

答：

- 數位像機閃光燈照射在碳黑、木炭痕跡、鉛筆痕跡表面距離不同，為何拍手的擊掌聲音大小不同？

答：

- 改用外接式的閃光燈，照射碳黑、木炭痕跡及鉛筆痕跡表面發生拍手擊掌聲音，何者最大聲，何者最小聲？

答：

4. 改用外接式的閃光燈，照射碳黑表面為何會出現白煙？

答：

5. 閃光燈照射碳黑、木炭痕跡及鉛筆痕跡表面會產生反射光，何者最強？何者最弱？為什麼會有反射光強弱的差異？

答：

## 習作

### 一、 選擇題

1. 水珠在碳黑表面滾動情形類似在蓮葉表面，我們可以說碳黑表面有 (A) 超疏水性 (B) 疏水性 (C) 超親水性 (D) 親水性
2. 水珠在蓮葉表面滾動不會破壞蓮葉表面，但水珠在碳黑表面滾動會將碳黑帶走，為什麼？ (A) 因為蓮葉表面較硬 (B) 因為蓮葉表面有蠟質 (C) 因為碳黑在紙盒上的附著力較弱 (D) 因為碳黑是蠟燭燃燒的產物，蠟燭與天然蠟的附著力不同
3. 水珠在碳黑表面滾動時，可以將麵粉帶走，我們可以說碳黑表面有 (A) 自潔性 (B) 疏水性 (C) 親水性 (D) 內聚力大於附著力 (E) 表面張力
4. 水珠接觸角愈大的理由為何？ (A) 超疏水性 (B) 超親水性 (C) 水珠與接觸表面的接觸面積愈小 (D) 水珠愈小，接觸角愈小 (E) 附著力大於內聚力
5. 閃光燈照射在碳黑、木炭痕跡、鉛筆痕跡時，為何照射在碳黑表面產生的聲音最大？ (A) 碳黑顆粒最小，最多碳黑顆粒同時燃燒 (B) 碳黑最黑，能吸收較多的光能 (C) 碳黑顆粒最小，排列最整齊 (D) 碳黑顆粒最小，排列最緊密
6. 閃光燈照射在碳黑、木炭痕跡、鉛筆痕跡時，為何照射在鉛筆表面產生的反射光最強？ (A) 鉛筆含有鉛，最容易反射 (B) 同能量的光能射向鉛筆痕跡，因吸收燃燒的能量最少，沒被吸收的能量最多而反射回來 (C) 石墨是鉛筆的成分，是碳的平面結構，當光射向石墨時，表面光滑所以較易反射 (D) 鉛筆的顏色較碳黑及木炭淡，所以不易吸收入射光而反射
7. 閃光燈照射在碳黑表面時，閃光燈與碳黑的距離愈大，產生的聲音愈小，(例如距離 3 公分與 4 公分，聲音強度降很多)，為什麼？ (A) 因為距離愈大，入射光愈不容易集中 (B) 因為光的波長很短，差 1 公分對光而言已經相差約 2000 個波 (C) 入射光能與照射面的距離平方成反比，入射光能差很多，所以產生的聲音差很多 (D) 距離愈大，手拿閃光燈較不易垂直照射

### 二、 題組

宋周敦頤在〈愛蓮說〉中寫著：「水陸草木之花，可愛者甚蕃。……吾獨愛蓮之出淤泥而不染，濯清漣而不妖，中通外直，不蔓不枝……」。由於蓮葉表面總是能保持潔淨不染，因此自古以來，蓮花被中國文人形容為花中君子；在佛教中又常以蓮葉圖案及其出淤泥不染的特性做為精神及聖潔象徵。而蓮葉是怎麼做到「出淤泥而不染」的呢？

再者目前市面上有許多應用此蓮葉的結構，仿生出很多實用產品，常見的有自潔磁磚、自潔玻璃。也有在馬桶上塗上一層此材料，使表面形成完全不會附著髒污的保護層。

早期農村的灶燒材，鍋子底部會燒成一層黑黑的碳黑，又如國中學生露營野

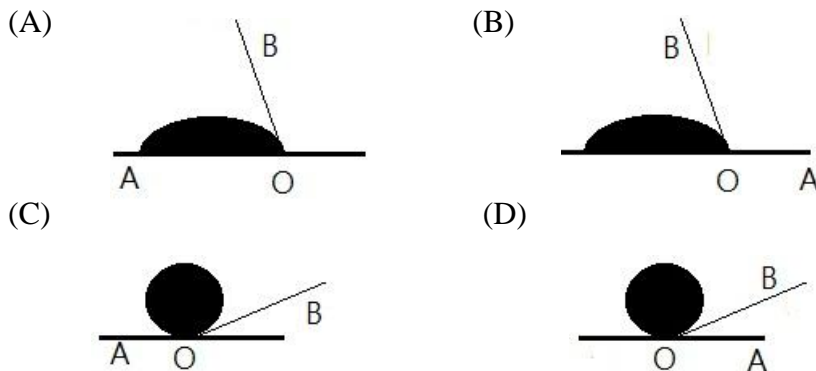


炊時也有同樣的現象，負責清洗的同學會發現沖洗時的水滴，會在碳黑層表面形成水珠或滾走，若不小心手接觸碳黑，手也不易清洗乾淨。

近來也有使用像機去拍碳黑表面時，發現閃光燈的脈衝光照射到碳黑表面會引起爆鳴聲甚且產生黑煙。同樣的使用鉛筆塗在紙上或木炭塗在紙上，以閃光燈照射時也會發出爆鳴聲及反射的光。經測量爆鳴聲的大小，發現碳黑生的聲音最大，木炭次之，鉛筆最小聲。反射光的強度為鉛筆最強，木炭次之，碳黑最小

根據以上文章回答下列問題：

- 蓮葉表面已知為蠟質的奈米結構，所以有超疏水性，其超疏水的主要原因為何？ (A)因為蠟質不親水，所以水不附著其上 (B)因為蠟質奈米結構使水與表面接觸面積很小，水的內聚力大於附著力，所以水不附著其上 (C)因為蠟質奈米結構柔軟似毛有撥水性，將水撥離表面 (D)因為蠟質奈米結構表面非常平滑，使水無法產生附著力，所以水無法附著其上 (E)只要是奈米結構一定有疏水性
- 蓮葉表面已知有奈米結構，所以有自潔性，其自潔的原理為何？ (A)因為蠟質表面附著力很小，所以一般物質無法附著其上，當水流過即可將蓮葉表面物質帶走 (B)因為蠟質奈米結構使一般物質與表面接觸面積很小，當水流過時與水的附著力大於與蓮葉表面的附著力，所以被水帶走 (C)因為蠟質奈米結構柔軟似毛有撥水性，將水及一般物質撥離表面 (D)因為蠟質奈米結構表面非常平滑，使水及一般物質無法產生附著力，當水流過時與水的附著力大於與蓮葉表面的附著力，所以被水帶走 (E)只要是奈米結構一定有自潔性
- 水在蓮葉表面的接觸角(角 AOB)很大，以下何圖正確？



- 上文中的碳黑有類似蓮葉表面的效應，以下推論何者正確？ (A)碳黑對水的親和力很差，水無法附著其上 (B)碳黑結構排列整齊，以致於水無法和碳黑結合，所以水無法附著其上 (C)碳黑顆粒是奈米級，水無法附著其上 (D) 碳黑在鍋底的附力不佳，所以水無法附著其上
- 上文中碳黑、木炭塗在紙上、鉛筆塗在紙上三者，在閃光燈的照射下，其拍手聲與反射光強度相反，關於此現象的推論何者正確？ (A) 因為碳黑顆粒最小吸收最多的閃光，引起燃燒最旺所以發出聲音最大，反射回來的光最少

(B) 因為鉛筆中含有石墨表面平滑，最容易使光反射 (C) 鉛筆因含有鉛，最容易使光反射 (D) 因為碳黑為奈米結構，光進入後不易反射出來 (E) 木炭顆粒比碳黑大，木炭顆粒之間的空隙較碳黑大，光進入較容易反射出來